

## **Introducción de casos reales de cooperación dentro del temario de asignaturas de grado**

**Línea Temática:** LT2, La integración en la formación y docencia universitaria de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

**Autores:** Alvar Garola Crespo, Maria Rosa Estela Carbonell

Alvar Garola Crespo, profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la UPC, c/Jordi Girona 1-3, Edificio B1-despacho 301, 08034 Barcelona, tel.934017344, e-mail: [alvar.garola@upc.edu](mailto:alvar.garola@upc.edu)

Maria Rosa Estela Carbonell, profesora del Departamento de Matemática Aplicada y Estadística de la UPC, c/Jordi Girona 1-3, Edificio C2-despacho 205,08034 Barcelona, tel.934016912, e-mail: [m.rosa.estela@upc.edu](mailto:m.rosa.estela@upc.edu)

### **Curriculum:**

Alvar Garola Crespo, Economista, profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la UPC. Sus líneas de investigación se centran en la evaluación de las infraestructuras desde sus diferentes vertientes: social y financieras y su impacto en el territorio.

M.Rosa Estela Carbonell, Doctora en Matemáticas, profesora del Departamento de Matemática Aplicada y Estadística de la UPC. Vicedirectora de la ETSICCPB desde 2007. Sus líneas de investigación se centran en métodos computacionales, métodos en ciencias aplicadas e ingeniería, básicamente en análisis de intervalos modales y en innovación docente.

### **Resumen**

La comunicación presenta una línea basada en la creación de material docente para asignaturas de grado con el objetivo de integrar los objetivos de desarrollo sostenible en la formación de nuestros estudiantes. Se centra en un proyecto docente impulsado por dos asignaturas de primer curso de Ingeniería Civil que utilizan el mismo material en Desarrollo Sostenible para tratar temas del programa de las respectivas asignaturas.

### **Abstract**

The communication presents a line based on the creation of teaching material for undergraduate subjects with the objective of integrating sustainable development objectives into the training of our students. It focuses on a teaching project driven by two first-year subjects in Civil Engineering that use the same material in Sustainable Development to deal with subjects in the respective subjects program.

### **Abstrait**

La communication présente une ligne basée sur la création de matériel pédagogique pour les cours de premier cycle dans le but d'intégrer les objectifs de développement durable dans l'éducation de nos étudiants. Il se concentre sur un projet éducatif lancé par deux cours de première année de génie civil en utilisant le même matériau sur le développement durable pour discuter de l'ordre du jour des éléments des sujets respectifs.

**Palabras clave:** Innovación en educación, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Transversalidad, Material Docente en DS.

## **Keywords**

Innovation in Education, Sustainable Development Objectives, Transversality, Teaching Material in DS

## **Mots-clés**

Innovation dans l'enseignement, Objectifs de Développement Durable, Transversalité, Matériel pédagogique DS

## **Síntesis**

Este artículo presenta una línea basada en la creación de material docente para asignaturas de grado con el objetivo de integrar los objetivos de desarrollo sostenible en la formación de nuestros estudiantes. Se centra en un proyecto docente impulsado por dos asignaturas de primer curso de Ingeniería Civil tan distintas en metodología y contenidos como son Economía y Cálculo, que en cambio utilizan el mismo material en Desarrollo Sostenible para tratar temas del programa de las respectivas asignaturas.

Para este material docente se utilizan casos reales de proyectos de cooperación, lo que ayuda a introducir entre los estudiantes la preocupación por temas de índole social y como se pueden involucrar como ingenieros. El material desarrolla temas que ya están en el programa de la asignatura. Los temas relacionados con el Desarrollo Sostenible no deben ser colaterales, sino un elemento más de la formación de los estudiantes.

## **Introducción**

El trabajo que se presenta tiene como objetivo debatir una línea de trabajo que se viene realizando en los últimos años en la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). Dicha línea se ha aplicado en diversas asignaturas de grado y de postgrado. Concretamente en aquellas de contenido económico con el propósito de integrar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la formación de nuestros estudiantes.

El mundo en el que vivimos, cada vez más complejo e interrelacionado, ha sido testigo recientemente de una decisión histórica que se ha plasmado en un amplio conjunto de Objetivos Desarrollo Sostenible (ODS) y metas universales y transformativas, de gran alcance y centrados en las personas (Naciones Unidas, 2015). Por tanto, el reto al que se enfrenta la humanidad requiere de profundas innovaciones sociales a favor de un Desarrollo Sostenible (DS). En la transición de este cambio de paradigma, la educación y el aprendizaje se presentan como piezas clave para lograr dicho objetivo (Barth & Rieckmann, 2012).

En este contexto, cabe destacar la existencia de un creciente número de Instituciones de Educación Superior (IES) comprometidas en incorporar el DS, al igual que temas relacionados como el cambio climático, la creciente complejidad, etc., reconsiderando el contenido de sus currículos (Lozano et al., 2014; Halbe et al., 2015). Sin embargo, la literatura identifica la presencia de numerosas barreras a la hora de integrar el DS en la educación superior (Velazquez et al., 2006; Lozano 2006, citado por Lazzarini, 2016). En particular, la educación en universidades técnicas se centra principalmente en lo técnico y hay pocas oportunidades para desarrollar un conocimiento y unas habilidades más amplias. Ofrecer estos conocimientos técnicos en ingeniería son insuficientes para responder a la complejidad de los problemas asociados con el DS (Crofton, 2000).

Dirigiendo el foco a las IES españolas, gran parte de los esfuerzos se centran principalmente en el desarrollo de cursos individuales sobre DS (Von Blottnitz et al., 2015) y normalmente se han dado en asignaturas de libre elección (Boni & Pérez-Foguet, 2008). Este es el caso de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), donde existe un cierto número de docentes potencialmente interesados y activos, al mismo tiempo que se manifiesta cierta resistencia al cambio. No sólo se trata de un cambio en los contenidos, sino también de los métodos docentes. La evidencia apunta a que el principal obstáculo está relacionado con la falta de confianza y conocimiento de los diferentes enfoques pedagógicos a adoptar para introducir aspectos relacionados con el DS. Como bien anticipaba Grofton (2000), los futuros ingenieros necesitan y demandan conocimientos y habilidades de múltiples disciplinas y, por lo tanto, los esfuerzos interdisciplinarios entre docentes son esenciales.

Bajo estas premisas, este artículo presenta una acción innovadora en el seno de la UPC, que conjuga diversas asignaturas obligatorias de la titulación de Ingeniería Civil. Concretamente, aspectos relativos al DS se introducen de manera transversal en las materias de Economía y Cálculo. La propuesta permite analizar una problemática común con visiones y herramientas distintas. Esta iniciativa pretende superar la compartimentación propia de los estudios y ofrecer al alumnado una propuesta de aprendizaje multidisciplinar basada en ejemplos reales de ejercicio de la profesión en contextos de cooperación internacional.

Esta experiencia se enmarca en una Universidad cuyas titulaciones tienen un marcado perfil técnico. En este sentido, las escuelas de ingeniería de nuestro país tienen un elevado nivel de calidad y nuestros estudiantes son profesionales reconocidos a escala internacional. Pero el objetivo de nuestra docencia no debe ser simplemente impartir conocimiento a los estudiantes, sino formarles como personas capaces de resolver problemas y de manera éticamente correcta.

### **Metodología: El uso de materiales docentes en Desarrollo Sostenible**

Teniendo en cuenta estos antecedentes, queda patente la necesidad de capacitación y de disponer de materiales adecuados para favorecer la integración del DS por parte del profesorado. Por esta causa, se han impulsado las acciones docentes que se presentan en este artículo.

Los condicionantes que se han planteado a la hora de elaborar estas acciones han sido los siguientes:

- . Que el material docente elaborado pueda usarse **no solamente en la asignatura para la que se ha diseñado**, sino que puedan ser un material útil en otras asignaturas y titulaciones y que permita interactuar entre diversas asignaturas desde enfoques distintos. Al mismo tiempo, se prevé la publicación de dicho material para su reproducción por parte de docentes interesados.
- . Que **se trate de casos prácticos y reales**. La base del material docente debe ser una actuación específica en temas de DS. Al tratarse de un caso real puede generar un mayor interés entre los estudiantes, más en temáticas como el DS donde se pueden analizar problemáticas reales en temas de desarrollo, cooperación, etc., lo que ayuda a introducir entre los estudiantes la preocupación por temas de índole social, y como pueden involucrarse en ellos a partir de su formación como ingenieros.

. Que los temas a tratar **se inserten en el temario de la asignatura**. No se quería que el DS fuera un tema ajeno a la dinámica de la asignatura y que solamente se viera en una sesión como elemento de concienciación o como un complemento poco relacionada con el contenido de la asignatura. Al contrario, los materiales docentes que se elaboren deben tratar temas centrales de la asignatura, con lo que se convierten en un elemento más de la formación de los estudiantes y muestra como las competencias adquiridas por los ingenieros a lo largo de su formación pueden relacionarse y aplicarse al DS.

La creación de los materiales docentes se ha apoyado en diferentes programas y proyectos en este ámbito.

Así, en el año 2007, la UPC desarrollo el programa “**Desarrollo Humano Sostenible (DHS) en las aulas politécnicas**” (Pérez-Foguet 2008), en el que se elaboraron materiales docentes específicos en tema de DS.

Concretamente, dentro del marco de este programa se elaboró un material sobre los condicionantes en el desarrollo de los países sin litoral y su aplicación al caso de Malawi (Garola & González 2008). El contenido era básicamente económico y relacionado con las implicaciones sobre la exportación de la falta de litoral y como afectaba al diseño y la viabilidad de la red de transporte.

El material se utilizó entre diversos ámbitos, comunicaciones, charlas, etc. y concretamente en la asignatura de Economía de la titulación vigente, en aquel momento de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

Esta asignatura se impartía en el primer curso de la titulación, y el material presentado sirvió para trabajar en el aula diferentes ítems que formaban parte del temario, como eran: i) la relación entre infraestructuras y desarrollo económico, ii) el análisis de viabilidad de una infraestructura, iii) el análisis Coste-Beneficio, y iv) el análisis multi-criterio.

No se realizó una evaluación concreta de los alumnos en base a este material, si bien como parte de la asignatura se integró en la evaluación de los estudiantes y diversas preguntas de examen versaban sobre los temas tratados en el caso de Malawi.

En el año 2015, y en el marco del programa GDEE (Global Dimension in Engineering Education), impulsado por la Unión Europea se han elaborado unos nuevos materiales docentes en temas de DS (Pérez-Foguet et al. 2015).

Se trata de casos que han sido publicados en el ámbito europeo y que en el ámbito de este programa están disponibles para todos aquellos docentes europeos que quieran utilizarlos en sus aulas.

Uno de los materiales de este programa es el que se utiliza como base en el proyecto docente conjunto entre las asignaturas de Cálculo y de Economía, Empresa y Legislación (a partir de ahora Economía) que se ha puesto en marcha en este curso 2016-2017 y que se comenta a continuación.

### **Proyecto docente: La eficiencia en la cooperación en temas de agua en África. Aportación conjunta desde el punto de vista de Cálculo y Economía**

En el curso 2016-2017, se está llevando a cabo un proyecto docente sobre la base de temas de DS y que además se plantea desde un punto de vista transversal, ya que afecta a dos asignaturas que utilizaran un material docente común desde enfoques distintos.

Se trata de un proyecto a realizar en el ámbito de la Escuela de Caminos (ETSECCPB), concretamente en el Grado de Ingeniería Civil y para alumnos de primer curso.

Las asignaturas involucradas en el proyecto son las de Cálculo, que es una asignatura anual, y Economía, que se imparte durante el primer cuatrimestre. Por tanto, ambas asignaturas comparten un alumnado común.

<b>Economía</b>	<b>Cálculo</b>
. Introducción a la economía	. Topología. Nociones básicas
. Fundamentos de microeconomía	. Sucesiones y series numéricas
. Economía de la empresa	. Cálculo diferencial de funciones reales de variable real
. Planes de viabilidad	. Cálculo diferencial de funciones de varias variables
. Economía de las infraestructuras	. Integral de Riemann
. Financiación de las infraestructuras	. Integral múltiple de Riemann
. Análisis coste-beneficio	. Sucesiones y Series de funciones. Series de Fourier
. Externalidades y métodos de valoración	. Ecuaciones diferenciales ordinarias
. Relación entre infraestructuras y desarrollo	
. Concesiones	

**Tabla 1 Contenidos temáticos de las asignaturas de Economía y Cálculo en el curso 2016 - 2017.**

Se trata, por tanto, de una actividad coordinada entre dos asignaturas que tienen metodologías de trabajo y contenidos muy distintos como muestra la tabla adjunta.

Como base se utiliza el documento “The national rural water supply and sanitation program – Tanzania” (Garola & Milanesio 2015). En este trabajo se parte de un ejemplo real, concretamente de un programa impulsado por el gobierno de Tanzania en suministro de agua y saneamiento rural, es decir, dos ámbitos profesionales en los que intervienen Ingenieros Civiles.

Este programa, llamado National Rural Water Supply and Sanitation Program (NRWSSP) tiene como objetivo mejorar unas condiciones claramente insuficientes. En 2012, las estimaciones presentadas apuntaban que solamente un 53% de las familias en zonas rurales tiene un acceso seguro a agua potable en buenas condiciones, y solamente un 11% tiene sistemas de saneamiento de agua en condiciones higiénicas (JMP – WHO/UNICEF, 2014).

El programa tiene un presupuesto de unos 20 millones de dólares anuales y ha sido financiado en más de un 75% por la cooperación internacional, tanto gubernamental como de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs).

En el documento se introducen los siguientes aspectos:

- . Una contextualización de Tanzania en términos de desarrollo.
- . Una explicación detallada del estado del abastecimiento de agua y saneamiento de las zonas rurales a nivel nacional.

- . Una introducción al programa en cuestión, incluyendo los objetivos y la cuantía del programa inversor.

Se suministrarán los datos de este programa a los estudiantes: actuaciones previstas, recursos disponibles, características técnicas de las instalaciones, etc. y en base a ellos se elaborarán diversas actividades. Esta información se ha adaptado a las necesidades específicas de alumnos de primer curso.

En el primer cuatrimestre se presenta el caso a los estudiantes en la asignatura de Economía. Se trabajan temas relacionados con el análisis Coste-Beneficio y con la optimización de recursos. En el segundo cuatrimestre se trabajarán instrumentos matemáticos que puedan aplicarse para analizar y mejorar la eficiencia de las actuaciones del programa de cooperación.

El material docente está formado por tres partes diferenciadas:

- . Una presentación del caso de estudio que se utiliza en clase para explicar el programa de cooperación, así como los trabajos a desarrollar. La introducción contextual necesita entre una hora y hora y media para definir de manera apropiada el problema de DS que comporta, así como para explicar el trabajo a realizar fuera del aula.
- . Un documento escrito que explica el caso de estudio con detalle, y que incorpora referencias complementarias para apoyar al alumnado en el desarrollo del trabajo individual. Las referencias son de artículos y libros con licencia que permita su descarga gratuita.
- . Una base de datos (hoja de cálculo) que incorpora los datos numéricos sobre el programa, así como información sobre las características técnicas de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento. Se trata de una información muy completa que debe adaptarse a la actividad que se desea realizar.

En cada una de las asignaturas se propone un trabajo a realizar fuera del aula y de manera individual por el alumnado. Dicha tarea persigue la aplicación de los conceptos teóricos trabajados en el aula a un caso real de análisis.

Este trabajo es evaluable, y por tanto tiene una incidencia final en la nota de la asignatura, ya que trabaja los contenidos de la asignatura. No es por tanto ajeno a ella.

Concretamente, en el caso de Economía, el material relacionado con el caso de DS es la base de un trabajo individual que deben presentar los alumnos y que equivale a un 15% de la nota de la asignatura.

En el caso de Cálculo, se evaluará en base a una actividad voluntaria que puede aumentar la nota en un máximo del 10%.

Es decir, la incidencia del caso en la evaluación final es importante cuantitativamente y diferente en las dos asignaturas que forman parte del proyecto. En todo momento se ha buscado que las dos asignaturas compartan el material y colaboren entre ellas, pero es básico que la actividad se integre en el temario de las asignaturas y por tanto la manera de presentar el caso, el modo de evaluarlo y el peso de la evaluación es responsabilidad del docente responsable de cada asignatura.

Los profesores de ambas asignaturas se coordinarán para que los trabajos a realizar sean complementarios y permitan trabajar conceptos del temario de cada una de ellas, pero con una visión conjunta e integradora.

La propuesta permite introducir la competencia en Sostenibilidad y Compromiso Social, y promueve la sensibilidad sobre estos temas y que aborden como incidir en ellos con los conocimientos técnicos propios de la titulación.

No se prevé ninguna habilidad que los estudiantes tengan que adquirir previamente a los conceptos que se introducen en las dos asignaturas implicadas en el proyecto.

### **La motivación del proyecto docente**

La actividad se centra en un caso de DS, pero es interesante insertarla en el ámbito de la problemática a la que se enfrentan muchas ingenierías y concretamente la titulación de Ingeniería Civil.

En los últimos años ha habido un descenso en la demanda de acceso a titulaciones del sector ingeniería civil/construcción. Estas siguen teniendo muy buenos estudiantes que se convierten en excelentes profesionales, pero es cierto que se debe mostrar a la sociedad el gran potencial que tienen los estudios de Ingeniería Civil, no solamente enfocados a la construcción de infraestructuras, sino también a la gestión, y la contribución que pueden tener en el desarrollo a escala global, y obviamente en los temas de DS.

En el caso del proyecto docente, y como profesores de asignaturas de primer curso de la titulación de Grado en Ingeniería Civil, la motivación de llevarlo a cabo es poder colaborar a enriquecer la formación de nuestros estudiantes.

Los estudiantes tienen una visión demasiado compartimentada de las asignaturas y es por ello que el proyecto docente incluye el trabajo en dos asignaturas muy distintas del primer curso del Grado de Ingeniería Civil en la ETSECCCPB.

El objetivo fundamental de la docencia no es simplemente impartir conocimiento a los estudiantes, sino formarles como personas capaces de resolver problemas y de manera éticamente correcta.

El problema de que los estudiantes tengan una visión compartimentada de las asignaturas afecta negativamente al aprendizaje. Los estudiantes no relacionan los conceptos que aprenden en cada asignatura por lo que a posteriori resulta difícil aplicar los conocimientos adquiridos en problemas reales concretos.

La falta de visión global provoca que los estudiantes no aprovechen el valor añadido del aprendizaje y esto puede causar falta de motivación en el estudio.

Se ha elegido un tema relacionado con el DS por el convencimiento de que puede mejorar la motivación de los estudiantes en su aprendizaje. Existen experiencias exitosas previas en este tipo de problemas en asignaturas de cursos más avanzados.

Actualmente la Escuela de Caminos tiene en su estructura organizativa la figura de los profesores coordinadores de curso y coordinadores de línea de conocimiento transversal. Estas figuras son clave para la coordinación y elaboración de los planes de estudio de las distintas titulaciones que se imparten en la Escuela. También para coordinar la buena organización en cuanto a fechas de exámenes y actividades diversas fijadas en un determinado curso académico.

El proyecto docente va más allá de una simple coordinación, sino que se pretende implicar en un mismo proyecto a distintas asignaturas de la titulación y que esta iniciativa se vaya propagando. Esto exige una adecuada coordinación entre los responsables de las diferentes asignaturas.

Además de lo comentado anteriormente, se persigue concienciar a los futuros ingenieros en temas de Cooperación y Desarrollo, así como en su rol en una sociedad cada vez más globalizada.

Este proyecto cumple seis de los siete principios de calidad (Chickering & Gamson 1987) en experiencias en estudios de pregrado. Estimula el contacto profesores-alumnos, estimula la cooperación entre alumnos, estimula el aprendizaje activo, dedica tiempo a las tareas más relevantes, comunica expectativas elevadas a los alumnos y respeta los diferentes talentos y formas de aprendizaje. En cambio, no está previsto proporcionar realimentación (feedback) a tiempo.

El proyecto es sostenible, en el sentido que es independiente de financiaciones de proyectos o de cambios en la dirección de la Escuela. Los dos profesores que lo han puesto en marcha llevan muchos años coordinando las dos asignaturas implicadas en el proyecto y no hay expectativas de cambios.

El modelo de trabajo es transferible a otras asignaturas tanto de nuestra Escuela y Universidad como a cualquier otra que esté interesada. En este caso concreto se sigue el método que se ha previsto en el proyecto GDEE en el cual participan los profesores que hemos impulsado esta actividad.

### **Unos resultados iniciales**

Hasta el momento, estos materiales ya se han integrado en el programa de algunas asignaturas de contenido económico que se imparten en diversas titulaciones de la UPC, y por tanto se han tratado como un elemento más de las actividades docentes de las asignaturas y forma parte del proceso de evaluación. No se han efectuado estudios concretos sobre los resultados de estas actividades. Solamente se cuenta con los comentarios positivos cualitativos y la participación de los estudiantes en el debate planteado en las clases.

En cambio para el proyecto docente iniciado el curso 2016-2017 sí que se cuentan ya con los resultados obtenidos en la asignatura de Economía.

La actividad se planteó a los 3 grupos existentes en el primer curso de Ingeniería Civil, uno de ellos tiene la docencia en inglés.

Dentro del programa de la asignatura la actividad se incluyó en el tema Análisis Coste Beneficio (ACB). Este es uno de los temas centrales de la asignatura, ya que el ACB es una técnica que permite evaluar los proyectos de inversión en infraestructuras en base a monetizar los diferentes costes y beneficios que aporta, y en base a esta monetización, y utilizando diferentes instrumentos de valoración económica obtener la rentabilidad, en términos sociales, de dicha inversión. (GAROLA et al 2010)

En clase se explicó este tema, y su aplicación en el campo de las infraestructuras. Una vez tratado el tema, la actividad que se solicitó a los alumnos era que plantearan un ACB para el programa de abastecimiento y saneamiento rural en Tanzania. Es decir, que en base al material docente aportado, fueran capaces de definir los costes y beneficios, tanto directos como indirectos asociados al proyecto, así como los métodos de monetización y valoración.

Una vez explicado el caso y aportado el material se les dio un plazo de 10 días para la entrega del trabajo.



Los resultados fueron muy interesantes, en el sentido que los estudiantes fueron capaces de entender el problema, de definir los costes y beneficios y de valorar que un proyecto de estas características aportaba mucho valor al desarrollo de un país como Tanzania, así como a la calidad de vida de la población.

Entre los beneficios valorados por los estudiantes estaban temas sanitarios (relacionados con la reducción de las enfermedades diarreicas), con la reducción del tiempo de acceso al agua, del posible impulso turístico debido a las mejores condiciones higiénicas, etc. Como costes, además de los económicos se incluyeron efectos ambientales y de explotación de recursos.

La inclusión de métodos de valoración de estos costes y beneficios fue también muy amplia, incluyendo algunos transportados directamente de la literatura sobre infraestructuras (valor del tiempo de acceso al agua), otros relacionados con la bibliografía en temas de desarrollo (valor de la vida), y algunos aportados por los estudiantes (cuantificación de las ventajas turísticas en términos de PIB).

En términos cuantitativos, de los 104 estudiantes evaluados se obtuvieron las siguientes calificaciones.

Sobresaliente	11	11%
Notable	31	30%
Aprobado	45	43%
Suspendido	16	15%

La nota media de la actividad fue de 6,6.

Todavía no se ha llevado a la actividad en la asignatura de Cálculo, ya que se hará en el segundo cuatrimestre.

## **Conclusiones**

En las páginas anteriores se ha hecho una explicación de las actividades que se han llevado a cabo en la Universidad Politécnica de Catalunya en lo que se refiere a la creación y utilización de material docente en temas de DS para estudiantes de grado, y se ha puesto el énfasis en un proyecto docente conjunto en las asignaturas de Cálculo y Economía que se ha iniciado el curso 2016-17.

El objetivo de este proyecto es que los estudiantes trabajen una serie de conceptos que forman parte de los respectivos temarios de las asignaturas, a partir de un caso real, esperando generar un mayor interés entre los alumnos.

Un segundo objetivo es introducir entre los estudiantes la preocupación por temas de índole social, como es la cooperación para el desarrollo y como se pueden involucrar como ingenieros.

Un tercer objetivo es la transversalidad asociada a un sector profesional como el de la ingeniería. El hecho que se pueda analizar un mismo tema con visiones y herramientas distintas, incide en esta visión más multidisciplinar que debe ser un valor de la profesión.

El trabajo de coordinación de los profesores de las dos asignaturas ha sido hasta el momento muy fácil y positivo, y se ha mantenido en todo momento la independencia de cada uno de los responsables de las asignaturas de aunque este es uno de los temas que

serían básicos si se extienden este tipo de proyectos docentes a la participación de más asignaturas.

Los resultados de la aplicación del material docente en la asignatura de Economía se pueden considerar de manera muy positiva, tanto por las notas obtenidas por los estudiantes como por el interés mostrado en los trabajos presentados y la valoración positiva de los programas de cooperación en el desarrollo sostenible.

### **Agradecimientos**

A los proyectos en los que se ha generado el material utilizado en el proyecto docente: Ayuntamiento de Barcelona, EScGD, GDEE.

Al grupo de investigación Engineering Sciences and Global Development (EScGD), por su coordinación en el proyecto “Integrar y promover las problemáticas globales en las enseñanzas científico-técnicas” y donde se han elaborado los materiales utilizados en el proyecto docente. Al Ayuntamiento de Barcelona por el apoyo financiero en este proyecto. Y a la iniciativa Global Dimension in Engineering Education (GDEE) por los recursos proporcionados en esta línea de trabajo.

### **Bibliografía**

- BARTH, Matthias; RIECKMANN, Marco: “Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: an output perspective”, *Journal of Cleaner Production*, 26, 2012, pp. 28 - 36. doi: [10.1016/j.jclepro.2011.12.011](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.011)
- BONI, Alejandra; PÉREZ-FOGUET, Agustí: “Introducing development education in technical universities. Successful experiences in Spain”, *European Journal of Engineering Education*, 33, 2008, pp. 343 - 354. doi: [10.1080/03043790802088723](https://doi.org/10.1080/03043790802088723)
- CHICKERING, Arthur W.; GAMSON, Zelda F, “Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education”, *AAHE Bulletin*, American Association for Higher Education, Washington 1987.
- CROFTON, Fiona S.: “Educating for sustainability: opportunities in undergraduate engineering”, *Journal of Cleaner Production*, 8, 2000, pp. 397 – 405.
- GAROLA, Alvar, MILANESIO, Paulo “The national rural water supply and sanitation programme in Tanzania”, capítulo del libro, PEREZ-FOGUET, Agustí, VELO, Enric, ARRANZ, Pol, GINE, Ricard, LAZZARINI, Boris (Coord.) “Case studies for developing globally responsible engineers”, *Global Dimension in Engineering Education*, Barcelona. 2015.
- GAROLA, Alvar, ULIED, Andreu “Guia de evaluación de infraestructuras de transporte”, colegio de Ingenieros de Caminos de Catalunya, 2010.

- GAROLA, Alvar, GONZALEZ, Rainer, “Infraestructuras y desarrollo de un país sin litoral: El caso de Malawi” incluido en PEREZ-FOGUET Agustí (ED) “El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas” Colección EScGD - Ciències de l'Enginyeria i Desenvolupament Global, UPC, 2008.
- HALBE, Johannes; ADAMOWSKI, Jan; PAHL-WOSTL, Claudia: “The role of paradigms in engineering practice and education for Sustainable Development”, *Journal of Cleaner Production*, 106, 2015, pp. 272 - 282. doi: [10.1016/j.jclepro.2015.01.093](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.093)
- JMP – WHO/UNICEF (Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. <http://www.wssinfo.org/data-estimates/graphs/> . Last accessed at September 2014
- LAZZARINI, Boris; PÉREZ-FOGUET, Agustí; BONI, Alejandra: “A characterization of the academic profile of a community of professors involved in Sustainable Human Development: the case of the Global Dimension in Engineering Education”. 22nd International Sustainable Development Research Society Conference, School of Science and Technology, Lisbon, 2016, p. 21.
- LOZANO, Francisco J.; LOZANO, Rodrigo: “Developing the curriculum for a new Bachelor's degree in Engineering for Sustainable Development”, *Journal of Cleaner Production*, 64, 2014, pp. 136 - 146. doi: [10.1016/j.jclepro.2013.08.022](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.022)
- NACIONES UNIDAS: “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, A/RES/70/1, New York, 2015, p.40. (disponible en [undocs.org/A/RES/70/1](http://undocs.org/A/RES/70/1); última visita Diciembre 2016).
- PEREZ-FOGUET, Agustí, VELO, Enric, ARRANZ, Pol, GINE, Ricard, LAZZARINI, Boris (Coord.) “Case studies for developing globally responsible engineers”, *Global Dimension in Engineering Education*, Barcelona. 2015.
- PEREZ-FOGUET Agustí (ED) “El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas” Colección EScGD - Ciències de l'Enginyeria i Desenvolupament Global, UPC, 2008.
- VON BLOTTNITZ, Harro; CASE, Jennifer M.; FRASER, Duncan M.: “Sustainable development at the core of undergraduate engineering curriculum reform: a new introductory course in chemical engineering”, *Journal of Cleaner Production*, 106, 2015, pp. 300 - 307. doi: [10.1016/j.jclepro.2015.01.063](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.063)