

El proyecto EDINSOST: inclusión de los ODS en la educación superior

The EDINSOST Project: Embedding SDG in Higher Education

FERMÍN SÁNCHEZ CARRACEDO, JORDI
SEGALÀS, JOSÉ CABRÉ, JOAN CLIMENT,
DAVID LÓPEZ, CARMÉ MARTÍN Y EVA VIDAL*



PALABRAS CLAVE

Mapa de la competencia sostenibilidad; Educación para el desarrollo sostenible; Formación universitaria en sostenibilidad; Formación del profesorado; Formación del estudiantado.

RESUMEN En este artículo se presenta el primer resultado del proyecto EDINSOST: un mapa de la competencia Sostenibilidad para el Grado de Ingeniería Informática, fácilmente adaptable a cualquier titulación de Grado en Ingeniería

* **Fermín Sánchez Carracedo** es doctor en Informática y adjunto de Innovación de la Facultat d'Informàtica de Barcelona. Profesor en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-Barcelona Tech), donde es profesor titular.

Jordi Segalàs es doctor en Educación para la Sostenibilidad en Ingeniería en la UPC-Barcelona Tech. Es director del Instituto Universitario de Investigación en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad de la UPC-Barcelona Tech. Actualmente es profesor de la Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú.

José Cabré es doctor en Organización y Administración de Empresas por la UPC-Barcelona Tech. Coordinador de la competencia *sostenibilidad y compromiso social* en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultat d'Informàtica de Barcelona y profesor Titular en el Departamento de Organización de Empresas.

Joan Climent es doctor en informática por la UPC-Barcelona Tech, coordinador de la competencia Sostenibilidad y Compromiso Social en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultat d'Informàtica de Barcelona y profesor de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

David López es doctor en Informática, director del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC-Barcelona Tech. Profesor titular en el Departamento de Arquitectura de Computadores de la UPC-Barcelona Tech y profesor de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

Carmé Martín es doctora en Informática por la UPC-Barcelona y pertenece al departamento de Ingeniería de Servicios y Sistemas de Información de la misma universidad. Es coordinadora de la competencia Actitud Adecuada frente al Trabajo en el Grado en Ingeniería Informática de la Facultat d'Informàtica de Barcelona y profesora de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

Eva Vidal es doctora ingeniera en Telecomunicaciones por la UPC-Barcelona Tech. Es directora académica del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPC-Barcelona Tech, profesora titular en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPC y profesora de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona.

y a otras titulaciones superiores. El mapa ha sido desarrollado dentro del proyecto EDINSOST, cuyo objetivo es la formación de titulados capaces de liderar la resolución de los retos de nuestra sociedad mediante la integración de la formación en competencias en Sostenibilidad en el Sistema Universitario Español. Este mapa se ha adaptado con éxito a cinco grados en ingeniería (Informática, Eléctrica, Química, Mecánica y Diseño), un Grado en Ciencias Ambientales y un Grado en Administración y Dirección de Empresas.

KEYWORDS

Map of the sustainability competency; Education for sustainable development; University education in sustainability; Teacher training; Student training.

ABSTRACT This paper presents the first result of the EDINSOST project: a map of the competency Sustainability for the Informatics Engineering Degree, easily adaptable to any Engineering degree and other higher degrees. The map has been developed within the EDINSOST project, whose objective is the training of graduates capable of leading the resolution of the challenges of our society by integrating the training in competencies in Sustainability in the Spanish University System. This map has been successfully adapted to five Engineering degrees (Informatics, Electrical, Chemistry, Mechanics and Design), a degree in Environmental Sciences and a degree in Business Administration and Management.

MOTS CLÉS

Carte de la compétence durabilité; Education pour le développement durable; Formation universitaire en durabilité; La formation des enseignants; La formation des étudiants.

RÉSUMÉ Nous présentons dans cette communication le premier résultat du projet EDINSOST: une carte de la compétence Durabilité pour le diplôme d'ingénieur Génie Informatique, facilement adaptable à tout diplôme d'ingénieur ainsi qu'à d'autres diplômes d'études supérieures. Cette carte a été développée au sein du projet EDINSOST et a pour but la formation de titulaires de diplômes capables de diriger la mise en œuvre de solutions permettant de faire face aux enjeux de notre société en intégrant la formation de compétences en matière de Durabilité dans le Système Universitaire espagnol. La carte a été adaptée avec succès à cinq diplômes d'Ingénieur (Génie Informatique, Électrique, Chimique, Mécanique et Conception), à un diplôme en Sciences de l'Environnement et, aussi, à un diplôme en Gestion des Affaires et des Administrations.

Introducción y antecedentes

La sociedad actual se enfrenta a desafíos globales como la crisis económica, el cambio climático, la desertificación, la deforestación, las desigualdades, las guerras o la erradicación de la pobreza. En este contexto global, el fomento de un Desarrollo Sostenible ha ganado un amplio reconocimiento internacional como el camino a seguir para garantizar (i) la calidad de vida, (ii) la equidad entre las generaciones presentes y futuras y (iii) la salud ambiental (Naciones Unidas, 2012; UNESCO, 2015). Con estas ideas en mente, en el año 2000 se definieron ocho Objetivos para el Desarrollo del Milenio (ODM)¹, que en el año 2015 se ampliaron a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que los líderes mundiales han acordado alcanzar para el año 2030. Aunque la conceptualización del Desarrollo Sostenible sigue siendo controvertida, existe un consenso mundial sobre la necesidad de crear conciencia y desarrollar estrategias y planes de acción para hacer frente a los retos globales de la sociedad actual (Naciones Unidas, 2012). Avanzar hacia este reto implica la necesidad de establecer marcos de actuación que faciliten una educación para la participación, la concienciación y la capacitación de la ciudadanía. Con esta finalidad de cambio social, la ONU declaró el decenio 2005-2015 como Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

La última década ha sido testigo de un creciente reconocimiento y acuerdo político sobre el papel de la educación como agente clave para conseguir una sociedad más sostenible, equitativa y justa, instando a la colaboración, el pensamiento sistémico, la innovación y el aprendizaje activo y participativo como procesos fundamentales en la integración de la EDS en el sistema educativo (Naciones Unidas, 2012; Tilbury, 2011; UNESCO, 2005). Finalizada la Década de la EDS 2005-2015, se aprobó el Programa de Acción Global “Un compromiso renovado por la Educación para la Sostenibilidad”, que sigue impulsando el compromiso internacional de fomentar la EDS (UNESCO, 2009).

La universidad, como institución dedicada a la creación y transmisión del conocimiento a través de la investigación y la docencia, desempeña un papel protagonista en la difusión y aplicación de posibles soluciones y alternativas a los problemas socioambientales a los que se enfrenta la sociedad actual (Naciones Unidas, 2012; UNESCO, 2005). Las vivencias, experiencias y aprendizaje de la comunidad universitaria son de gran importancia para la consecución de un cambio hacia la cultura de la sostenibilidad. Así, la integración de la EDS en la educación superior contribuye a desarrollar las competencias en sostenibilidad de los graduados universitarios, como por ejemplo el pensamiento crítico y creativo, la resolución de problemas, la capacidad para la acción, la colaboración

1 Véase <https://www.unicef.es/noticia/5-diferencias-entre-los-objetivos-de-desarrollo-del-milenio-y-los-objetivos-de-desarrollo>. Última consulta, octubre de 2017.

y el pensamiento sistémico, formando potenciales agentes de cambio capaces de configurar una sociedad más sostenible.

Numerosas son las universidades que han firmado declaraciones internacionales que las comprometen a introducir el desarrollo sostenible en su política educativa, incluyendo objetivos de EDS en el currículum, en la investigación y en la proyección social (Wright, 2010). No obstante, estudios recientes ponen de manifiesto la falta de compromiso social de los titulados, e incluso cómo este compromiso social disminuye a medida que el alumnado avanza en la carrera (Cech y Sherick, 2015; Segalàs, Ferrer-Balas y Mulder, 2010).

En el contexto español, dos comisiones sectoriales de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) han estado directamente implicadas en el fomento del Desarrollo Sostenible: La Comisión Sectorial de Internacionalización y Cooperación (CICUE) y la Comisión Sectorial de Sostenibilidad (CSCS). La CICUE ha desplegado una gran diversidad de actividades, que van desde la colaboración en respuesta a situaciones de crisis humanitarias hasta la aprobación de posicionamientos conjuntos, documentos de trabajo y otros recursos² que guían las actuaciones de las universidades. Entre sus iniciativas como actores de la cooperación española cabe destacar las siguientes: la estrategia de Cooperación Universitaria al Desarrollo (CUD) en el año 2000, la definición de Universidad Compromiso Social y Voluntariado en 2001, la incorporación de dos representantes de las universidades españolas en el Consejo de Cooperación al Desarrollo como actores de cooperación en 2004, el código de conducta de las universidades en materia de CUD, el Protocolo de actuación de las universidades frente a situaciones de crisis humanitarias y la creación del Observatorio de la Cooperación Universitaria al Desarrollo (OCUD) en 2006. En el año 2015³, la CICUE creó y aprobó el código de conducta de las universidades en materia de Cooperación al Desarrollo, un texto que ha sido ratificado internamente por 53 de las 76 universidades españolas. En este contexto, las universidades se han comprometido con la erradicación de la pobreza, el desarrollo humano sostenible, la educación para todos, la equidad de género y el empoderamiento de las mujeres, la sostenibilidad ambiental, la construcción de la paz, la democracia y el respeto por los derechos humanos.

Dentro de sus ámbitos naturales de actividad las universidades españolas, individualmente y en conjunto, desarrollan distintos tipos de acciones vinculadas con el desarrollo: formación (teórica y práctica) vinculada al desarrollo y la cooperación, investigación para el desarrollo y estudios sobre el desarrollo, cooperación interuniversitaria y fortalecimiento de instituciones de educación superior de países en vías

2 M. Rosa Terradellas, Xavi Ortega y Àngels Serra, "La CUD en el contexto del Compromiso Social Universitario", documento interno de la CICUE-CRUE.

3 Véase <http://www.ocud.es/es/informacion-general/que-es-la-cud.htm>. Última consulta, octubre de 2017.

de desarrollo, actividades de difusión, sensibilización y movilización, y programas y proyectos de acción sobre el terreno. Este trabajo se enmarca en el primer punto: formación (teórica y práctica) vinculada al desarrollo y la cooperación.

Además de la CICUE, la CRUE aprobó la creación del Grupo de Trabajo para la Calidad Ambiental, el Desarrollo Sostenible y la Prevención de Riesgos en las Universidades. Los propósitos de este grupo son (i) fomentar las iniciativas relacionadas con la prevención de riesgos; (ii) la gestión, participación y sensibilización ambiental en las universidades; y (iii) fomentar la Cooperación Interuniversitaria en estas materias. Dada su relevancia en el actual marco mundial, y la importancia que sus actividades suponen dentro de la comunidad universitaria, se constituyó como Comisión Sectorial de la CRUE-Sostenibilidad (CSCS) en julio de 2009. La CSCS aprobó en 2005 el documento Directrices para la Introducción de la Sostenibilidad en el Currículum (actualizado en 2012). Dicho texto, elaborado por el Grupo de Trabajo de Sostenibilización Curricular (GTSC) de la CSCS, plantea criterios generales y actuaciones recomendadas para la sostenibilización curricular. Este proceso implica un cambio en los planes de estudio para que el alumnado trabaje las competencias transversales necesarias para (CADEP-CRUE, 2012):

- 】 Comprender cómo su actividad profesional interactúa con la sociedad y el medioambiente, tanto local como globalmente, con el objetivo de identificar posibles desafíos, riesgos e impactos.
- 】 Entender la contribución de su trabajo en diferentes contextos culturales, sociales y políticos, y cómo estos afectan al mismo y a la calidad socioambiental de su entorno.
- 】 Trabajar en equipos multidisciplinares y transdisciplinares para dar solución a las demandas impuestas por los problemas socioambientales derivados de los estilos de vida insostenibles, incluyendo propuestas de alternativas profesionales que contribuyan al desarrollo sostenible.
- 】 Aplicar un enfoque holístico y sistémico a la resolución de problemas socioambientales y tener la capacidad de ir más allá de la tradición de descomponer la realidad en partes inconexas.
- 】 Participar activamente en la discusión, definición, diseño, implementación y evaluación de políticas y acciones, tanto en el ámbito público como privado, para ayudar a redirigir la sociedad hacia un desarrollo más sostenible.
- 】 Aplicar los conocimientos profesionales de acuerdo con principios deontológicos y valores éticos universales que protejan los derechos humanos.
- 】 Recoger la percepción, demandas y propuestas de los ciudadanos y permitir que tengan voz en el desarrollo de su comunidad.

El GTSC ha detectado la dificultad de los docentes para entender el concepto de “sostenibilización curricular” y su integración en las distintas asignaturas, independientemente de su área de conocimiento, ya que este proceso requiere de una práctica interdisciplinaria e innovadora (Barrón Ruíz, Navarrete y Ferrer-Balas, 2010; Tilbury,

2011). Recientes estudios muestran los esfuerzos para incorporar la Sostenibilidad en la Educación Superior, pero se trata de un área de investigación y actuación emergente en la que la falta de criterios comunes sobre las competencias a integrar, su promoción y evaluación en los grados universitarios constituye todavía una limitación (Disterheft *et al.*, 2012; Ferrer-Balas *et al.*, 2008; Lozano, 2011; Lozano, 2012; Segalàs *et al.*, 2009). Como campo de investigación emergente, la EDS se ha centrado principalmente en los siguientes temas (Cotton *et al.*, 2009; Fien, 2002; Wright, 2010):

- ▶ La gestión ambiental de la universidad.
- ▶ Estudios de caso descriptivos y ejemplos de buenas prácticas de las universidades.
- ▶ Integración de la sostenibilidad en cursos específicos, como por ejemplo las ciencias ambientales o la geografía.
- ▶ Desarrollos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje de los enfoques hacia la sostenibilidad.
- ▶ Análisis de políticas universitarias.

La sostenibilización curricular implica el empoderamiento de la comunidad universitaria y la creación de espacios para la reflexión y la colaboración colectiva, inter y transdisciplinaria, que fomenten el aprendizaje, la reflexión crítica sobre las prácticas y cosmovisiones existentes y la acción creativa e innovadora. Es fundamental para ello considerar el trabajo conjunto y coordinado entre diferentes equipos de investigación e instituciones dentro del sistema universitario español. Esto pone de relevancia la necesidad de dar valor a las propuestas y proyectos realizados con alumnado y profesorado que ayuden a los docentes e investigadores a orientarse en la dirección que ha de tomar el cambio.

La integración de la sostenibilidad en el currículum, el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje para su implementación en el contexto universitario español, y la evaluación del nivel de competencia de la sostenibilidad de los actuales egresados del sistema universitario español representan el foco central del proyecto EDINSOST (Educación e innovación social para la sostenibilidad. Formación en las universidades españolas de profesionales como agentes de cambio para afrontar los retos de la sociedad) que se presenta en este artículo.

El proyecto EDINSOST

El proyecto EDINSOST está financiado por el Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad desde el 1 de enero de 2016 hasta el 31 de diciembre de 2018. El objetivo general del proyecto es avanzar en la innovación educativa en EDS en las universidades españolas con el objetivo de dotar a los futuros titulados de las competencias necesarias para catalizar el cambio hacia una sociedad más sostenible. Sus objetivos específicos son:

- 】 O1: definir el mapa de sostenibilidad de las titulaciones participantes y establecer el marco que facilite su integración en los estudios de manera holística;
- 】 O2: validar estrategias didácticas para la adquisición de la sostenibilidad desde un enfoque pedagógico constructivista y comunitario;
- 】 O3: diagnosticar el estado de las necesidades formativas del profesorado en sostenibilidad y elaborar y ensayar propuestas de capacitación; y
- 】 O4: diagnosticar el estado de aprendizaje de la sostenibilidad en el alumnado universitario y elaborar y ensayar propuestas de capacitación.

Para conseguir dichos objetivos, se desarrollan marcos y procesos que faciliten la integración de la EDS en el currículum universitario de manera holística a través de (i) la cartografía de prácticas pedagógicas y marcos existentes en EDS, (ii) la diagnosis del estado de la EDS en las universidades españolas y (iii) la creación y evaluación de materiales de enseñanza y aprendizaje para el alumnado. También se fomenta el desarrollo de las competencias en EDS del profesorado mediante el diseño de materiales de apoyo y cursos de desarrollo profesional.

En el proyecto participan un total de 15 titulaciones de los ámbitos de la educación y la ingeniería, impartidas en 10 universidades de toda España (UAM, UCA, UCJC, UCO, UdG, UiC, UPC, UPM, US y USAL), y trabajan 56 investigadores entre el equipo de investigación y el equipo de trabajo.

La metodología de investigación es de enfoque interpretativo, con utilización de técnicas cuantitativas y cualitativas, y abarca una población con tres niveles de incidencia:

- 】 Por un lado, se trabajan tres titulaciones de Grado relacionadas con las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica).
- 】 Por otro, y atendiendo a su efecto multiplicador y de largo plazo, se hará especial incidencia en los títulos de Grado y Máster de cinco titulaciones de Educación, ya que sus egresados son los futuros profesores de las nuevas generaciones de ciudadanos.
- 】 Finalmente, se trabajarán siete grados tecnológicos por su gran incidencia sobre los retos de la sociedad a corto plazo.

Las titulaciones en las que se centrará el proyecto son:

- 】 Grados en: Maestro en Educación Infantil; Maestro en Educación Primaria; Pedagogía; Educación Social; Ciencias Ambientales; Administración y Dirección de Empresas; Ingeniería Mecánica; Ingeniería de Diseño; Ingeniería Eléctrica; Ingeniería Informática; Ingeniería Química; y Arquitectura;
- 】 Másteres en: Formación de Profesorado de Secundaria; Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad; e Interuniversitario en Educador/Educadora Ambiental.

En el objetivo O1 del proyecto se han desarrollado dos mapas de la competencia sostenibilidad para identificar los aspectos relacionados con la sostenibilidad que deben trabajarse en cada titulación: un mapa específico y común para todas las titulaciones relacionadas con la educación y otro mapa para las ingenierías y resto de titulaciones. En la Sección 3 se presenta un ejemplo del mapa correspondiente a las ingenierías y resto de titulaciones como primer resultado del proyecto, el mapa del Grado en Ingeniería Informática. El mapa de las titulaciones de educación puede encontrarse en la web del proyecto⁴. El mapa de las ingenierías puede adaptarse de forma casi inmediata a cualquier titulación de ingeniería, y con poco trabajo a muchas otras titulaciones del sistema universitario español. En particular, ha sido adaptado con éxito al Grado en Administración y Dirección de Empresas y al Grado en Ciencias Ambientales.

El mapa de la competencia sostenibilidad de las ingenierías

Como punto de partida para integrar la EDS en el sistema universitario español, la CSCS definió cuatro competencias relacionadas con la EDS que debían trabajarse en todos los grados:

- ▶ C1: Contextualización crítica del conocimiento estableciendo interrelaciones con la problemática social, económica y ambiental, local y/o global;
- ▶ C2: Utilización sostenible de recursos y prevención de impactos negativos sobre el medio natural y social;
- ▶ C3: Participación en procesos comunitarios que promuevan la sostenibilidad; y
- ▶ C4: Aplicación de principios éticos relacionados con los valores de la sostenibilidad en los comportamientos personales y profesionales.

Como punto de partida para realizar el mapa de la competencia sostenibilidad se tomó el trabajo del grupo STEP de la Facultat d'Informàtica de Barcelona, que lleva trabajando desde 2008 en el diseño de un mapa de la competencia Sostenibilidad para los estudios de ingeniería informática (García *et al.*, 2014). El grupo STEP diseñó además una herramienta para introducir y evaluar la sostenibilidad en los Proyectos de Fin de Carrera y los Trabajos de Fin de Grado (Sánchez *et al.*, 2016).

En el proyecto EDINSOST se fusionaron los tres trabajos: las competencias definidas por la CSCS, el mapa de la competencia sostenibilidad del grupo STEP y la matriz de sostenibilidad del Trabajo de Fin de Grado del grupo STEP. El objetivo era encontrar un mapa de la competencia sostenibilidad que pudiese servir para todas las titulaciones involucradas en el proyecto. Para ello, se definió una estructura que partía de las cuatro competencias relacionadas con la sostenibilidad: C1-C4. Cada competencia se analizaría a partir de las tres dimensiones de la sostenibilidad más una dimensión holística, y para cada dimensión se definirían una o más unidades de competencia

⁴ Véase edinsost.upc.edu. Última consulta, octubre 2017.

usando como taxonomía los niveles de competencia de la pirámide de Miller simplificada (Miller, 1990) (los niveles *Demostrar + Hacer* se juntarían en un único nivel de competencia). La figura 1 muestra el esquema propuesto para la competencia C1. Las otras tres competencias siguen un esquema similar.

Figura 1. Estructura del mapa de Sostenibilidad para la competencia C1

Competencia	Dimensión	Unidad de competencia	Niveles de competencia según la pirámide de Miller simplificada		
			Nivel 1: SABER	Nivel 2: SABER CÓMO	Nivel 3: DEMOSTRAR + HACER
C1	Ambiental	Unidad de competencia 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
	Económica	Unidad de competencia n			
		Unidad de competencia 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
		Unidad de competencia n			
		Unidad de competencia 1			
	Social	Unidad de competencia 2			
		...			
		Unidad de competencia n			
	Holística	Unidad de competencia 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
		Unidad de competencia n			

El resultado del trabajo ha producido dos mapas de competencias, uno para las titulaciones relacionadas con la educación y otro para las ingenierías y el resto de titulaciones. Como ejemplo del trabajo realizado, en este artículo se presenta el mapa de las ingenierías adaptado al Grado en Ingeniería Informática. La figura 2 muestra las unidades de competencia seleccionadas para cada una de las cuatro competencias relacionadas con la sostenibilidad.

La competencia C2, tal como se muestra en la figura 2, es la única que trata de forma independiente las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y ambiental. El resto de competencias (C1, C3 y C4) tratan la sostenibilidad de forma holística. Trabajar la competencia C2 en las tres dimensiones de la sostenibilidad supone la diferencia fundamental respecto al mapa de competencias desarrollado para las titulaciones relacionadas con la educación, que describen todas las competencias únicamente a partir de su dimensión holística.

El mapa de sostenibilidad desarrollado para el Grado en Ingeniería Informática se muestra en las figuras 3 y 4. Las competencias se han representado por su numeración (C1-C4) bajo el epígrafe C, y las dimensiones por su inicial (A-Ambiental, S-Social,

E-Económica y H-Holística) bajo el epígrafe D. En el mapa se muestran, para cada una de las unidades de competencia, los resultados de aprendizaje clasificados en los tres niveles de dominio de la pirámide de Miller simplificada.

Figura 2. Unidades de competencia seleccionadas para el mapa de la competencia sostenibilidad del Grado en Ingeniería Informática

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD		
Titulación: Grado en Ingeniería Informática		
Competencias relacionadas	Dimensiones	Unidad de competencia
Contextualización crítica del conocimiento estableciendo interrelaciones con la problemática social, económica y ambiental, local y/o global.	Holística	Tiene una perspectiva histórica (estado del arte) y entiende los problemas sociales, económicos y ambientales, tanto a nivel local como global. Es creativo e innovador. Es capaz de ver las oportunidades que ofrecen las TIC para contribuir al desarrollo de productos y procesos más sostenibles.
Utilización sostenible de recursos y prevención de impactos negativos sobre el medio natural y social.	Holística	Tiene en cuenta la sostenibilidad en su trabajo como ingeniero/a.
	Ambiental	Tiene en cuenta el impacto ambiental de las TIC en su trabajo como ingeniero/a.
	Social	Tiene en cuenta el impacto social de su trabajo como ingeniero/a.
	Económica	Es capaz de realizar con éxito la gestión económica de un proyecto TIC.
Participación en procesos comunitarios que promuevan la sostenibilidad.	Holística	Identifica cuándo la sostenibilidad de un proyecto puede mejorar si éste se realiza a mediante trabajo colaborativo comunitario. Realiza con responsabilidad trabajo colaborativo relacionado con la sostenibilidad.
Aplicación de principios éticos relacionados con los valores de la sostenibilidad en los comportamientos personales y profesionales.	Holística	Se comporta de acuerdo a los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad.

Figura 3. Mapa de sostenibilidad del Grado en Ingeniería Informática para las competencias C1, C3 y C4

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD				
Titulación: Grado en Ingeniería informática				
C D	Unidad de competencia	Niveles de dominio (según la pirámide de Miller simplificada)		
		Nivel 1. SABER	Nivel 2. SABER CÓMO	Nivel 3. DEMOSTRAR + HACER
	Tiene una perspectiva histórica (estado del arte) y entiende los problemas sociales, económicos y ambientales, tanto a nivel local como global.	Conoce las principales causas, consecuencias y soluciones propuestas en la literatura respecto a la problemática social, económica y/o ambiental, tanto a nivel local como global.	Analiza las diferentes dimensiones de la sostenibilidad en la resolución de un problema concreto relacionado con las TIC.	Identifica las principales causas y consecuencias de un problema relacionado con la sostenibilidad que puede tener un producto o servicio TIC y es capaz de relacionarlo con problemas conocidos y con las soluciones aplicadas anteriormente.
C1 H	Es creativo e innovador. Es capaz de ver las oportunidades que ofrecen las TIC para contribuir al desarrollo de productos y procesos más sostenibles.	Conoce los conceptos de creatividad e innovación y estrategias para desarrollarlos.	Reflexiona sobre nuevas formas de hacer las cosas. Sabe como utilizar técnicas que estimulan la creatividad, la generación de ideas, y gestionarlas de tal modo que resulten una innovación. Participa activamente cuando se usan.	Aporta nuevas ideas y soluciones en un proyecto TIC para hacerlo más sostenible, de forma que se mejore la sostenibilidad de productos, procesos o servicios.
C3 H	Identifica cuándo la sostenibilidad de un proyecto puede mejorar si éste se realiza a mediante trabajo colaborativo comunitario. Realiza con responsabilidad trabajo colaborativo relacionado con la sostenibilidad.	Conoce el concepto de trabajo colaborativo comunitario y sus implicaciones en la transformación de la sociedad. Conoce ejemplos de proyectos que han implementado con éxito el trabajo colaborativo comunitario en el ámbito TIC. Conoce herramientas TIC de trabajo colaborativo.	Dado un proyecto TIC que incluya un trabajo colaborativo comunitario, es capaz de valorar las implicaciones de dicho trabajo en la sostenibilidad del proyecto.	Sabe utilizar herramientas de trabajo colaborativo relacionadas con proyectos TIC.
C4 H	Se comporta de acuerdo a los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad.	Conoce los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad. Es consciente de que existen leyes y normativas relacionadas con la sostenibilidad en su ámbito profesional. Conoce el concepto de responsabilidad social y corporativa en general y sus posibilidades y limitaciones.	Es capaz de valorar las implicaciones de los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad en un proyecto TIC.	No toma decisiones que contradigan los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad. Es capaz de proponer soluciones y estrategias para impulsar proyectos TIC coherentes con dichos principios.

Figura 4. Mapa de sostenibilidad del Grado en Ingeniería Informática para la competencia C2

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD					
Titulación: Grado en Ingeniería informática					
Niveles de dominio (según la pirámide de Miller simplificada)					
C	D	Unidad de competencia	Nivel 1. SABER	Nivel 2. SABER CÓMO	Nivel 3. DEMOSTRAR + HACER
	H	Tiene en cuenta la sostenibilidad en su trabajo como ingeniero/a.	Conoce el concepto de coste de uso, directo e indirecto, de los productos y servicios TIC. Conoce el papel estratégico que juegan las TIC en la sostenibilidad del planeta. Conoce los conceptos de justicia social, reutilización de recursos y economía circular. Conoce el concepto de economía social, las ventajas de la solidaridad, del trabajo en equipo y de la cooperación versus la competencia. Conoce los principios de la economía del bien común.	Es capaz de valorar el impacto (positivo y negativo) que pueden tener diferentes productos y servicios TIC en la sociedad y en la sostenibilidad del planeta. Sabe valorar la viabilidad económica de un proyecto TIC y si ésta es compatible con las facetas ambiental y social de la sostenibilidad.	Es capaz de proponer proyectos TIC sostenibles teniendo en cuenta, de forma holística, los aspectos ambientales, económicos y sociales.
	A	Tiene en cuenta el impacto ambiental de las TIC en su trabajo como ingeniero/a.	Conoce tecnologías de reutilización, reducción, reciclaje y minimización de los recursos naturales y los residuos relacionadas con un proyecto TIC. Conoce el ciclo de vida de los productos TIC (construcción, uso y destrucción/desmantelamiento) y el concepto de huella ecológica. Conoce modelos de cálculo de la huella ecológica. Conoce métricas para medir el impacto ambiental de un proyecto TIC (por ejemplo, emisiones contaminantes, consumo de recursos, etc.).	Es consciente de que los productos y servicios TIC tienen un impacto ambiental a lo largo de su vida. Es capaz de medir el impacto ambiental del uso de las TIC usando las métricas apropiadas (por ejemplo: emisiones contaminantes, consumo de recursos, etc.).	Tiene en cuenta los efectos ambientales de los productos y servicios TIC en los proyectos y soluciones tecnológicas en los que participa. Incluye en sus proyectos indicadores para estimar/medir estos efectos a partir de los recursos usados por el proyecto (por ejemplo: consumo de energía, emisiones contaminantes, consumo de recursos, etc.). Calcula la huella ecológica de un proyecto TIC.
	S	Tiene en cuenta el impacto social de su trabajo como ingeniero/a.	Conoce la problemática asociada a la accesibilidad, la ergonomía y la seguridad de los productos y proyectos TIC. Conoce la problemática asociada a la justicia social, equidad, diversidad y transparencia (perspectiva de género, necesidades de los grupos más vulnerables, lucha contra la corrupción, etc.). Conoce las consecuencias directas e indirectas que tienen sobre la sociedad los productos y servicios TIC.	Sabe valorar el grado de accesibilidad, la calidad ergonómica, el nivel de seguridad y el impacto sobre la sociedad de un producto o servicio TIC. Tiene en cuenta los derechos de las personas en su trabajo como ingeniero. Comprende la necesidad de introducir la justicia social, equidad, diversidad, transparencia (perspectiva de género, necesidades de los grupos más vulnerables, lucha contra la corrupción, etc.) en los proyectos TIC. Sabe valorar si un proyecto TIC contribuye a mejorar el bien común de la sociedad.	Tiene en cuenta los aspectos de accesibilidad, ergonomía y seguridad en las soluciones tecnológicas. Tiene en cuenta en sus proyectos la justicia social, la equidad, la diversidad y la transparencia (la perspectiva de género, las necesidades de los grupos vulnerables, la lucha contra la desigualdad y la corrupción, etc.). Incluye en sus proyectos indicadores para estimar/medir cómo estos mejoran el bien común de la sociedad. Es capaz de maximizar el impacto positivo de su actividad profesional sobre la sociedad. Es capaz de diseñar proyectos que contribuyen a mejorar el bien común de la sociedad.

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD

Titulación: Grado en Ingeniería informática

Niveles de dominio (según la pirámide de Miller simplificada)

C	D	Unidad de competencia	Niveles de dominio (según la pirámide de Miller simplificada)		
			Nivel 1. SABER	Nivel 2. SABER CÓMO	Nivel 3. DEMOSTRAR + HACER
		Es capaz de realizar con éxito la gestión económica de un proyecto TIC.	<p>Conoce conceptos básicos sobre organizaciones.</p> <p>Conoce los puntos fundamentales de un plan de negocio.</p> <p>Conoce el proceso de gestión de un proyecto.</p> <p>Conoce técnicas de planificación de proyectos.</p>	<p>Comprende las diferentes partes económicas de un proyecto: amortizaciones, costes fijos, costes variables, etc.</p> <p>Analiza casos reales de planificación y presupuestos de proyectos.</p>	<p>Es capaz de planificar un proyecto TIC (tanto a corto como a largo plazo) y de elaborar un presupuesto completo a partir de los recursos materiales y humanos requeridos.</p> <p>Es capaz de hacer seguimiento económico del desarrollo de un proyecto y detectar desviaciones respecto a la planificación inicial.</p> <p>Es capaz de realizar la gestión económica de un proyecto de ámbito tecnológico durante toda su vida útil.</p>
C2	E				

Discusión y conclusiones

En este artículo se presenta el mapa de la competencia sostenibilidad para la titulación de Grado en Ingeniería Informática como primer resultado del proyecto EDINSOST. El mapa es directamente adaptable a otras titulaciones de ingeniería y se puede adaptar a otras titulaciones con muy poco esfuerzo. Se ha adaptado con éxito a las titulaciones de Grado en Administración y Dirección de Empresas y Grado en Ciencias Ambientales, además de a los Grados en Ingeniería de Diseño, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica. Para titulaciones relacionadas con la educación, se ha propuesto un mapa común a todas ellas en el que solo se trata la dimensión holística de cada competencia.

El proyecto EDINSOST continuará trabajando los dos próximos años en los objetivos O2, O3 y O4, que usan como punto de partida el mapa de sostenibilidad obtenido como resultado del objetivo O1.

Bibliografía

- BARRÓN RUÍZ, A.; NAVARRETE, A. y FERRER-BALAS, D. (2010): “Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar?”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, nº 7, pp. 388-399. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013009018>. Última consulta, octubre de 2017.
- CADEP-CRUE (2012): “Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum. Actualización de la declaración institucional aprobada en

- 2005". Disponible en: http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf. Última consulta, octubre de 2017.
- CECH, E. A. y SHERICK, H. M. (2015): "Depoliticization and the Structure of Engineering Education", *International Perspective on Engineering Education: Engineering education and Practice in Context*, Steen Hyldgaard Christensen et al. (eds), Springer, Nueva York, pp. 203-216.
- COTTON, D.; BAILEY, I.; WARREN, M. y BISSELL, S. (2009): "Revolutions and second-best solutions: education for sustainable development in higher education", *Studies in Higher Education*, 34 (7), pp. 719-733.
- DISTERHEFT, A.; FERRERIA DA SILVA, S. S.; RAMOS, M. R. y DE MIRANDA, U. M. (2012): "Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices", *Journal of Cleaner Production*, vol. 31, pp. 80-90.
- FERRER-BALAS, D.; ADACHI, J.; BANAS, S.; DAVIDSON, C. I.; HOSHIKOSHI, A.; MISHRA, A.; MOTODOA, Y.; ONGA, M. y OSTWALD, M. (2008): "An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9 (3), pp. 295-316.
- FIEN, J. (2002): "Advancing sustainability in higher education. Issues and opportunities for research", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 3 (3), pp. 243-253.
- GARCIA, J.; SÁNCHEZ, F.; LÓPEZ, D.; VIDAL, E.; CABRÉ, J.; GARCÍA, H. y ALIER, M. (2014): "De la teoría a la práctica: cinco años después de la integración de la competencia genérica de sostenibilidad en el Grado en Ingeniería Informática", *XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, JENUI 2014, Oviedo, pp. 253-260.
- LOZANO, R. (2011): "The state of sustainability reporting in universities", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12 (1), pp. 67-78.
- (2012): "Creativity and Organizational Learning as Means to Foster Sustainability", *Sustainable Development*, 22 (3), pp. 205-216.
- MILLER, G. E. (1990): "The assessment of clinical skills/competence/performance", *Academic Medicine* (suplemento), 65 (9), pp. S63-S67.
- NACIONES UNIDAS (2012): "The future we want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development adopted at Rio+20". Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>. Última consulta, octubre de 2017.
- SÁNCHEZ, F.; CABRÉ, J.; ALIER, M.; VIDAL, E.; LOPEZ, D.; MARTÍN, C. y GARCIA, J. (2016): "A Learning Tool to Develop Sustainable Projects", *Frontiers in Education Conference FIE*, Erie, PA USA, octubre.
- SEGALÁS, J.; FERRER-BALAS, D.; SVANNSTRÖM, M.; LUNDQVIST, U. y MULDER, K. F. (2009): "What has to be learnt for sustainability? A comparison of bachelor engineering education competences at three European universities", *Sustainable Science*, vol. 4, pp. 17-27.

- SEGALÀS, J.; FERRER-BALAS, D. y MULDER, K. F. (2010): "What do engineering students learn in sustainability courses? The effect of the pedagogical approach", *Journal of Cleaner Production*, 18 (3), pp. 275-284.
- TILBURY, D. (2011): "Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning", UNESCO, París. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191442e.pdf>. Última consulta, octubre de 2017.
- UNESCO (2005): "United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): Draft International Implementation Scheme". Disponible en: http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/e13265d9b948898339314b001d91fd01draftFinal+IIS.pdf. Última consulta, octubre de 2017.
- (2009): "UNESCO World Conference on Education for Sustainable Development: Bonn Declaration". <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001887/188799e.pdf>. Última consulta, octubre de 2017.
- (2015): "Global Action Programme: A renewed commitment for sustainability education". Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002310/231074s.pdf>. Última consulta, octubre de 2017.
- WRIGHT, T. (2010): "University presidents' conceptualizations of sustainability in higher education", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11 (1), pp. 61-73.