

XI SEMINARIO INVESTIGACIÓN AMBIENTAL:
AVANCES PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA
EDUCACION SUPERIOR



Coordinación Dra. Belén Sáenz-Rico de Santiago

Comité científico: Saban Vera, C; Gonzalo Muñoz, V; Sánchez Alba, B; Ruiz Gutiérrez, B; Coronado Marí, A.

Universidad Complutense de Madrid

Coordinación Dra. Belén Sáenz-Rico de Santiago

Comité científico: Dra. Carmen Saban Vera; Dr. Valentín Gonzalo Muñoz; Dra. Bienvenida Sánchez Alba; Dr. Borja Ruiz Gutiérrez; Alfonso Coronado Marín

Grupo de investigación SOCIDES (Sociedades inclusivas para el desarrollo sostenible)

Universidad Complutense de Madrid

**XI SEMINARIO INVESTIGACIÓN EN EDUCACION AMBIENTAL: AVANCES
PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Junio 2017**

Edita:

Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Organismo Autónomo Parques Nacionales

NIPO: 650-19-017-0

AGRADECIMIENTOS

Esta Publicación y el desarrollo del seminario no podrían ver su luz sin la estimable ayuda del CENEAM y no podemos dejar de mencionar a los compañeros y compañeras que hace años iniciaron el primer Doctorado interdisciplinar en Educación Ambiental.

Gracias por vuestro camino andado y por guiarnos hacia nuevas rutas.

PRESENTACIÓN

En el marco del XI seminario de investigación en Educación Ambiental: Avances para la sostenibilidad en la Educación Superior se presentaron los trabajos, proyectos que desde distintas Universidades se están realizando con el objetivo de sostenibilización de los currículos formativos de los actuales Grados Universitarios. Desde un análisis de las prácticas que se presentan sirva este monográfico para identificar los Obstáculos, posibilidades para alcanzar una Educación Superior de Calidad en la cual el parámetro Desarrollo Sostenible sea el nuevo reto a incorporar en cualquier institución de Educación.

XI SEMINARIO INVESTIGACIÓN EN EDUCACION AMBIENTAL: AVANCES PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.

ÍNDICE

0.- Editorial: Sáenz-Rico, B. Título “Re-conceptualizando el desarrollo humano: universidad y sostenibilidad”.....	6
1.- Sánchez, F; Segalás, J. Título “Diseño del Mapa de sostenibilidad del Proyecto EDINSOST”.....	13
2.- Sánchez, F; Segalás, J. Título “Proyecto EDINSOST. Objetivo 4. Diseño de un cuestionario para diagnosticar el estado de aprendizaje de la sostenibilidad en el alumnado universitario”.....	28
3.- Gómez-Jarabo, I; Saban, MC; Sánchez, B. Título “La metodología del seminario para la adquisición de competencias en sostenibilidad. El caso del Trabajo de Fin de Grado en Educación Socialocial”.....	38
4.- Collazo, L; Geli, AM; Terradellas, R; Benito, MH. Título: “Metodologías de Co-Creación como forma de Aprendizaje para la transformación hacia una sociedad Sostenible: El caso de la Universidad de Girona (UdG)”.....	56
5.- Alba, David; Benayas, J; Gutierrez, J. Título. “La evaluación como herramienta para la incorporación de la sostenibilidad en la educación superior”.....	72
6.- Correa-Guimaraes, A; Eugenio, M. Título “Huertos EcoDidácticos: espacios de referencia para Educar para la sostenibilidad en la Universidad”.....	90
7.- Uruburu, A; Miñano, R; Moreno-Romero, A; Lumbreras, J; Carraco-Gallego, R; Borge, R. Título “Metodología docente para la integración de criterios de sostenibilidad en proyectos de ingeniería”.....	103

8.- Miñano, R. Título: <i>“Integración de la sostenibilidad en los estudios de ingeniería industrial e ingeniería informática en universidades españolas”</i>	121
9.- Busquest, P; Segalás, J; Sánchez, F. Título <i>“Necesidades formativas en sostenibilidad en el profesorado universitario: Diseño del cuestionario”</i>	134
10.- Barrón, A; Muñoz, JM; Caballero, D. Título: <i>“Sembrando comunidad. Una experiencia intergeneracional”</i>	150
11.- Galván L; Ouriachi, T; Gutiérrez, J. Título: <i>“Diseño y aplicación de un instrumento de calidad a una muestra de juegos On Line sobre agua”</i>	160
13.- Ortega Lasuen, U; Díez, JR. Título: <i>“La transición energética como recurso educativo para mejorar la comprensión de los conceptos fundamentales de la energía entre el futuro profesorado de educación primaria</i>	175

RE-CONCEPTUALIZANDO EL DESARROLLO HUMANO: UNIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD

Dra. Belén Sáenz-Rico de Santiago
Universidad Complutense de Madrid

Nadie se atrevería a poner en duda que estamos atravesando una profunda crisis. Desde algunas perspectivas, ésta se pone de manifiesto en la subida de la prima de riesgo, el aumento del déficit público, o la pérdida de la confianza de los mercados. Para otros, la crisis es más que la alteración de unos indicadores que describen la coyuntura económica. La crisis del sistema se evidencia por la crisis ambiental, la crisis de derechos humanos políticos, sociales, culturales, económicos, etc. que generan exclusión y que afectan, aunque de diferente forma, al conjunto del planeta.

Estamos en un periodo de desequilibrio e inestabilidad mundial, ¿crisis? ¿Por qué se caracteriza?. La crisis que se nos presenta en la actualidad comenzó hace apenas unos pocos años, y afecta a algunos países que hasta ahora se habían percibido a sí mismos como los países desarrollados. Sin embargo, la desigualdad, la exclusión y la vulneración de derechos humanos no conocen fronteras, y no sólo se vienen produciendo desde hace décadas, sino más bien, que en los últimos años se han visto agravadas.

Nadie pone en duda que el ser humano ha conseguido impactar en el sistema tierra, de tal forma que en el mundo científico se discute en la actualidad la definición de una nueva era geológica llamada Antropoceno. Los sistemas sociales, económicos, políticos y culturales han desestructurado los sistemas naturales, superando su capacidad de resistencia y adaptación. Poniendo en serio peligro el equilibrio dinámico de todos ellos.

Esta crisis ecológica global es ante todo una crisis civilizatoria en la que hay implicados valores, ideas, perspectiva y conocimiento (Orr, 1994); esto es, una crisis *de* educación, aunque no solamente *en* la educación.

Si ampliamos el alcance de nuestra mirada, nos hacemos conscientes de que, según los últimos datos de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), el número de personas desnutridas tras haber disminuido de forma constante durante más de una década, volvió a aumentar en 2016, el 11% de la población mundial, lo que afectó a 815 millones de personas. En Asia a 520 millones; 243 millones en África y 42 millones en Latinoamérica y el Caribe.

El 75% de las variedades Genéticas de los cultivos agrícolas han desaparecido en el último siglo a consecuencia de una lógica de monocultivos y monopolios que se traduce en alimentos de mala calidad, a bajos precios para los consumidores y consumidoras de los países del Norte, hambre y

miseria en los países empobrecidos y grandes beneficios para los intermediarios y las empresas multinacionales del sector.

El 95% de la soja cultivada en el mundo se destina a la elaboración de piensos para ganadería con el fin de satisfacer la demanda de productos cárnicos en Europa y Norteamérica; así como a la elaboración de agro-combustibles. En Argentina, Brasil y Paraguay se cultivan semillas genéticamente modificadas y se utiliza masivamente el glifosato, un agrotóxico que causa la deforestación de vastas extensiones de terreno, responsables de 31.7% de los gases de efecto invernadero. El uso generalizado y cada vez más intensivo del glifosato en asociación con el uso de cultivos GM (genéticamente modificados, también denominados transgénicos) plantea riesgos adicionales para el medio ambiente y la salud humana. El uso del glifosato en cultivos transgénicos RR tales como la soja, el maíz y el algodón, se ha incrementado drásticamente en toda América, donde predomina su cultivo (Greenpeace, 2011)

Lo irónico es que nunca como en nuestros días se han producido en el mundo tantos alimentos y, sin embargo, el 70% de las personas que pasan hambre son quienes la producen.

El cambio climático ocasiona sequías inusuales e inundaciones que destruyen tierras y cosechas, por lo que se prevé una reducción de la productividad de cultivos importantes para la alimentación humana. A nivel global, el cambio en las precipitaciones y la desaparición de los glaciares también podría afectar al acceso al agua potable.

Como vemos, la crisis nos pone en relación: sus consecuencias afectan a toda la humanidad, todos y todas podemos encontrar a la vez nuestra parcela de responsabilidad en ella. La crisis en la que nos encontramos no se reduce, por lo tanto, al colapso financiero. Es una crisis global, acumulada y multidimensional, es la crisis del modelo de desarrollo dominante (Fernández, 2011).

Para el sistema dominante, el capitalismo, es la acumulación de capital lo que impulsa el desarrollo, transformando la lógica que existía previamente según la cual los mercados permitían sencillamente el intercambio de bienes y servicios entre quienes accedían a él para satisfacer sus necesidades. El capitalismo cambia el sentido de la actividad económica, es decir, produce mercancías, no para intercambiarlas y conseguir así otras mercancías, sino para hacer crecer el capital inicial.

En 1972, el Informe “Los límites del crecimiento”, publicado por el Club de Roma, afirmaba que:

“Si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantiene sin variación, alcanzará los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años”.

El informe se apoyaba en la idea de que «en un planeta limitado, las dinámicas de crecimiento exponencial no son sostenibles» y, en la actualidad, podemos afirmar que tanto el crecimiento como la destrucción de la naturaleza ha sido más veloz de lo que entonces previeron.

En los últimos tiempos estamos viendo el aumento de conflictos bélicos por esta materia prima, encubiertos en postulados culturales-religiosos con el único objetivo de dominar el mundo. En la última década, el número de conflictos ha aumentado de forma dramática y se han vuelto más complejos e irresolubles por su naturaleza, afirman los responsables de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), UNICEF, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Subrayan que algunas de las tasas más elevadas del mundo de niños con inseguridad alimentaria y malnutrición, se concentran ahora en zonas de conflicto.

El cambio climático, provocado por el aumento descontrolado de la emisión de gases de efecto invernadero, tiene consecuencias catastróficas para el planeta. El ciclo del agua se ha roto y el sistema de renovación no da abasto para renovar agua al ritmo que se consume, por lo que el control de los recursos hídricos se perfila igualmente como una de las fuentes principales de los futuros conflictos armados. Estos procesos, y el mantenimiento de actividades de indudable riesgo ambiental, como la comercialización de nuevos productos químicos cuyos efectos a largo plazo no han sido investigados, la liberación de especies animales o vegetales genéticamente modificadas o la proliferación de la industria nuclear, afectan en mayor medida a los países empobrecidos.

Si partimos de que el 12% de la población mundial, que vive en Norteamérica y en Europa Occidental, realiza el 60% del consumo mundial, podemos entender la deuda ecológica como la deuda acumulada por los países industrializados hacia los países empobrecidos. Y, sin embargo, los países enriquecidos no hemos reflexionado y planteado seriamente los impactos medioambientales de la acción de expolio sistemático de recursos naturales. La degradación ambiental contribuye además a ensanchar la brecha entre los diferentes grupos sociales al incidir directamente sobre las desigualdades, haciendo más evidentes los desequilibrios socio/económicos entre países o grupos sociales.

Para entender que un modelo de desarrollo, tan aparentemente poco equilibrado, se haya impuesto en todo el mundo como el más eficiente y racional, hay que remontarse a la etapa histórica en la que la ciencia se abre paso: La Modernidad.

En esta etapa, que culmina con la Ilustración a finales del S.XVIII, es el momento en el que despegó definitivamente el sistema capitalista, cuando se estableció la relación que debía darse entre los seres humanos y la naturaleza, y se creó un sistema tecno-científico que creció a unas velocidades incompatibles con los procesos que sostienen la vida.

La Modernidad se caracteriza por una estructura de pensamiento binario y jerarquizado, en el que la realidad se divide en una serie de dualismos, siendo

uno de los más relevantes la oposición entre cultura y naturaleza. Así, el concepto del progreso humano se fue construyendo en oposición al estado de naturaleza, y en base al alejamiento de la misma.

El desarrollo tecnológico fue considerado como el motor del progreso al servicio de una idea simplificadora que asociaba consumo con bienestar y, frente al saber tradicional, se impuso el conocimiento científico. La revolución científica condujo a conceptualizar la naturaleza como una enorme máquina que podía ser diseccionada y estudiada por partes y a la que el ser humano, desde una posición externa a ella, podía dominar. Esta consideración de la naturaleza apuntaló una concepción antropocéntrica, según la cual los seres humanos se auto perciben como dueños de la naturaleza.

Este antropocentrismo, que se materializó en la dominación del hombre sobre el resto del planeta, define todavía hoy, el comportamiento de la humanidad occidental, considerando a la Tierra como un enorme almacén al servicio de las personas. Sin embargo, nuestra actual vulnerabilidad ante esta crisis ambiental no puede sino hacernos cuestionar esta supuesta independencia, para llevarnos a reconocer nuestra ecoddependencia del mundo natural.

Ya hemos definido las consecuencias del conflicto entre un sistema económico, que necesita crecer, extraer materiales, fabricar cosas y generar residuos de forma constante y creciente para mantenerse, y un planeta con límites materiales y humanos. Por eso, podemos afirmar que el deterioro social y ambiental no es un daño colateral del modelo de desarrollo, sino que es una consecuencia ineludible de ese tipo de desarrollo.

Nuestra propuesta de transformación debe asentarse en el principio de “poner la vida en el centro”, esto es, situar en el centro del modelo de desarrollo el sostenimiento de la vida y el bienestar colectivo.

Mientras la ética de la justicia nos recuerda la obligación moral de no actuar injustamente con los otros, la empatía, habilidad necesaria para el siglo XXI, nos recuerda la obligación de no girar la cabeza ante las necesidades de los demás. Por otro lado, frente al sentido materialista de la felicidad y bienestar construido por nuestras sociedades de consumo, resulta transformador enlazar con corrientes que defienden, no tanto un desarrollo alternativo, como una alternativa al desarrollo: “construir un nuevo paradigma que recupere el sentido de la vida desde la diversidad de opciones de pueblos y culturas”.

Esta visión de un desarrollo más sostenible y centrado en las personas, se aproxima al concepto de Desarrollo Humano definido por el programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en 1990.

Es imprescindible ralentizar nuestra vida, nuestra forma de producir y consumir, de movernos. Hay que volver a acompasar nuestros ritmos con los del planeta. Una velocidad vital social alta implica una dificultad grande para ver por dónde y hacia dónde vamos, lo que restringe nuestra posibilidad de dirigir el camino adecuadamente. Desde las Universidades debemos, tenemos la responsabilidad social de reconducir nuestras acciones.

La búsqueda de ese nuevo modelo de desarrollo planetario requiere construir desde lo colectivo, se transpone en la vida social como una gestión democrática de las comunidades y sociedades, de manera que nos responsabilicemos de nuestros actos a través de la PARTICIPACIÓN SOCIAL. Y, cuando hablamos de democracia, nos referimos a una democracia participativa, en la que los valores básicos sean la cooperación, la horizontalidad, la equidad, la justicia, el biocentrismo (huyendo del antropocentrismo y el androcentrismo) y la libertad.

La agenda 2030 y los 17 objetivos de desarrollo sostenible son la cuerda y el material que Naciones Unidas ha venido construyendo de forma participativa con todos los países y actores sociales para intentar superar tan altas cimas. Representan nuevas estrategias para hacer frente a viejos problemas, pero se ha aprendido de los errores cometidos en el pasado?

La aprobación en septiembre de 2015 de los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Plan de Acción Global 2030 suponen un nuevo intento y cambio de referencia para mejorar la salud colectiva del Planeta. Se produce una evolución conceptual y de metodologías entre los ODM a los ODS en donde se integran objetivos sociales, ambientales y económicos dirigidos a todos los países, al Planeta en su globalidad

Las universidades deberán actuar como modelos de referencia en nuestras sociedades, declaran y expanden su compromiso público por medio, principalmente, de una investigación responsable con los problemas ambientales y sociales de su entorno. Las instituciones de educación superior, empiezan a extender el valor y el impacto de sus enseñanzas e investigaciones a nivel local, actuando como catalizadores de cambio en sus comunidades más próximas. -La universidad como entidad docente e investigadora es un principal agente de cambio pues puede proporcionar respuestas a los problemas de la sociedad, experimentar científica y tecnológicamente las soluciones a dichos problemas y capacitar al capital humano que debe emprender el cambio.

La comunidad internacional está convencida de que se necesita desarrollar –a través de la educación- unos valores, comportamientos y modos de vida indispensables para un futuro sostenible y de que las universidades tienen un rol en este desafío. Así se han incorporado mandatos específicos para las universidades en las principales declaraciones de medio ambiente y sostenibilidad (Estocolmo 1972. Río 1992, Johannesburgo 2002...), pero también se han elaborado y difundido diferentes declaraciones de sostenibilidad universitaria, a distintas escalas geográficas (Grindsted y Holm, 2012 y Lozano *et al.*, 2013).

Aunque suene a evidencia, una universidad que promueva la sostenibilidad ha de ser sostenible y, para eso, han de ser transformadoras. La sostenibilidad ha de entrar a formar parte de los principios rectores de la actividad universitaria, ha de incorporarse al ADN de las universidades (Tilbury, 2010).

La nueva agenda 2030 y los nuevos ODS ofrecen una oportunidad única, pues integran en un mismo escenario de acción metas sociales, ambientales, económicas, de paz y alianzas. Los 17 objetivos consensuados a nivel mundial son un marco de trabajo que debería facilitar el camino y la búsqueda hacia un mundo más equitativo social y ambientalmente y, consecuentemente, con un mayor nivel de bienestar humano. Se deberían incluir los contenidos y procedimientos (habilidades) para la sostenibilidad en todas las etapas educativas para romper con las inercias de los sucesivos currículos y materias. Sería conveniente seleccionar, y adaptar los ODS que se vayan a trabajar en cada curso como una manera de aumentar el interés del proceso de enseñanza-aprendizaje, favorecer el trabajo en equipo, y animar a la investigación educativa. Los ODS pueden servir como elemento transformador de planes de estudio y estándares de calidad nacionales y según señala Unesco: "Los planes de estudio tienen que garantizar que los futuros ciudadanos- profesionales aprendan no solo habilidades básicas, sino también habilidades transferibles, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el activismo y la resolución de conflictos, para ayudarlos a convertirse en ciudadanos globales responsables".

Los estudiantes universitarios son los líderes del futuro, si perdemos la oportunidad de comprometerlos con los 17 retos de bienestar recogidos por la agenda 2030, estaremos perdiendo a toda una generación de referencia que será difícil de recuperar. La universidad debe hacer una apuesta clara por educar hacia opciones de futuro sostenible.

Las universidades como centros de investigación deberían primar e incentivar la realización de proyectos innovadores encaminados a alcanzar los ODS y una gestión más sostenible de los recursos. El futuro de la especie humana en el Planeta depende en gran medida de la capacidad que puedan tener las universidades y centros de investigación de generar opciones de consumo y forma de vida más sostenibles y viables. Nos encontramos en un momento crítico en el que se debe apostar por nuevos modelos de desarrollo y la universidad puede ser el laboratorio perfecto, no solo para idearlos y diseñarlos sino también para ponerlos en práctica y evaluar sus resultados. Las universidades deben ser los puntos neurálgicos de esa red de transformaciones que deben implantarse en toda la sociedad.

La Responsabilidad Social Universitaria y la sostenibilidad deben entenderse como una RE CONCEPTUALIZACIÓN del conjunto de la Institución universitaria, a la luz de los valores, objetivos, formas de gestión en iniciativas que supongan un mayor compromiso con la sociedad y con el futuro de las nuevas generaciones.

El concepto de la Responsabilidad Social y de la Sostenibilidad Universitaria se enmarca en un compromiso transversal, plural, progresivo y multidimensional. El Foco se centra en la contribución universitaria a un modelo de innovación y de desarrollo social, cultural, económico, ambiental y socialmente sostenible.

Referencias Bibliográficas

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2017). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017. Fomentando la resiliencia en aras de la paz y la seguridad alimentaria*. Roma, FAO.

Fernández, R. (2011): *La quiebra del capitalismo global 2000-2030*, Libros en Acción, Baladre y Virus.

GREENPEACE, (2011). Tolerancia a herbicidas y cultivos transgénicos.

Grindsted, T. S. & Holm, T., (2012) *Thematic development of declarations on Sustainability in Higher Education*. Environmental economics, Vol. 1. Issue, 1 Pp 32-39.

Meadows, D. H.; Meadows, D. L. Randers, J. y Beheren, W. W. (1972): *Limits to growth*, New York: Pontomac Associates.

Orr, D., (1994) *Earth in mind: On Education, Environment and the Human Prospect*. Island. Press. Washington, D. C

Tilbury, D., (2010) *Sustainability in the DNA of the university*. Sustainable Mediterranean, 63-64. Pp. 9-13.

Proyecto EDINSOST. Objetivo 1. Diseño del mapa de sostenibilidad¹

Fermín Sánchez Carracedo, Jordi Segalàs

Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

EDINSOST es un proyecto financiado por el Programa Estatal de I+D+i, y está orientado a afrontar los Retos de la Sociedad. El proyecto tiene por objetivos la formación de titulados capaces de liderar la resolución de los retos de nuestra sociedad mediante la integración de la formación en sostenibilidad en el Sistema Universitario Español. En el proyecto participan 55 investigadores de 10 universidades españolas. Para conseguir su objetivo, el proyecto ha definido el mapa de la competencia en sostenibilidad de 15 titulaciones. A partir del mapa se establecerán las estrategias didácticas más apropiadas para la formación en sostenibilidad, se diagnosticará el estado de las necesidades formativas en sostenibilidad del profesorado y del estudiantado y, finalmente, se elaborarán propuestas de capacitación para ambos colectivos. En este artículo se presenta el proyecto EDINSOST y el mapa de la competencia Sostenibilidad de las ingenierías como primer resultado del proyecto. El mapa es fácilmente adaptable a muchas titulaciones de educación superior, y se adapta de forma directa a cualquier Grado en Ingeniería.

Abstract

EDINSOST is a project financed by the Spanish Research Program, and it is oriented to face Society challenges. Its main goal is the training of graduates capable of leading the resolution of the challenges of our society through the integration of the Sustainability in the Spanish University System. The project is being developed by 55 researchers from ten universities. The first expected outcome of the project is the sustainability competency map of 15 undergraduate degrees. The map will help to establish the most suitable didactic strategies to train sustainability, and to know the faculty and students training needs. From this study, the training program in sustainability will be organized. In this paper, we introduce the EDINSOST project. In this paper, we present the EDINSOST project and the Sustainability competency map of engineering degrees as the first result of the project. The map is easily adaptable to many higher education degrees, and it adapts directly to any Engineering Degree.

¹ EDUCACION E INNOVACION SOCIAL PARA LA SOSTENIBILIDAD. FORMACION EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS DE PROFESIONALES COMO AGENTES DE CAMBIO PARA AFRONTAR LOS RETOS DE LA SOCIEDAD. Proyecto subvencionado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Reino de España. EDU2015-65574-R.

Palabras clave

Mapa de la competencia sostenibilidad de las ingenierías, proyecto EDINSOST, educación para la sostenibilidad, formación en sostenibilidad.

Keywords

EDINSOST's Engineering competency maps, EDINSOST project, Education for sustainability, Sustainability training.

Introducción y antecedentes

La sociedad actual se enfrenta a desafíos globales como son 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 la calidad de vida, la equidad entre las generaciones presentes y futuras y la salud ambiental (Naciones Unidas, 2012).

Desarrollo sostenible y Educación

Aunque la conceptualización del Desarrollo Sostenible sigue siendo controvertida, existe un consenso mundial sobre la necesidad de crear conciencia y de 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.

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 socio-ambientales a los que se enfrenta la sociedad actual (Naciones Unidas, 2012; UNESCO, 2005). La integración de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en la Educación Superior contribuye a desarrollar las competencias en sostenibilidad de los graduados universitarios, como son el pensamiento crítico y creativo, la resolución de problemas, la capacidad para la acción, la capacidad de colaboración o el pensamiento sistémico, formando potenciales agentes de cambio capaces de configurar sociedades más sostenibles.

Numerosas son las universidades que han firmado declaraciones internacionales que las comprometen a introducir el Desarrollo Sostenible en su política educativa, incluyendo el currículum, la investigación y 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, Mulder, 2010).

En el contexto español, la Comisión Sectorial de la CRUE en Sostenibilidad (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 que permita proporcionar al alumnado las competencias (transversales) en sostenibilidad (CADEP-CRUE, 2012).

El GTSC asume la sostenibilidad como un “concepto que incluye la búsqueda de la calidad ambiental, la justicia social y una economía equitativa y viable a largo plazo” (CADEP-CRUE, 2012). El GTSC ha detectado que los docentes tienen dificultades para entender el concepto de “sostenibilización curricular” y su integración en las distintas asignaturas, independientemente de su área de conocimiento, ya que esta integración requiere una práctica interdisciplinaria e innovadora (Barron, Ferrer-Balas, Navarrete, 2010; Tilbury, 2017). Recientes estudios muestran los esfuerzos realizados para implementar la Sostenibilidad en la Educación Superior, pero se trata de un área de investigación y actuación emergente limitada por la falta de criterios comunes sobre las competencias a integrar, su promoción y su evaluación en los grados universitarios (Segalàs, Ferrer-Balas, Svanström, Lundqvist y Mulder, 2009; Disterhefta, Ferreira, Ramos y de Miranda, 2012, Ferrer-Balas et al, 2010; Lozano, 2011; Lozano, 2012). Como campo de investigación emergente, la EDS se ha centrado principalmente en los siguientes aspectos (Cotton, Biley, Warren y Bissell, 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 áreas específicas, como ciencias ambientales o geografía;
- Desarrollos teóricos sobre la enseñanza y el aprendizaje enfocados 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. Así, es fundamental considerar el trabajo conjunto y coordinado entre diferentes equipos de investigación e instituciones dentro del Sistema Universitario Español. Es necesario, por tanto, dar valor a las propuestas y proyectos realizados con alumnado y profesorado que nos ayuden a orientarnos en el sentido que ha de tomar el cambio.

La integración de la sostenibilidad en el currículo, el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje para su implementación en el contexto universitario español, y la evaluación del nivel de competencia en sostenibilidad de los actuales egresados del sistema universitario español, representan el foco central del proyecto EDINSOST.

El Proyecto EDINSOST

Bajo el título “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” (EDINSOST), se presentó al Programa Estatal de I+D+i un proyecto cuyo objetivo es avanzar en la innovación educativa en EDS en las universidades españolas para formar a los futuros titulados en competencias que les permitan catalizar el cambio hacia una sociedad más sostenible. El proyecto (www.edinsost.upc.edu) 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.

Dado el actual estado de la EDS en el ámbito universitario, EDINSOST considera necesario impulsar un cambio cultural hacia la sostenibilidad para la integración de la Sostenibilización Curricular en las titulaciones de las universidades españolas. Para ello, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Introducir la sostenibilidad como competencia a trabajar en un conjunto de asignaturas específicas de cada titulación. Para hacerlo, se deben incorporar conceptos de EDS en cada asignatura. Este conjunto de asignaturas formará un itinerario competencial en EDS que permitirá a los egresados incorporar la sostenibilidad a su ámbito de especialización.
- Introducir en las titulaciones asignaturas específicas en las que se trabaje la sostenibilidad. Estas asignaturas formarán también parte del itinerario competencial en EDS.
- Desarrollar proyectos interdisciplinares y multi-disciplinares en los que se trabaje la sostenibilidad junto con las competencias específicas de cada titulación.
- Introducir la EDS en los procesos de formación en todas las titulaciones.
- Avanzar en la innovación pedagógica y desarrollar materiales para facilitar la formación en sostenibilidad del alumnado y del profesorado.
- Formar en sostenibilidad al alumnado y al profesorado.
- Definir estándares y perfiles basados en competencias en EDS.

En el proyecto participan 15 titulaciones pertenecientes a los ámbitos de la educación y la ingeniería. Las titulaciones a las que se aplicará el proyecto se

imparten en 10 universidades Españolas (UAM, UCA, UCJC, UCO, UdG, UiC, UPC, UPM, US y USAL). En el proyecto trabajan 55 investigadores, distribuidos entre el equipo de investigación y el equipo de trabajo. Las 10 universidades trabajan la sostenibilidad en el marco de la CSCS y en colaboración con otras universidades enmarcadas dentro del GTSC.

Método

La metodología de investigación de EDINSOST sigue un enfoque interpretativo, y utiliza tanto técnicas cuantitativas como cualitativas. El trabajo se realiza en distintas titulaciones con tres niveles de incidencia.

- En primer lugar, tres titulaciones de Grado y Master relacionadas con las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica): el Grado en Ciencias Ambientales, el Master en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad y el Master Interuniversitario en Educador/Educadora Ambiental.
- Atendiendo a su efecto multiplicador y de largo plazo, se trabaja en los títulos de Grado y Máster de cinco titulaciones de Educación, ya que sus egresados serán los futuros profesores de las nuevas generaciones de ciudadanos: los grados en Pedagogía, Educación Social, Maestro en Educación Infantil y Maestro en Educación Primaria, y el Máster en Formación de Profesorado de Secundaria.
- Finalmente, siete grados con gran incidencia sobre los retos de la sociedad a corto plazo: los Grados en Administración y Dirección de Empresas, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Diseño, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Informática, Ingeniería Química y Arquitectura.

El proyecto EDINSOST se desarrollará a partir de cuatro objetivos específicos:

- O1: Definir el mapa de sostenibilidad de cada una de las titulaciones participantes en el proyecto y establecer el marco que facilite incorporar el mapa a la titulación de manera holística;
- O2: Validar diferentes estrategias didácticas para trabajar la sostenibilidad desde un enfoque pedagógico constructivista y comunitario;
- O3: Diagnosticar el estado de las necesidades formativas, en términos de sostenibilidad, del profesorado de cada titulación, y elaborar y ensayar propuestas de capacitación;
- O4: Diagnosticar el nivel de competencia en sostenibilidad del alumnado universitario y elaborar y ensayar propuestas de capacitación.

Los resultados generados por el proyecto se transferirán a otras universidades del ámbito nacional a través de la CSCS, y a otras universidades del ámbito internacional a través de su plan de difusión y transferibilidad. Para realizar

esta difusión, se dispone de un observatorio en EDS y se trabajará con redes europeas de Educación Superior en Sostenibilidad.

Con el objetivo de integrar la EDS en el sistema universitario español, en el proyecto EDINSOST se consideró fundamental elaborar un Mapa de la Competencia Sostenibilidad que pudiese servir para todas las titulaciones involucradas en el proyecto. En EDINSOST trabajan tanto miembros de la CSCS como miembros del grupo SeeCS² de la Facultad de Informática de Barcelona, que lleva años desarrollando estrategias para incluir la sostenibilidad en los estudios de Grado en Ingeniería Informática. Dado que, por un lado, la CSCS había estado trabajando en concretar las competencias relacionadas con la EDS que debían trabajarse en todos los grados y que, por otro lado, el grupo SeeCS tiene experiencia en la elaboración del mapa de la competencia de Sostenibilidad (Sánchez et al., 2015), se consideró oportuno compartir la experiencia acumulada. Cada grupo había elaborado sus propias propuestas e instrumentos, por lo que se consideró que, como punto de partida, ambas propuestas se debían fusionar.

Por un lado, la CSCS había concretado cuatro competencias relacionadas con la sostenibilidad que debían trabajarse en todos los grados para incluir la EDS.

- 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.
- C4: Aplicación de principios éticos relacionados con los valores de la sostenibilidad en los comportamientos personales y profesionales.

Por otro lado, el grupo SeeCS había diseñado un mapa para la competencia sostenibilidad para los estudios de Grado en Ingeniería Informática. El mapa es una tabla de doble entrada: en sus filas se consideran las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, social y ambiental) más una dimensión holística que considera las tres anteriores de forma simultánea. A su vez, cada dimensión se subdivide en una o más unidades de competencia (aspectos específicos a tratar dentro de cada dimensión). En sus columnas se encuentran los resultados de aprendizaje esperados en la titulación, relacionados con cada unidad de competencia y clasificados en tres niveles de dominio. Para definir los niveles de dominio se usaron los tres niveles más bajos de la taxonomía de Bloom (conocimiento, comprensión y aplicación) (Bloom, Engelhart, Furst, Hill y Krathwohl, 1956).

Por otra parte, el grupo SeeCS había desarrollado también una Matriz de Sostenibilidad para introducir dicha competencia en los Trabajos de Fin de

² http://seeecs.site.ac.upc.edu/wiki/List_of_Papers. Última consulta, 17 de Noviembre de 2017

Grado (TFG) (Sánchez et Al., 2016). Esta matriz contempla en sus filas las dimensiones de la sostenibilidad y en sus columnas aspectos relacionados con el desarrollo del TFG. Siguiendo el método socrático (Sánchez et Al., 2015), las celdas de la matriz contienen preguntas que el estudiante debe plantearse a medida que avanza en el desarrollo del TFG. La matriz sirve de guía tanto para el estudiante como para el tribunal que ha de evaluar el TFG.

Con el fin de integrar todos estos instrumentos en una única propuesta, se definió una estructura que partía de las cuatro competencias (C1-C4) relacionadas con la sostenibilidad definidas por la CSCS. Cada competencia se estudiaría desde la perspectiva de las tres dimensiones de la sostenibilidad más la dimensión holística, y para cada dimensión se definirían una o más unidades de competencia (aspectos de la competencia que se consideran y definen la competencia de forma más precisa).

En los trabajos previos del grupo SeeCS se habían usado los tres niveles más bajos de la taxonomía de Bloom como niveles de dominio. Teniendo en cuenta que quedaban tres niveles de dominio de la taxonomía de Bloom no asignados en el mapa (análisis, síntesis y evaluación), se prefirió utilizar como taxonomía una versión simplificada de la pirámide de Miller (Miller, 1990), que manteniendo tres niveles permite cubrir con el mapa de competencias todos los niveles de dominio de la taxonomía. La pirámide de Miller define cuatro niveles de dominio: Saber, Saber Cómo, Demostrar y Hacer. Se optó por juntar los niveles Demostrar y Hacer en un único nivel de dominio, dada la sutil diferencia que presentan en muchos casos.

La Ilustración 1 muestra el esquema propuesto para la competencia C1. Las otras tres competencias siguen un esquema similar.

Ilustración 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 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
	social	Unidad de competencia 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
	Holística	Unidad de competencia 1			
		Unidad de competencia 2			
		...			
		Unidad de competencia n			

El primer problema que se tuvo que resolver fue el excesivo tamaño de la matriz de sostenibilidad. Cuatro competencias (C1-C4), con sus cuatro dimensiones (ambiental, económica, social y holística), y cada una de ellas

definida en tres niveles de dominio, llevaba a un mapa de cuarenta y ocho celdas, y eso considerando que para cada dimensión se definiese únicamente una unidad de competencia. Con tantas celdas, el mapa es demasiado grande y difícil de implementar en una titulación. Hay que tener en cuenta que cada una de las celdas del mapa debe trabajarse en una o más asignaturas, de forma que se garantice que todas las celdas se trabajen en alguna asignatura de la titulación. Por este motivo, era necesario simplificar la matriz, dado que la sostenibilidad debe trabajarse como competencia transversal en cada titulación y un mapa con tantas celdas exigiría un alto consumo de los recursos de la titulación. No parecía necesario que todas las competencias tuvieran que trabajar las cuatro dimensiones, así que se decidió analizar qué dimensiones deberían trabajarse para cada competencia.

Por otra parte, y con el objetivo de tratar de converger hacia un mapa único para todas las titulaciones, se debatió intensamente sobre cuáles deberían ser las unidades de competencia de cada titulación. Dada la diferente naturaleza de las quince titulaciones implicadas en el proyecto, no fue posible encontrar un grupo de unidades de competencia común a todas las titulaciones. No obstante, se consiguió establecer dos grupos de unidades de competencia: uno para las titulaciones relacionadas con la educación y otro para el resto de titulaciones (incluyendo todas las ingenierías). A diferencia del mapa de las ingenierías, que en una competencia considera las cuatro dimensiones, el grupo de unidades de competencia seleccionado para las titulaciones relacionadas con la educación considera únicamente la dimensión holística de cada competencia. La Ilustración 2 muestra, como ejemplo de aplicación, las unidades de competencia seleccionadas para el mapa de la competencia sostenibilidad de las ingenierías, adaptado para el Grado en Ingeniería Informática para mostrar lo fácil que es esta adaptación.

Ilustración 2. Unidades de competencia del mapa de sostenibilidad del Grado en Ingeniería informática

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD		
Titulación: Grado en Ingeniería Informática		
Competencias relacionadas	Dimensiones	Unidad de competencia
C1: 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.
C2: 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.
C3: 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.
		Económica
C4: 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.

La competencia C2, tal como se muestra en la Ilustración 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.

Resultados

El mapa de sostenibilidad desarrollado para los Grados en Ingeniería se muestra en la Tabla 1. 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 muestra la definición de los tres niveles de dominio para cada una de las unidades de competencia.

Tabla 1. Mapa de sostenibilidad de los Grados en Ingeniería

MAPA DE LA COMPETENCIA SOSTENIBILIDAD					
Titulación: Grado en Ingeniería X					
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
C1	H	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 la Ingeniería X.	Identifica las principales causas y consecuencias de un problema relacionado con la sostenibilidad que puede tener un producto o servicio de la ingeniería X y es capaz de relacionarlo con problemas conocidos y con las soluciones aplicadas anteriormente.
		Es creativo e innovador. Es capaz de ver las oportunidades que ofrece la ingeniería X 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 cómo utilizar técnicas que estimulan la creatividad, la generación de ideas, y gestionarlas de tal modo que resulte una innovación. Participa activamente cuando se usan.	Aporta nuevas ideas y soluciones en un proyecto de la Ingeniería X para hacerlo más sostenible, de forma que se mejore la sostenibilidad de productos, procesos o servicios.

C2	H	<p>Tiene en cuenta la sostenibilidad en su trabajo como ingeniero/a.</p>	<p>Conoce el concepto de coste de uso, directo e indirecto, de los productos y servicios de las tecnologías relacionadas con la ingeniería X. Conoce el papel estratégico que juegan las tecnologías relacionadas con la ingeniería X 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.</p>	<p>Es capaz de valorar el impacto (positivo y negativo) que pueden tener diferentes productos y servicios relacionados con la ingeniería X en la sociedad y en la sostenibilidad del planeta. Sabe valorar la viabilidad económica de un proyecto de la ingeniería X y si ésta es compatible con las facetas ambiental y social de la sostenibilidad.</p>	<p>Es capaz de proponer proyectos de la ingeniería X sostenibles teniendo en cuenta, de forma holística, los aspectos ambientales, económicos y sociales.</p>
	A	<p>Tiene en cuenta el impacto ambiental de su trabajo como ingeniero/a.</p>	<p>Conoce tecnologías de reutilización, reducción, reciclaje y minimización de los recursos naturales y los residuos relacionadas con un proyecto de la ingeniería X. Conoce el ciclo de vida de los productos relacionados con la ingeniería X (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 (por ejemplo, emisiones contaminantes, consumo de recursos, etc.).</p>	<p>Es consciente de que los productos y servicios relacionados con la ingeniería X tienen un impacto ambiental a lo largo de su vida. Es capaz de medir el impacto ambiental del uso de las tecnologías relacionadas con la ingeniería X usando las métricas apropiadas (por ejemplo: emisiones contaminantes, consumo de recursos, etc.).</p>	<p>Tiene en cuenta los efectos ambientales de los productos y servicios relacionados con la ingeniería X 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 de la ingeniería X.</p>

S	<p>Tiene en cuenta el impacto social de su trabajo como ingeniero/a.</p>	<p>Conoce la problemática asociada a la accesibilidad, la ergonomía y la seguridad de los productos y proyectos de la ingeniería X. 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 relacionados con la ingeniería X.</p>	<p>Sabe valorar el grado de accesibilidad, la calidad ergonómica, el nivel de seguridad y el impacto sobre la sociedad de un producto o servicio relacionado con la ingeniería X. 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 de la ingeniería X. Sabe valorar si un proyecto de la ingeniería X contribuye a mejorar el bien común de la sociedad.</p>	<p>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.</p>
E	<p>Es capaz de realizar con éxito la gestión económica de un proyecto de la Ingeniería X.</p>	<p>Conoce conceptos básicos sobre organizaciones. Conoce los puntos fundamentales de un plan de negocio. Conoce el proceso de gestión de un proyecto. Conoce técnicas de planificación de proyectos.</p>	<p>Comprende las diferentes partes económicas de un proyecto: amortizaciones, costes fijos, costes variables, etc. Analiza casos reales de planificación y presupuestos de proyectos.</p>	<p>Es capaz de planificar un proyecto de la Ingeniería X (tanto a corto como a largo plazo) y de elaborar un presupuesto completo a partir de los recursos materiales y humanos requeridos. Es capaz de hacer seguimiento económico del desarrollo de un proyecto y detectar desviaciones respecto a la planificación inicial. Es capaz de realizar la gestión económica de un proyecto de ámbito tecnológico durante toda su vida útil.</p>

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 de la ingeniería X. Conoce herramientas de trabajo colaborativo del ámbito de la ingeniería X.	Dado un proyecto del ámbito de la ingeniería X 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 de la Ingeniería X.
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 en el ámbito de la ingeniería X.	No toma decisiones que contradigan los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad. Es capaz de proponer soluciones y estrategias para impulsar proyectos en el ámbito de la ingeniería X coherentes con dichos principios.

Discusión/Conclusiones

Trabajo futuro

Los cuatro objetivos del proyecto EDINSOST tienen una planificación temporal específica. El objetivo O1, “definir el mapa de sostenibilidad de cada una de las titulaciones participantes”, tenía prevista su finalización en abril de 2017. El resto de objetivos tienen como fecha de finalización la misma que el proyecto. El motivo de esta diferencia en la fecha de finalización es que para llevar a cabo los objetivos O2, O3 y O4 se usarán los resultados obtenidos en el Objetivo O1. Así, las diferentes estrategias didácticas para trabajar la sostenibilidad que deben validarse en el Objetivo O2 se están analizando considerando de forma independiente cada una de las unidades de competencia del mapa y cada uno de los niveles de dominio que las definen. Con respecto a los objetivos O3 y O4, diagnosticar las necesidades formativas de profesores y estudiantes, se usará un cuestionario previamente validado como instrumento en cada uno de los objetivos. Estos cuestionarios se elaborarán también a partir de la información aportada por los mapas de competencia del Objetivo O1, y se pasarán a un numeroso grupo de profesores y estudiantes de las quince titulaciones estudiadas en el proyecto. De sus resultados se extraerán las conclusiones que permitan establecer planes de

formación para ambos grupos. En el caso de los estudiantes, esta formación se realizaría usando las estrategias didácticas identificadas en el Objetivo O2.

De hecho, la elaboración de los cuestionarios del Objetivo O4 ha permitido clarificar algunos de los resultados de aprendizaje del mapa de competencias, de forma que ha habido retroalimentación entre los resultados de ambos objetivos.

Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el mapa de la competencia sostenibilidad de los Grados en Ingeniería como primer resultado del proyecto EDINSOST. El mapa es fácilmente adaptable a otras titulaciones con muy poco esfuerzo. En el caso de titulaciones relacionadas con las ingenierías, la adaptación es casi inmediata. Para las titulaciones relacionadas con la educación, se ha propuesto un mapa común en el que sólo se trata la dimensión holística de cada competencia.

Aunque existe acuerdo en la importancia de la sostenibilidad en el mundo actual, así como en la necesidad de incluirla como competencia profesional en los titulados universitarios, esta es también una de las competencias más difíciles de trabajar en unos estudios superiores, especialmente si se quiere hacer de manera holística a lo largo de todo el plan de estudios. Una herramienta como el mapa de la competencia sostenibilidad, fácilmente adaptable a cualquier titulación, puede resultar de gran ayuda para los encargados del diseño de planes de estudios y/o de la incorporación de competencias en los mismos.

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

Referencias bibliográficas

Barron, A., Ferrer-Balas, D y Navarrete, A. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas ¿Ha llegado la hora de actuar? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7, pp. 388-399.

Bloom, B.S., Engelhart M.D., Furst E.J., Hill W.H. y Krathwohl D.R. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I, the Cognitive Domain. New York, USA: David McKay.

CADEP-CRUE. (2012). Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. 2012. Recuperado de http://www.crue.org/Documetos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf. Consultado noviembre 2017.

Cech, E.A. y Sherick, H.M. (2015) Depoliticization and the Structure of Engineering Education. En Christensen et al. (Ed.) International Perspective on

Engineering Education: Engineering education and Practice in Context, (pp. 203-216). New York, USA: Springer.

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.

Disterhefta, A., Ferreira, A.S., Ramos, M.R. y de Miranda, U.M. (2012). Environmental Management Systems implementation processes and practices in European higher education institutions – Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 31, pp, 80-90.

Ferrer-Balas, D., Adachi, J., Banas, S., Da-vidson, C.I., Hoshikoshi, A., Mishra, A., Motodoa, Y., Onga, M. y Ostwald, M. (2010). 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 re-search. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 3(3), pp. 243-253.

Lozano, R. (2011). The state of sustainability reporting in universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(1), pp. 67-78.

Lozano, R. (2012). Creativity and Organizational Learning as Means to Foster Sustainability. *Sustainable Development*, 22(3), pp. 205-216.

Miller, R.E. (1990). The assessment of clinical skills, competence, performance. *Academic medicine*, 65(9).

Naciones Unidas, (2012). The future we want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development adopted at Rio+20. Recuperado de: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>. Consultado, Noviembre 2017.

Sánchez, F., Garcia, J., López, D., Alier, M., Cabré, J., García, H. y Vidal, E. (2015). El método socrático como guía del Trabajo de Fin de Grado. *ReVisión*, 8(1), pp.53-62.

Sánchez, F., Cabré, J., Alier, M., Vidal, V., López, D., Martín, C. y Garcia, J. (2016). A Learning Tool to Develop Sustainable Projects. *Frontiers in Education Conference FIE 2016*. Erie, USA.

Sánchez, F., Garcia, J., López, D., Alier, M., Cabré, J., García, H., Vidal, E. y Martín, C. (2015). ¿Es sostenible la Estrella de la Muerte? *ReVisión*, 8(3), pp. 81-103.

Segalás, J., Ferrer-Balas, D., Svanström, M., Lundqvist, U. & Mulder, K.F. (2009). What has to be learnt for sustainability? A comparison of bachelor engineering education competences at three European universities. *Sustainable Science*, 4, pp. 17-27. doi: 10.1007/s11625-009-0068-2

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), 2010, pp. 275-284. doi: 10.1016/j.jclepro.2009.09.012

Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. UNESCO. París. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191442e.pdf>. Consultado, Noviembre 2017.

UNESCO. (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): Draft International Implementation Scheme*. Paris. Recuperado de: http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/e13265d9b948898339314b001d91fd01draftFinal+IIS.pdf. Consultado, Noviembre 2017.

Wright, T. (2010). University presidents' conceptualizations of sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(1), pp. 61-73.

Proyecto EDINSOST. Objetivo 4. Diseño de un cuestionario para diagnosticar el estado de aprendizaje de la sostenibilidad en el alumnado universitario³

Fermín Sánchez Carracedo, Jordi Segalàs
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Resumen

EDINSOST es un proyecto financiado por el Programa Estatal de I+D+i, y está orientado a afrontar los Retos de la Sociedad. El proyecto tiene por objetivos la formación de titulados capaces de liderar la resolución de los retos de nuestra sociedad mediante la integración de la formación en sostenibilidad en el Sistema Universitario Español. En el proyecto participan 55 investigadores de 10 universidades españolas. Para conseguir su objetivo, el proyecto ha definido el mapa de la competencia en sostenibilidad de 15 titulaciones. A partir del mapa se establecerán las estrategias didácticas más apropiadas para la formación en sostenibilidad, se diagnosticará el estado de las necesidades formativas en sostenibilidad del profesorado y del estudiantado y, finalmente, se elaborarán propuestas de capacitación para ambos colectivos. En este artículo se presenta el proyecto EDINSOST y el cuestionario de estudiantes de las titulaciones de Ingeniería.

Abstract

EDINSOST is a project financed by the Spanish Research Program, and it is oriented to face Society challenges. Its main goal is the training of graduates capable of leading the resolution of the challenges of our society through the integration of the Sustainability in the Spanish University System. The project is being developed by 55 researchers from ten universities. The first expected outcome of the project is the sustainability competency map of 15 undergraduate degrees. The map will help to establish the most suitable didactic strategies to train sustainability, and to know the faculty and students training needs. From this study, the training program in sustainability will be organized. In this paper we present the EDINSOST project and the student questionnaires of Engineering degrees.

Palabras clave

Cuestionarios de la competencia sostenibilidad, proyecto EDINSOST, educación para la sostenibilidad, formación en sostenibilidad.

³ EDUCACION E INNOVACION SOCIAL PARA LA SOSTENIBILIDAD. FORMACION EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS DE PROFESIONALES COMO AGENTES DE CAMBIO PARA AFRONTAR LOS RETOS DE LA SOCIEDAD. Proyecto subvencionado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Reino de España. EDU2015-65574-R.

Keywords

Questionnaires about sustainability, EDINSOST project, Education for sustainability, Sustainability training.

Introducción y antecedentes

El Proyecto Edinsost

El proyecto, ubicado como reto de investigación en el ámbito de cambios e innovaciones sociales, pretende contribuir a la mejora transversalmente de los retos sociales de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación, el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación, y la Estrategia Europea 2020.

La investigación es aplicada, de marcado carácter multidisciplinar y contextualizada en diez universidades que trabajan conjuntamente desde la Comisión Sectorial de la CRUE de Sostenibilidad (CSCS), en el grupo de trabajo de “Sostenibilización Curricular”, con la intención de crear sinergias y marcos de actuación consensuados en el ámbito nacional.

Se trata de un área de investigación y actuación en la que la falta de criterios comunes sobre las competencias a integrar, su aprendizaje y evaluación constituye todavía un limitante. Para avanzar en el reto asumido, se desarrollan marcos y procesos que faciliten la integración de la sostenibilidad en el currículum universitario de manera holística a través de la cartografía y validación de prácticas pedagógicas, la diagnosis del estado en las universidades españolas y la creación de materiales de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de las competencias en sostenibilidad.

En el proyecto participan 15 titulaciones pertenecientes a los ámbitos de la educación y la ingeniería. Las titulaciones a las que se aplicará el proyecto se imparten en 10 universidades Españolas (UAM, UCA, UCJC, UCO, UdG, UiC, UPC, UPM, US y USAL). En el proyecto trabajan 55 investigadores, distribuidos entre el equipo de investigación y el equipo de trabajo. Las 10 universidades trabajan la sostenibilidad en el marco de la CSCS y en colaboración con otras universidades.

Los objetivos del Proyecto se centran en:

- Objetivo O1: Definir el mapa de competencias en sostenibilidad de las titulaciones objeto del proyecto y establecer el marco que facilite su integración de manera holística;
- Objetivo O2: Validar estrategias didácticas para la adquisición de las competencias en sostenibilidad, desde un enfoque pedagógico constructivista y comunitario;

- Objetivo O3: Diagnosticar el estado de las necesidades formativas en sostenibilidad en el profesorado y elaborar y ensayar propuestas de capacitación; y
- Objetivo O4: Diagnosticar el estado de aprendizaje de competencias en sostenibilidad en el alumnado universitario y elaborar y ensayar propuestas de capacitación.

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 trabajarán titulaciones de Grado que integran los tres pilares de la sostenibilidad (ambiental, social y económico). Por otro y atendiendo a su efecto multiplicador y a 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 y el Master en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad por su gran incidencia sobre los retos de la sociedad.

Los resultados del proyecto se transferirán al ámbito nacional a través de la CSCS, e internacionalmente a través de su plan de difusión y transferibilidad mediante la creación de un observatorio en educación para el desarrollo sostenible (EDS) y redes europeas de Educación Superior en Sostenibilidad.

En definitiva, el proyecto cataliza el cambio cultural en el sistema universitario Español al romper la visión residual y parcial de la sostenibilidad y pasar a un nuevo paradigma en el que la sostenibilidad impregne transversalmente el sistema educativo, con el objetivo último de que los futuros titulados ejerzan de agentes de cambio para resolver los retos de nuestra sociedad.

En este artículo se presenta el proyecto EDINSOST y el cuestionario para estudiantes de las titulaciones de Ingeniería.

Antecedentes

En septiembre de 2015, más de 150 jefes de Estado y de Gobierno se reunieron en la histórica Cumbre del Desarrollo Sostenible en la que aprobaron la Agenda 2030 (UN, 2015). Esta Agenda contiene 17 objetivos de aplicación universal que, desde el 1 de enero de 2016, rigen los esfuerzos de los países para lograr un mundo sostenible en el año 2030. El enfoque acordado para países, organizaciones y ciudadanos, para los próximos quince años, es "movilizar esfuerzos para poner fin todas las formas de pobreza, luchar contra las desigualdades y abordar cambio climático, al tiempo que garantiza que nadie queda atrás." Los ODS ahora ofrecen un marco y hoja de ruta para coordinar la participación de múltiples partes interesadas iniciativas y para acelerar la transición hacia un futuro sostenible.

Al capacitar a los tomadores de decisiones actuales y futuros, las instituciones de educación superior (IES) tienen papel crucial a desempeñar en la búsqueda

de un futuro sostenible. Un papel importante de la educación es empoderar ciudadanos para que puedan enfrentarse a los principales desafíos del siglo XXI, Esta función se destaca específicamente en el ODS 4 - Educación de calidad. El objetivo 4.7 establece que en 2030 "... todos los alumnos adquieren el conocimiento y las habilidades necesarias para promover la sostenibilidad [...] a través de la educación para el desarrollo sostenible, estilos de vida sostenibles, derechos humanos, igualdad de género, promoción de una cultura de paz y no violencia, ciudadanía global y apreciación de diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible".

Si bien la sostenibilidad ha influido la educación en muchos sentidos, un importante punto de inflexión fue la Conferencia Rio+20 en Desarrollo Sostenible, con la Iniciativa de la Educación Superior Sostenible. Por la primera vez en el contexto de las iniciativas de la ONU, las IES reconocieron la responsabilidad que tenían en la búsqueda de un futuro sostenible, y se acordó actuar colectivamente y compartir prácticas a través de contribuciones voluntarias a la iniciativa. Las iniciativas destinadas a integrar la sostenibilidad en la educación superior incluyen pedagogía y aprendizaje, investigación académica, administración del campus, prácticas organizacionales y el impacto de la comunidad.

Desde este punto de partida, una cuestión clave emerge rápidamente: ¿Cómo miden y evalúan las IES el impacto de la sostenibilidad? Mientras existen numerosas herramientas para evaluar la gestión del campus, las herramientas para evaluar las competencias en sostenibilidad y la efectividad de las prácticas de aprendizaje son escasas. Varios estudios de análisis de sistemas y herramientas de evaluación de la sostenibilidad en la Educación superior (Berzosa et al., 2017; Fishcher et al., 2015; Yarime and Tanaka, 2012; Cole, 2003; Shriberg, 2002) muestran que la evaluación en las competencias en sostenibilidad de los egresados no se incluye en la mayoría de herramientas y no está estandarizada. Existen varias experiencias de evaluación de las competencias de los egresados, entre las que destacan el uso de mapas conceptuales (Segalàs, 2008; Segalàs 2010) y cuestionarios como el SULITEST (HESI, 2017).

Metodología

Con el objetivo de integrar la EDS en el sistema universitario español, en el proyecto EDINSOST se elaboró un Mapa de la Competencia Sostenibilidad para cada una de las quince titulaciones implicadas en el proyecto. El objetivo inicial era tratar de converger hacia un mapa único para todas las titulaciones. Sin embargo, dada la diferente naturaleza de las quince titulaciones, no fue posible. No obstante, se consiguió establecer dos prototipos de mapa: uno para las titulaciones relacionadas con la educación y otro para el resto de titulaciones (incluyendo todas las ingenierías). Los mapas de las ingenierías apenas difieren entre sí, mientras que los mapas de las titulaciones de Grado en Administración y Dirección de Empresas y Grado en Educación Ambiental

se diseñaron de forma específica a partir del mapa de las ingenierías. El mapa de las titulaciones de educación es común para todas ellas.

Los cuatro Mapas de la Competencia Sostenibilidad descritos en el párrafo anterior formaron el punto de partida de los trabajos de los integrantes del objetivo O4. La metodología seguida para diseñar los cuestionarios correspondientes a los 4 mapas ha sido la siguiente:

1. Los miembros del grupo de trabajo del objetivo O4 han realizado reuniones periódicas por Skype, dado que el grupo de trabajo está compuesto por 12 personas de seis universidades distintas: UCA, UCJC, UiC, UPC, US y USAL. Además, se ha mantenido una intensa comunicación por correo electrónico. Tanto en las reuniones virtuales como en la comunicación por mail, se ha distribuido el trabajo entre los miembros del grupo y se han discutido los resultados. Las reuniones periódicas han servido fundamentalmente para acabar de definir los cuestionarios y para tomar acuerdos sobre el trabajo futuro.
2. El primer trabajo que se realizó fue una búsqueda bibliográfica de los trabajos relacionados con los cuestionarios de sostenibilidad para estudiantes. Su utilizó Dropbox como repositorio de material, aprovechando que el proyecto EDINSOST tiene una cuenta de 1 TB en la plataforma.
3. Se dedicó una reunión presencial a discutir estos trabajos, llegando a la conclusión que la mayoría de ellos exploraban solamente los hábitos en sostenibilidad de los encuestados, y que la mayoría de sus preguntas eran relativas al nivel de dominio “saber”. Se acordó que los cuestionarios se diseñarían a partir del mapa de competencias de cada titulación, y que posteriormente se realizarían entrevistas con estudiantes, grupos de discusión y grupos focales. Se decidió usar las unidades de competencia de cada mapa como indicadores. Las preguntas del cuestionario deberían, por tanto, hacer referencia a los resultados de aprendizaje descritos en los niveles de dominio. Se acordó, inicialmente, proponer una o más preguntas para cada unidad de competencia y nivel de dominio. Se acordó también diseñar dos cuestionarios, uno para las titulaciones de educación y otro para las ingenierías, y someterlos a un proceso de validación.
4. Se trabajó de forma independiente en los dos cuestionarios, primero en el de las ingenierías y después el de educación. Se acordó que todos los miembros de grupo trabajarían en los dos cuestionarios para tener una visión más holística del trabajo. Se asignó a cada miembro del grupo de trabajo una Unidad de Competencia distinta, con la misión de definir las preguntas relacionadas con los resultados de aprendizaje de cada uno de los niveles de dominio del mapa. Se usó una hoja de cálculo de Google Drive para trabajar de forma cooperativa, de forma que todos los

miembros de grupo tuviesen acceso en tiempo real al trabajo del resto. Una vez obtenida la primera propuesta de preguntas, se sometió a un proceso de discusión por mail y de revisión por parte de todos los miembros del grupo. A partir de los comentarios expuestos, el coordinador del grupo hizo una propuesta final de ambos cuestionarios que se sometió a una nueva discusión por correo electrónico y se debatió en la siguiente reunión virtual hasta alcanzar un consenso.

5. Para validar los cuestionarios, se acordó usar un grupo de control y un grupo de expertos. Se acordó buscar un grupo de 15-20 estudiantes de distintas titulaciones como grupo de control y un grupo de 10-12 expertos para analizar cada cuestionario. Al grupo de control se le pasó el cuestionario y se le interrogó acerca de la claridad de las preguntas y del tiempo invertido en responderlo, Para el grupo de expertos, se decidió orientar el cuestionario de validación de forma que cada experto pudiese opinar sobre la claridad y la pertinencia de cada una de las preguntas. El experto podía valorar en una escala de Likert de cuatro puntos cada uno de estos dos aspectos. Se añadió una pregunta para que el experto pudiera añadir alguna pregunta que considerase relevante y no había encontrado en el cuestionario, y un campo de observaciones al final de cada cuestionario (este campo estaba también en el cuestionario del grupo de control).
6. Para reunir el grupo de control, cada miembro del grupo seleccionó a dos o tres estudiantes de la titulación que impartía. El criterio de selección de estos estudiantes consideraba que fuesen estudiantes de últimos cursos con conocimientos de sostenibilidad. Con respecto al grupo de expertos, se aprovechó que la reunión anual del proyecto EDINSOST, que en 2017 se realizó en las instalaciones del CENEAM en Valsáin, se realizaba los días inmediatamente anteriores a la reunión del grupo de trabajo de sostenibilidad de la CRUE. Por este motivo, se remitió a los miembros del grupo de trabajo de la CRUE el cuestionario para que diesen su opinión como expertos. Se recibieron 12 respuestas a cuestionarios de educación pero sólo una de ingeniería, por lo que fue preciso buscar nuevos expertos para validar los cuestionarios de ingeniería. Los IPs del proyecto EDINSOST seleccionaron una treintena de investigadores de toda España, expertos en sostenibilidad, y les remitieron el cuestionario. Se recibieron 14 respuestas que, sumadas a la obtenida en Valsáin, proporcionaban 15 respuestas de expertos. En cuanto al grupo de control de estudiantes, los cuestionarios se pasaron durante el mes de septiembre de 2017. Respondieron al cuestionario 24 estudiantes de las distintas titulaciones de educación y 20 estudiantes de ingeniería. Las respuestas de los dos grupos fueron muy satisfactorias y permitieron detectar y corregir algunas preguntas que no se enunciaban con suficiente claridad. Ninguno de los expertos propuso añadir o eliminar preguntas, y en general mostraron su satisfacción con el cuestionario.

7. Los cuestionarios del objetivo O4 permiten dos utilizaciones distintas: (1) si se pasan al principio y al final de una asignatura, permiten analizar la evolución del estudiante en competencias de sostenibilidad durante el curso, y (2) si se pasan en una asignatura de primero y en otra de último curso permiten analizar en nivel de competencias de sostenibilidad de los estudiantes cuando entran y salen de la carrera, y por lo tanto permiten medir lo que aprenden en sus estudios universitarios. Durante el primer semestre del curso 2017-2018 se están pasando los cuestionarios en una treintena de asignaturas de los diferentes grados para medir la evolución de los estudiantes en cada uno de los cursos. El análisis de los resultados permitirá además detectar posibles problemas en los cuestionarios. La plataforma usada para realizar las encuestas es Google Forms. Los cuestionarios son diseñados y mantenidos por un grupo reducido de miembros del proyecto para minimizar errores. Los profesores que pasan el cuestionario tienen acceso en tiempo real a las respuestas de sus estudiantes, ya que se comparte con ellos la carpeta en la que se encuentran los cuestionarios.
8. Durante el segundo semestre del curso 2017-2018 se pasarán los cuestionarios en asignaturas de primero y último curso de todos los grados participantes en el proyecto. Las encuestas se pasarán en clase con el objetivo de maximizar el número de respuestas, dado que rellenar el cuestionario lleva menos de 15 minutos (esta información se obtuvo a partir de las respuestas del grupo de control). Obtener el máximo número de respuestas de cada cuestionario es fundamental para que los resultados estadísticos tengan validez. La otra opción contemplada era seleccionar aleatoriamente a un grupo de alumnos de cada titulación y perseguirlos para que contestaran al cuestionario, pero era una opción a todas luces más difícil de llevar a cabo.

Resultados

Las variables de control sobre las que se encuesta a los estudiantes, para facilitar su posterior clasificación, son las siguientes: Género, Edad, Número de créditos aprobados, Centro/Universidad a la que pertenece, Titulación.

El cuestionario de las titulaciones de ingeniería se muestra en la Tabla 1. Para cada una de las preguntas, el estudiante debe responder según una escala de Likert de 4 puntos con el siguiente significado:

1. Estoy totalmente en desacuerdo
2. Estoy en desacuerdo
3. Estoy de acuerdo
4. Estoy totalmente de acuerdo

Tabla 1. Cuestionario de estudiantes de titulaciones de Ingeniería

		1	2	3	4
1	Conozco las causas, consecuencias y soluciones propuestas en la literatura respecto a la problemática social, económica y ambiental.				
2	En la resolución de un problema relacionado con la ingeniería X, sé analizar la sostenibilidad desde la perspectiva de sus tres dimensiones: medioambiental, social y económica.				
3	Soy capaz de identificar las causas de un problema relacionado con la ingeniería X y de prever sus posibles consecuencias. Soy capaz de relacionar el problema con otros problemas ya conocidos y con soluciones ya aplicadas.				
4	Conozco los conceptos de creatividad e innovación y estrategias para desarrollarlos.				
5	Comprendo las técnicas de innovación y generación de ideas y participo cuando se usan.				
6	Soy capaz de aportar nuevas ideas y soluciones en un proyecto tecnológico para hacerlo más sostenible.				
7	Comprendo los costes ambientales que tienen los productos relacionados con la ingeniería X a lo largo de su ciclo de vida.				
8	Sé cómo medir el impacto ambiental del uso de las tecnologías relacionadas con la ingeniería X usando los indicadores adecuados.				
9	Sé valorar el impacto (positivo y negativo) de los productos y servicios relacionados con la ingeniería X en la sociedad y en la sostenibilidad del planeta.				
10	Tengo en cuenta los efectos ambientales de los productos y servicios relacionados con la ingeniería X en mis proyectos, incluyendo indicadores de medición de estos efectos.				
11	Soy capaz de proponer proyectos de la ingeniería X sostenibles, teniendo en cuenta, de forma holística, los aspectos ambientales, económicos y sociales.				
12	Conozco las tecnologías "sostenibilistas" aplicables a un proyecto de ingeniería X y los indicadores de impacto ambiental.				
13	Conozco el papel estratégico que juegan las tecnologías relacionadas con la ingeniería X en la sostenibilidad del planeta. Así como los conceptos de justicia social, reutilización de recursos y economía circular.				
14	Conozco la problemática asociada a la accesibilidad, la ergonomía y la seguridad de los productos y proyectos de la ingeniería X.				
15	Conozco la problemática asociada a la justicia social, equidad, diversidad y transparencia.				
16	Conozco las consecuencias directas e indirectas que tienen sobre la sociedad los productos y servicios relacionados con la ingeniería X.				
17	Sé valorar el grado de accesibilidad, la calidad ergonómica, el nivel de seguridad y el impacto sobre la sociedad de un producto o servicio relacionado con la ingeniería X.				
18	Comprendo la necesidad de introducir la justicia social, equidad, diversidad, y la transparencia en los proyectos de la ingeniería X.				
19	Sé valorar si un proyecto de ingeniería X contribuye a mejorar el bien común de la sociedad.				
20	Tengo en cuenta los aspectos de accesibilidad, ergonomía y seguridad en las soluciones tecnológicas.				
21	Tengo en cuenta en mis proyectos la justicia social, la equidad, la diversidad y la transparencia.				
22	En los proyectos en que trabajo soy capaz de incluir indicadores para estimar/medir cómo los proyectos contribuyen a mejorar el bien común de la sociedad.				
23	Trato de maximizar el impacto positivo de mi actividad profesional sobre la sociedad.				
24	Cuando diseño proyectos, trato de que contribuyan a mejorar el bien común de la sociedad.				
25	Conozco el proceso de gestión de un proyecto, técnicas de planificación de proyectos, economía social y economía del bien común.				
26	Comprendo las diferentes partes económicas de un proyecto: amortizaciones, costes fijos, costes variables,...				

27	Sé cómo realizar la gestión económica de un proyecto de ámbito tecnológico durante toda su vida útil.				
28	Sé valorar la viabilidad económica de un proyecto de la ingeniería X y su compatibilidad con las dimensiones ambiental y social de la sostenibilidad.				
29	Conozco el concepto, ejemplos y herramientas de trabajo colaborativo del ámbito de la ingeniería X.				
30	Sé valorar las implicaciones del trabajo colaborativo en un proyecto del ámbito de la ingeniería X.				
31	Sé utilizar herramientas de trabajo colaborativo relacionadas con los proyectos de la ingeniería X.				
32	Conozco los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad.				
33	Sé valorar las implicaciones de los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad en un proyecto en el ámbito de la ingeniería X.				
34	Soy capaz de proponer soluciones y estrategias para impulsar proyectos en el ámbito de la ingeniería X coherentes con los principios deontológicos relacionados con la sostenibilidad.				

Conclusiones

En este trabajo se ha descrito el proceso de creación de los cuestionarios sobre la competencia sostenibilidad de Ingeniería y Educación del proyecto EDINSOST y se ha presentado el cuestionario para los estudiantes de ingeniería. Los cuestionarios han pasado por un proceso de validación por parte de un grupo de expertos y un grupo de control.

Aunque existe acuerdo en la importancia de la sostenibilidad en el mundo actual, así como en la necesidad de incluirla como competencia profesional en los titulados universitarios, ésta es también una de las competencias más difíciles de trabajar en unos estudios superiores, especialmente si se quiere hacer de manera holística a lo largo de todo el plan de estudios. Es imprescindible conocer el nivel y necesidades de formación de nuestros titulados para poder diseñar la formación en sostenibilidad que necesitan, y esa es la misión principal de los cuestionarios de estudiantes del Objetivo O4 del proyecto EDINSOST.

Referencias bibliográficas

Berzosa, A., Bernaldo, M.O. y Fernández-Sánchez, G. (2017), Sustainability assessment tools for higher education: An empirical comparative analysis, *Journal of Cleaner Production*, 161, pp.812-820.

Cole, L. (2003). *Assessing Sustainability on Canadian University Campuses: Development of a Campus Sustainability Assessment Framework*. Master of Arts in Environment and Management Master. Royal Roads University, Victoria.

Fischer, D., Jenssen, S. y Tappeser, V. (2015). Getting an empirical hold of the sustainable university: a comparative analysis of evaluation frameworks across 12 contemporary sustainability assessment tools. *Assess. Eval. High. Educ.* 40 (6), pp.785-800.

HESI 2017. Report from the Sulitest Tangible Implementation: Mapping awareness of the global goals. UN – NYC USA.

Segalàs, J., Ferrer-Balas, D. y Mulder, K.F. (2008). Conceptual maps: measuring learning processes of engineering students concerning sustainable development. *European journal of engineering education*, 33(3), pp.297-306

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

Shriberg, M. (2002). Institutional assessment tools for sustainability in higher education: strengths, weaknesses, and implications for practice and theory. *Int. J. Sustain. High. Educ.* 3(3), pp.254-270.

UN. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/70/1>. Consultado Noviembre 2017.

Yarime, M. y Tanaka, Y. (2012). The issues and methodologies in sustainability assessment tools for higher education institutions: a review of recent trends and future challenges. *J. Educ. Sustain. Dev.* 6(1), pp. 63-77.

LA METODOLOGÍA DEL SEMINARIO PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN SOSTENIBILIDAD. EL CASO DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO EN EDUCACIÓN SOCIAL⁴

Inmaculada Gómez-Jarabo, Carmen Sabán y Bienvenida Sánchez.

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

El presente artículo parte de un doble postulado, considerar que la educación superior es clave para el Desarrollo Humano Sostenible, y que el uso de métodos como el seminario mejora la calidad de los procesos educativos. Se presentan los resultados más relevantes del proyecto realizado en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid y que tiene como objetivo fundamental introducir mejoras e innovaciones en relación a la sostenibilidad del perfil formativo y profesional del Grado de Educación Social. La investigación parte de una metodología cualitativa haciendo uso de la encuesta y persiguiendo la sistematización del método del seminario en el Trabajo Fin de Grado. Del trabajo desarrollado surgen diferentes propuestas para el diseño de un perfil profesional de los/as educadores/as sociales coherente con la sostenibilidad, la aplicación de un enfoque holístico y sistémico y la capacidad de trascender los aprendizajes para afrontar los retos actuales y futuros.

Abstract

The present article starts from a double postulate, to consider that higher education superior is key for the Sustainable Human Development, and that the use of methods like seminars improves the quality of the educational processes. The most relevant results of the project carried out at the Faculty of Education of the Complutense University of Madrid are presented. Its main objective is to introduce improvements and innovations in relation to the sustainability of the vocational and professional profile of the Social Education Degree. The research starts from a qualitative methodology making use of the survey and pursuing the systematization of the method of the seminar in the Degree Final

⁴ “Proyecto de Innovación y Mejora para la sostenibilización curricular del Trabajo de Fin de Grado en Educación Social: El seminario como método de aprendizaje colaborativo”, financiado por la Universidad Complutense de Madrid (REF. Nº 2105/34).

Work. From the work developed, different proposals emerge for the design of a professional profile of social educators consistent with sustainability, the application of a holistic and systemic approach and the capacity for transcending learning processes in order to face current and future challenges.

Palabras clave

Educación superior, metodologías activas, competencias en sostenibilidad, trabajo fin de grado, educación social

Keywords

Higher education; active methodologies; competences in sustainability, degree final work, social education

Introducción

El trabajo que se presenta en las siguientes líneas es base de un proceso de investigación-innovación, desarrollado en el contexto de la Educación Superior por un grupo de innovación docente que se justifica a partir los trabajos desarrollados en el ámbito universitario a favor del desarrollo sostenible.

Es innegable la labor que la universidad tiene en la búsqueda de soluciones a los problemas sociales. No en vano, la universidad siempre ha funcionado como motor de progreso y bienestar (Alba y otros, 2012).

El proyecto presentado se nutre de las investigaciones y propuestas realizadas previamente por diferentes autores/as en relación al desarrollo competencias por y para la sostenibilidad, partiendo de la base de que los facilitadores externos pueden ayudar a crear un ambiente fértil para las iniciativas de EDS en las universidades (Sims y Falkenberg, 2013) y que la utilización del método del seminario puede incrementar la calidad de la enseñanza ofertada. En este sentido, coincidimos con Exley y Dennik (2009) en que la enseñanza en pequeños grupos permite, entre otras cosas, un mayor diálogo y cooperación entre estudiantes y docentes, una mayor responsabilidad y actividad por parte de los/as estudiantes en relación a su proceso de aprendizaje, una mejora de la “práctica reflexiva y profesional”, un mejor desarrollo de las destrezas de comunicación y trabajo en grupo y mayor respeto de diferentes puntos de vista e ideas habilidades tan necesarias en la actual sociedad dialógica.

1.1. Educación para el Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible fue definido por la ONU (1987) en el conocido “Informe Brundtland” como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de la presente generación sin perjudicar la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. Por tanto:

El objetivo final del desarrollo sostenible es mejorar la calidad de vida de todos los miembros de una comunidad y, de hecho, de todos los ciudadanos de un

país y del mundo, a la vez que se vela por la integridad de los sistemas de sustentación de la vida de los que depende toda vida, humana y no humana (UNESCO, 2010, 18-19).

Siguiendo a Cloud (2014) entendemos por sostenibilidad aquella idea que va más allá del ambientalismo o de la ecologización. Es fundamental tener en cuenta elementos como la gestión, la participación y la esperanza para crear un futuro mejor para nuestras generaciones y las venideras.

Para el logro de la calidad de vida de todos y todas los/as ciudadanos/as, así como del mantenimiento de los ecosistemas que los rodean, la educación se concibe como un elemento fundamental. Ello es así a raíz de eventos como la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Resolución 57/254, por la que se declaraba el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014). De esta manera, se pretendía transformar las políticas y las prácticas educativas con el objetivo de implicar a todas las personas y comunidades en procesos de aprendizaje a lo largo de toda la vida y en distintos contextos y situaciones (no sólo en el ámbito de educación formal) que mostraran cómo vivir de un modo más sostenible y crear un futuro mejor. Se trata en definitiva de “un proceso donde todos somos aprendices y educadores. Donde la educación no es un mecanismo de entrega sino un proceso de por vida, holístico e inclusivo” (Monclús y Saban, 2014, 30).

Tal como indica la UNESCO (2010), basándose en lo expuesto en UNESCO (2002), es importante incluir los siguientes conceptos en los sistemas de educación orientados al desarrollo sostenible:

- Interdependencia.
- Diversidad.
- Derechos humanos.
- Equidad y justicia mundiales (“equidad intrageneracional”).
- Derechos de las generaciones futuras (“equidad intergeneracional”).
- Conservación.
- Vitalidad económica.
- Valores y decisiones sobre el estilo de vida.
- Democracia y participación ciudadana.
- Principio de precaución.

La EDS debería integrar esos conceptos en todos los ámbitos y etapas formativas para:

Permitir que todas las personas (educandos) desarrollen plenamente su potencial y se ocupen y se responsabilicen de su propia vida y de sus familias, sus amigos y sus vecinos (próximos y distantes). Esto conlleva promover las

competencias necesarias para desempeñar un trabajo sostenible y productivo, contribuir al bienestar social, cultural y comunitario, reducir al mínimo las consecuencias que las decisiones que tomen sobre su estilo de vida tienen para el medio ambiente y para otras personas, y relacionarse con otros como ciudadanos informados y activos en los contextos local, nacional y mundial (UNESCO, 2010, 23)

Según Tilbury (2011) la EDS, incluye los siguientes aprendizajes:

- Formulación de preguntas críticas;
- Aclarar los propios valores;
- Planteamiento de futuros más positivos y sostenibles;
- Pensamiento sistémico;
- Respuestas a través del aprendizaje aplicado; y
- Estudio de la dialéctica entre tradición e innovación.

Concretamente, en el ámbito de la educación superior, en el que centramos la presente aportación, el debate se ha centrado en las últimas décadas entre la relevancia de lo académico, la adaptación a las demandas del mercado laboral, el peso de asignaturas troncales frente a la optatividad, la excesiva fragmentación en aras de la especialización, llegando incluso a acuñarse el término de “balcanización de la enseñanza” (Hargreaves, 1999).

No obstante, independientemente de la etapa en la que nos centremos, es preciso que los sistemas educativos, brinden la oportunidad de desempeñar papeles más activos a los ciudadanos y ciudadanas en sus comunidades. Sin embargo, hay que reconocer que, “la mayoría de nosotros no hemos sido educados para enfrentarnos eficazmente a nuestra realidad actual. Tampoco hemos sido educados para establecer las conexiones entre nuestro pensamiento, nuestra conducta y los resultados de esa conducta en nuestra realidad actual”. (Cloud, 2014, 140).

Tal y como indica la UNECE (2013), la educación a menudo contribuye a la vida insostenible, pudiendo encontrarse la causa en la falta de oportunidades para que los estudiantes cuestionen sus propios estilos de vida y los sistemas y estructuras que los promueven. En este contexto, los educadores y educadoras tienen una labor fundamental, pues ellos y ellas son una pieza clave a la hora de proporcionar e integrar a todas las personas en procesos de aprendizaje a lo largo de la vida y de promover valores como la justicia, la equidad, la tolerancia, la igualdad entre hombres y mujeres, la responsabilidad... Coincidimos con UNECE (2013, 39-40) cuando afirma:

Empoderar a los educadores debe ser central en cualquier iniciativa de desarrollo profesional. Los educadores son agentes de cambio en los sistemas educativos. La transformación educativa efectiva depende de que los educadores estén motivados para lograr el cambio, así como de que sean capaces de ellos y se encuentren apoyados.

Se hace pues imprescindible proporcionar capacitación y educación en EDS para aquellos que ocupan puestos de dirección y liderazgo en instituciones educativas.

1.2. Competencias para el Desarrollo Sostenible

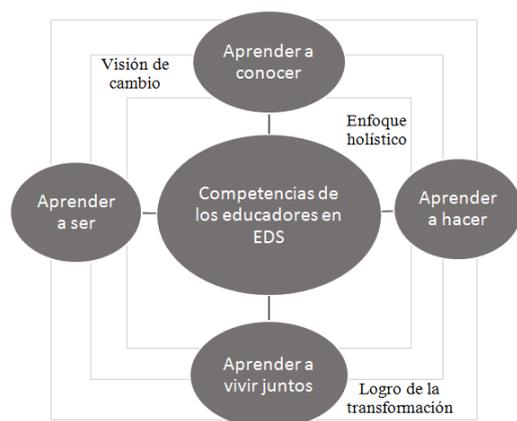
Históricamente los sistemas educativos formales han priorizado la adquisición de contenidos conceptuales por parte de los y las estudiantes. Sin embargo, el Informe Delors (1996) propuso un modelo de educación para toda la vida en el que todo puede ser ocasión para desarrollar las capacidades de la persona. Es precisamente de este Informe Delors, “La educación encierra un tesoro”, del que parte la formación en competencias, pues en él se establecen cuatro pilares a contemplar en la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser.

Sin embargo, según diversos informes del Comité Directivo de la UNECE en Educación para el Desarrollo Sostenible (2008a, 2008b, 2009), como se cita en Cebrián y Junyent (2014), existían una serie de obstáculos para la mejora de la calidad de la educación, entre el que se encuentra la ausencia en la definición de competencias de los educadores. Por ese motivo, la UNECE creó un grupo de expertos en competencias en ES.

La UNECE (2012) identificó un total de 40 competencias relativas a la EDS, que están inspiradas en esos cuatro pilares establecidos por la Comisión de Educación de la UNESCO para dotar a los profesionales de la educación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores compatibles con la sostenibilidad: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser.

De esta manera, se especifica lo que el/la educador/a debe saber, debe ser capaz de hacer, debe ser y también cómo debe convivir y trabajar con otras personas, planteándose tres referentes esenciales en la EDS a desarrollar en cada uno de los cuatro pilares: un enfoque holístico, una visión de cambio y una visión de transformación.

Ilustración 1. Competencias de los/as educadores/as en EDS



Fuente: Elaboración propia a partir de UNECE (2012)

La formación de los y las educadores/as en competencias en EDS se presenta como una prioridad si de lo que se trata es de mejorar la sensibilización y la formación de la población para el logro de una sociedad más justa, equitativa, inclusiva y respetuosa. Tal y como indica la UNECE (2013), las instituciones de formación inicial del profesorado son claves en el proceso, dado que muchos educadores y educadoras forman sus puntos de vista sobre lo que significa ser un educador durante la formación inicial. Por tanto, se hace necesario repensar los planes de estudio y los programas de formación inicial del profesorado para integrar en ellos la EDS. Como indican Cebrián y Junyent (2014, 33):

Las competencias en ES en la formación inicial del profesorado devienen una prioridad a nivel nacional e internacional, siendo necesario definir marcos conceptuales que permitan integrar la ES en los diferentes niveles educativos, así como facilitar la formación para disponer de las herramientas para promover una transformación positiva de la educación y la sociedad desde las aulas de Educación Primaria.

Sin embargo, como indican Albareda-Tiana y Gonzalvo-Cirac (2013, 155):

Los futuros graduados no serán competencialmente sostenibles, sólo por haber transmitido algunos conocimientos relacionados con los graves problemas que padece el planeta y sus consecuencias socioeconómicas, sino por haber sido capaces de diseñar nuevos marcos de trabajo en donde estos alumnos puedan encontrarse con problemas de la vida real que intentan resolver. Por tanto, además de la elección de competencias y subcompetencias, conviene también desarrollar escenarios metodológicos que posibiliten su implementación e instrumentos para la evaluación de los resultados de aprendizaje a través de rúbricas.

Por ello, es preciso valorar si los profesionales de la educación están adquiriendo los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que les permitan hacer frente a los distintos retos que les plantea el ejercicio de su profesión en un contexto de sostenibilidad.

1.3. Metodologías activas: el seminario como método para la construcción holística del conocimiento

“El EEES sugiere aprendizajes que excedan el límite de la simple adquisición de conocimientos” (Jarauta, 2014, 282). Sin embargo, se hace complicado ese logro si la enseñanza universitaria sigue anclada en antiguas metodologías que, si bien podrían ser útiles para otros aspectos, no llegan a cubrir todas las necesidades actuales, pues no se centran en el aprendizaje por competencias, sino en el aprendizaje por contenidos.

Pero, ¿qué entendemos por competencia? Perrenoud (2007, 11) las define como “la capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones”, que incluye la selección y combinación de conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes, normas y valores. Por tanto, la formación en competencias es mucho más que la adquisición estanca de esos elementos por separado, pues conlleva el desempeño de operaciones complejas de una manera consciente y crítica.

Aunque se puede encontrar un amplio abanico de metodologías que responden al modelo enseñanza-aprendizaje activo (trabajo en seminarios y talleres, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), *flipped classroom*, aprendizaje-servicio...), el trabajo que presentamos en estas líneas se nutrió de la metodología del seminario y del trabajo cooperativo dentro del mismo.

Trabajos como los de Jarauta (2014) muestran que los seminarios colaborativos contribuyen a la adquisición de contenidos académicos y al desarrollo de ciertas capacidades comunicativas y de la competencia de aprender a aprender, así como al fomento de capacidades de trabajo en equipo.

En relación al trabajo cooperativo en el ámbito universitario, Luque y Navarro (2011) encontraron que el trabajo en grupo mejoró la “habilidad en la resolución de problemas”, la “habilidad para interactuar con los demás” y la percepción de sentirse “más integrado en la clase”. Melendro, Murga, Novo y Bautista-Cerro (2008, 36), tras la realización de un proyecto para incorporar estrategias formativas innovadoras en Educación Ambiental y para el Desarrollo Sostenible, también afirmaron que “el trabajo en grupo y las actividades realizadas han incrementado el interés por la materia, y son consideradas procedimientos útiles de estudio”.

Encontramos, fruto del análisis y revisión bibliográfica y documental, grandes elementos de coincidencia entre lo que propone la educación para el desarrollo sostenible en relación a las competencias y los objetivos que la enseñanza a partir de metodologías activas como el seminario, aporta en los procesos formativos. Así, siguiendo a autores como Exley y Dennik (2009, 11-12) las metodologías que favorecen un aprendizaje cooperativo, plantean la consecución de los siguientes objetivos:

- Desarrollo de la comprensión intelectual
- Desarrollo de capacidades intelectuales y profesionales
- Desarrollo de destrezas comunicativas
- Crecimiento personal
- Crecimiento profesional
- Apoyo en la autonomía personal
- Desarrollo de destrezas de trabajo en grupo
- Práctica reflexiva

1.4. El Trabajo de Fin de Grado en el Grado de Educación Social

El Trabajo Fin de Grado (TFG) se presenta como una asignatura que deberá cursarse al finalizar el Grado y deberá estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título. Sin embargo, es un trabajo que cada universidad regula de forma diferente. En concreto, en la Universidad Complutense de Madrid, el TFG de Educación Social es una asignatura obligatoria que se sitúa en el 8º semestre y tiene asignados 6 créditos ECTS.

La realización del Trabajo Fin de Grado se presenta, en la mayoría de las ocasiones, como un trabajo en soledad, que quizá por su novedad, resulta especialmente complicado para los/las estudiantes. Las actividades formativas más habituales en torno a la realización del TFG suelen ser un seminario grupal obligatorio al inicio del curso y tutorías personalizadas. Sin embargo, de acuerdo con la Guía del TFG de Educación Social (Facultad de Educación, 2015, 4):

Dado que el TFG es una asignatura más del Plan de Estudios de la Titulación correspondiente, se podrán desarrollar, además de las tutorías individuales, actividades formativas de distinto tipo (seminarios, prácticas de laboratorio, tutorías colectivas, etc.) destinadas a orientar al estudiante sobre la modalidad y la estructura del trabajo, la metodología, el tratamiento de los temas, la orientación bibliográfica, así como su correcta presentación.

De acuerdo con Rekalde (2011), en el proceso de elaboración y defensa del TFG es fundamental impulsar metodologías de aprendizaje que fomenten la indagación y la interacción con contextos reales y desarrollar procesos de acompañamiento grupal.

Siguiendo la recomendación de Rekalde (2011) y las posibilidades apuntadas en la Guía de TFG de la UCM, el proyecto presentado en este trabajo hace uso de los seminarios grupales como metodología favorecedora de la indagación, el acompañamiento, la capacidad crítica y el trabajo colaborativo.

1.5. El uso del seminario en el Trabajo Fin de Grado de Educación Social de la Universidad Complutense de Madrid

Fruto de la preocupación por la mejora de los procesos en el Grado de Educación Social y del convencimiento de que el trabajo en seminarios podría ayudar a “cubrir” aquellos aspectos que se habían pasado por alto en la formación previa, a la vez que aumentar la motivación y la formación de los y las estudiantes en el desarrollo del TFG, en 2015 iniciamos un Proyecto de Innovación.

Nuestra propuesta perseguía la sistematización de la “metodología de seminario” en el proceso de realización de los TFG del Grado de Educación Social, por considerar que podía contribuir a:

- Reforzar la formación de los estudiantes de TFG.
- Combinar la actividad autónoma con el trabajo grupal de los estudiantes.
- Potenciar los espacios y tiempos de intercambio entre iguales.

- Favorecer el desarrollo de habilidades de comunicación.

El proyecto permitió constatar que el seminario fomenta la cohesión emocional y la motivación volitiva grupal para aportar valores didácticos a los estudios del Grado de Educación Social. Por ese motivo, se decidió continuar el trabajo iniciado en el Grado de Educación Social con un nuevo proyecto (el que presentamos en este trabajo), que utilizaría la metodología del seminario y el trabajo cooperativo dentro del mismo para la adquisición de competencias en sostenibilidad.

Los seminarios se han realizado durante todo el curso académico y en cada seminario se ha abordado un tema concreto en relación a la elaboración y defensa del TFG y se ha velado porque las competencias en EDS fueran el eje vertebrador de todas las sesiones, abordándose de forma transversal.

Método

La investigación presentada responde a una investigación evaluativa desarrollada en el marco del proyecto de innovación que hemos descrito anteriormente. Se realiza con el objetivo de conocer si la metodología de seminario incorporada junto con la acción tutorial individualizada para la realización del TFG de los estudiantes del Grado de Educación Social permite la adquisición de competencias en sostenibilidad.

La investigación no plantea la generalización del conocimiento adquirido a otras posibles situaciones, sino la toma de decisiones encaminada a la innovación educativa. Para ello se diseñó una encuesta, conformada por 16 preguntas. Uno de los potenciales beneficios que se derivan de esta técnica de recogida de datos es la identificación de necesidades formativas, así como llegar a efectuar análisis precisos en base a los cuales tomar decisiones sobre cómo promover cambios en la elaboración del TFG, con el objetivo de que el estudiante alcance al final de su proceso formativo una mirada holística que le prepare para afrontar los retos que la sociedad actual demanda como futuro profesional de la educación desde el enfoque de la sostenibilidad.

2.1. Participantes

El muestreo no probabilístico utilizado es incidental, al estar configurada la muestra por los estudiantes asignados al grupo de docentes participantes en el proyecto de innovación. La muestra está configurada por 10 estudiantes, 60% mujeres y 40% de varones de la Facultad de Educación de cuarto curso del Grado de Educación Social que realizaron su TFG en el curso 2015-2016 en el marco del “Proyecto de Innovación y Mejora para la sostenibilización curricular del Trabajo de Fin de Grado en Educación Social: El seminario como método de aprendizaje colaborativo” (UCM2105/34).

2.2. Variables e instrumentos de recogida de información

Se hizo uso del cuestionario para conocer si el proceso de elaboración y defensa del TFG de Educación Social de la Universidad Complutense de

Madrid había sido coherente con los principios que inspiran la sostenibilidad y si la metodología con seminarios había ayudado a la adquisición de las competencias en Desarrollo Sostenible propuestas por la UNESCO, además de descubrir aspectos que requirieran ser mejorados.

El cuestionario incluyó preguntas cerradas y abiertas, pero además se habilitaron en el cuestionario espacios donde poder escribir libremente. Las alternativas de elección de las respuestas cerradas se expresan en una escala numérica de varios valores, tipo escala de Likert (“1-Mucho”, “2-Bastante”, “3-Algo”, “4 Nada.”)

En el momento de la redacción de la herramienta se tuvo presente que un cuestionario largo siempre produce rechazo, aumenta el cansancio de los participantes y disminuye la fiabilidad de las respuestas, motivo por el cual se limitó el número de ítems a 16 preguntas. Del mismo modo, a la hora de redactar las preguntas se tuvieron en cuenta posibles sesgos. También se cuidó el orden de las preguntas.

Ilustración 2. Ítems incluidos en el cuestionario

<p>Información</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sexo • Año de finalización del Grado de Educación Social • Calificación media/ Calificación TFG • Otras titulaciones que posee
<p>Cuestiones generales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU a lo largo del Grado de Educación Social • Qué se entiende por sostenibilidad • Tema de TFG • Relación entre el TFG desarrollado y competencias de la titulación • Relación entre el TFG desarrollado y la sostenibilidad • Coherencia del proceso de elaboración y defensa del TFG con los principios que inspiran la sostenibilidad
<p>Cuestiones sobre el trabajo en seminarios: Enfoque holístico Visión de cambio Visión de transformación Aprender a conocer Aprender a hacer Aprender a vivir juntos Aprender a ser</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de seminarios por parte del tutor/a • Coherencia de los seminarios con los principios que inspiran la sostenibilidad • Utilidad de los seminarios para: <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar, valorar y/o poner en práctica el pensamiento integrador, la inclusividad y tratar con complejidades • Aprender a analizar críticamente el pasado, comprometerse con el presente para atajar problemas contemporáneos y explorar futuros alternativos en beneficio de un Desarrollo Sostenible • Trabajar en la transformación de lo que significa ser educador/a, de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje y del sistema educativo en su conjunto hacia modelos más sostenibles y equitativos • Comprender los desafíos que enfrenta la sociedad y el papel que tienen en estos los/as educadores/as y los/as estudiantes • Desarrollar habilidades prácticas en relación a la EDS • Valorar el desarrollo de alianzas, la interdependencia y el pluralismo • Ser más autónomo/a, concienciado/a y responsable en relación al Desarrollo Sostenible
<p>Otros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta/s que pueda/n servir para mejorar la formación en sostenibilidad de los/as estudiantes en el contexto del TFG de Educación Social

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de facilitar la participación en el cuestionario y de reducir el consumo de papel se decidió hacer uso de la herramienta “formularios” de Google para la difusión del cuestionario.

Se sometió a validación en base a los criterios de univocidad, pertinencia e importancia mediante la técnica de juicio de expertos. Fue validado por 10 docentes de distintas universidades españolas, expertos en metodología de investigación e innovación educativa. Tras los informes remitidos se realizaron los ajustes oportunos al mismo. Para conocer el grado de consistencia interna se aplicó un cuestionario preliminar a 15 estudiantes del Grado de Educación Social que no participaron en el proyecto. La fiabilidad de la encuesta obtenida mediante el estadístico Alfa de Cronbach fue de 0.72 (Hug, Delorme & Reig, 2006).

2.3. Análisis de datos

La información que se obtiene de la aplicación del cuestionario se procesó de manera diferente según el tipo de respuesta —cerrada o abierta—. Las respuestas cerradas suelen admitir cierta cuantificación y análisis cuantitativos con cálculos estadísticos, para lo que se utilizó el programa SPSS. Sin embargo, las respuestas abiertas que son de tipo cualitativo se trataron desde el denominado análisis de contenido. Ello requirió categorizar, codificar y clasificar la información obtenida mediante el programa Atlas.ti, versión 7.

Resultados

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los estudiantes que realizaron su TFG desde una metodología activa, denominada “Seminario” permiten posicionar a esta metodología en concreto como favorecedora de la adquisición de competencias en sostenibilidad.

El 100% de los estudiantes participantes en el estudio no son conscientes de haber trabajado los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU a lo largo de sus estudios. Si a esto le añadimos que el 60% de los estudiantes participantes en el estudio afirman que la realización del TFG les ha permitido poner en práctica las competencias aprendidas en la Titulación, adquiriendo una visión holística de toda la formación recibida en el Grado, podemos concluir que, tal y como hoy se estructuran académicamente estos estudios, la suma de asignaturas frente a una estructura más permeable, transdisciplinar, puede no facilitar una actitud de compromiso social que perdure a futuras generaciones.

Sin embargo, se puede afirmar que mayoritariamente los estudiantes que han participado en el estudio tienen un concepto formado sobre el término

sostenibilidad, según se muestra en el análisis de las respuestas abiertas al ítem 2:

Se trata de un proceso o un estado que puede mantener a largo plazo, usa más frecuentemente en las dimensiones ecológicas, económicas y sociales. (Mujer- 21 años)

La capacidad de entender los problemas como sistémicos dando soluciones acordes a los recursos el medio y la población. (Varón- 22 años)

Aquel objetivo que los humanos buscamos alcanzar para conseguir mantener en el planeta un equilibrio igualitario en cuanto a los recursos que nos rodean y la convivencia entre culturas. (Varón- 22 años)

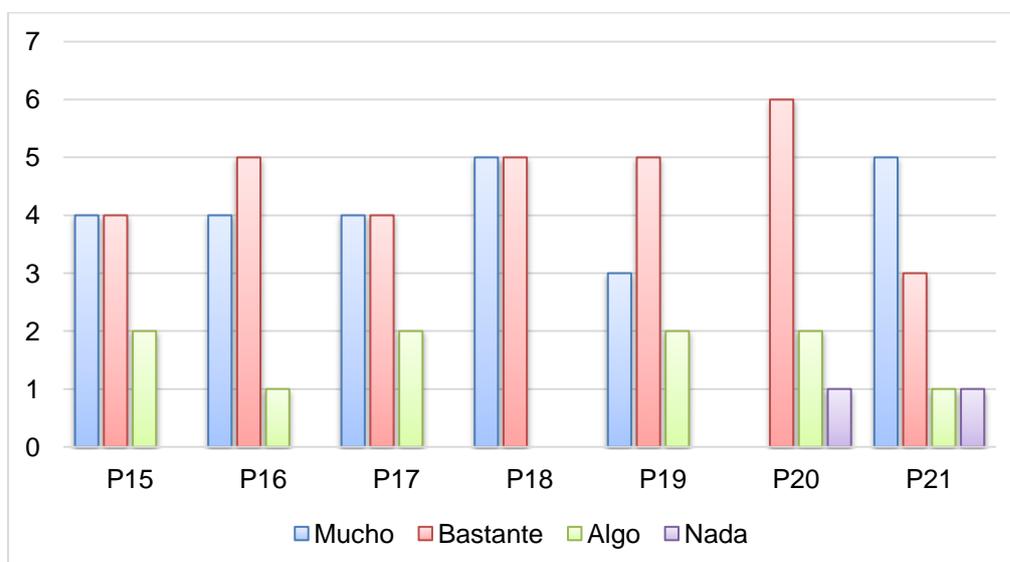
La sostenibilidad es una forma de producir y satisfacer las necesidades del ser humano a partir de los recursos, especialmente naturales, respetando sus ciclos vitales, con el fin de que no se afecte o comprometa su uso por parte de las presentes y futuras generaciones. (Varón 23 años)

El 80% de los estudiantes responden afirmativamente a la pregunta de si los seminarios han sido coherentes con los principios que inspiran la sostenibilidad. El 20% de los estudiantes, cuya respuesta fue negativa, muestran la coincidencia de no haber orientado su tema de TFG con ninguno de los ODS, lo que no quiere decir que estos estuvieran alejados de las metas 2030 marcadas dentro del objetivo 4, sino que no integraron el principio de sostenibilidad de adquirir conciencia de los desafíos que plantea la globalización en su pensamiento. Parece ser que este es el elemento diferenciador para con los estudiantes que desarrollaron su tema de TFG en el marco de los ODS.

Ahora bien, debemos indagar qué ha supuesto la metodología seminario para la adquisición de competencias en sostenibilidad. Al respecto, se destacan como aportaciones clave para la formación en sostenibilidad de los futuros educadores sociales las siguientes (Gráfico 3):

- 1.- La metodología seminario facilita la comprensión holística de los fenómenos sociales.
- 2.- El trabajo colaborativo realizado en los seminarios propicia, a juicio de los propios estudiantes, una actitud de responsabilidad que conduce a realizar en el marco del TFG propuestas de cambio y transformación, que van más allá de una propuesta de diseño en un programa de intervención a corto plazo.
- 3.- Desde la construcción social del aprendizaje característico de esta metodología se abren dimensiones del constructo competencia que podríamos denominar específicas de la EDS, como el saber convivir.

Gráfico 1. Respuestas a las cuestiones sobre el trabajo en seminarios.



P15	Medida en la que el trabajo con seminarios ha permitido desarrollar, valorar y/o poner en práctica el pensamiento integrador, la inclusividad y el tratar con complejidades (ENFOQUE HOLÍSTICO)
P16	Medida en la que el trabajo con seminarios ha posibilitado aprender a analizar críticamente el pasado, comprometerse con el presente para atajar problemas contemporáneos y explorar futuros alternativos en beneficio de un Desarrollo Sostenible (VISIÓN DE CAMBIO)
P17	Medida en la que el trabajo con seminarios ha permitido trabajar en la transformación de lo que significa ser educador/a, de los enfoques de la enseñanza y el aprendizaje y del sistema educativo en su conjunto hacia modelos más sostenibles y equitativos (VISIÓN DE TRANSFORMACIÓN)
P18	Medida el trabajo con seminarios en el TFG ha permitido comprender los desafíos que enfrenta la sociedad y el papel que tienen en estos los/as educadores/as y los/as estudiantes (APRENDER A CONOCER)
P19	Medida en la que el trabajo con seminarios en el TFG ha permitido desarrollar habilidades prácticas en relación a la EDS (APRENDER A HACER)
P20	Medida el trabajo con seminarios en el TFG ha permitido valorar el desarrollo de alianzas, la interdependencia y el pluralismo (APRENDER A VIVIR JUNTOS)
P21	Medida en la que el trabajo con seminarios en el TFG ha ayudado a ser más autónomo/a, concienciado/a y responsable en relación al Desarrollo Sostenible (APRENDER A SER)

El análisis de las respuestas abiertas del cuestionario desvela que los estudiantes manifiestan que en la actualidad el plan de estudios del Grado de Educación Social no permite entender la educación desde el paradigma de la sostenibilidad. Consideran necesario incorporar la dimensión “valores” a las competencias del Título para que el perfil profesional incorpore ese compromiso ético y moral para con el desarrollo y la sostenibilidad.

Discusión/Conclusiones

El actual cuestionamiento del paradigma científico que ha caracterizado la relación del ser humano con el mundo de una manera meramente mecanicista, de pensamiento lineal y verdades absolutas, ha devenido en la denominada postmodernidad. El conocimiento científico es cuestionado como único camino al conocimiento verdadero, porque la verdad se fragmenta, diversifica y pluraliza tal como se desarrolla en el llamado paradigma de la complejidad (Morin, 1990), dando lugar a una epistemología sistémico-compleja (Morin, 1990, 2000, 2011) que no sólo trabaja la práctica educativa desde la mera cognición, sino también desde la interacción con sus contextos -culturales, sociales, económicos, ecológicos y políticos-. Este enfoque contextual e interconectado a juicio de las autoras debe calar también en la situación de enseñanza-aprendizaje que se vive en la actualidad en las aulas universitarias, más allá del mero cuestionamiento del quehacer científico. No debemos olvidar que la función de la universidad incluye no solo la dimensión investigadora, sino principalmente formativa y educativa (Tilbury, 2011; UNECE, 2012; Cloud, 2014; OCU-DRUE, 2016).

A partir de los resultados obtenidos, convenimos en que quizá este paradigma de la complejidad, y la epistemología sistémica que lo sostiene, nos conducen directamente al concepto de sostenibilidad como posible eje vertebrador de un modelo de desarrollo antagónico y diferente al que nos ha precedido.

El pensamiento sistémico, dado a luz en el campo de la biología a través de la Teoría general de sistemas que el biólogo y filósofo Bertalanffy publicó en 1968, viene acompañando al mundo de la ciencia con este nuevo posicionamiento, desde el paradigma de la complejidad (Capra, 1996); y este cambio de mirada se configura como elemento clave para la sostenibilización curricular en el ámbito Universitario (CRUE, 2005). La construcción del conocimiento que impera en el marco de este paradigma desciende desde lo complejo a lo simple, desde la síntesis al análisis y de un grado de mayor a menor creatividad; centrándose en la emergencia de los fenómenos humanos y la singularidad intransferible que para cada quien estos implican, (Pérez, 2016) en su sentir, pensar y actuar. El Seminario se configura como una práctica en educación superior facilitadora de esta nueva forma holística de estructurar el pensamiento que demanda la EDS. El seminario como metodología activa promueve una episteme de la complejidad a partir el análisis crítico y la reflexión sistémica y del respeto devenido de la escucha activa de la otredad plural y diversa que facilita comprensión holística de los fenómenos socioeducativos. Así mismo, en su dimensión colaborativa, el seminario acompaña positivamente a la hora de enfrentar los retos y toma de decisiones ante las sociedades de la impermanentes y las realidades líquidas (Bauman, 2013) en que los estudiantes se desenvuelven.

Es de reconocer que a pesar de los esfuerzos realizados en cuanto a la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en su momento,

y su particular relación con la educación para todos y todas, aún hoy continúa existiendo una amplia brecha entre unos países y otros en cuanto a su desarrollo. Más allá de los compromisos éticos sobre universalidad y accesibilidad de una educación de calidad para todos y todas, los cálculos económicos, los retos de una economía global, no sola hace necesario la inversión en recursos materiales o financieros, sino especialmente en los que autores como Hargreaves y Fullan (2014) denominan capital profesional. Junto a esto no hay que olvidar visiones críticas como las de Rizvi y Lingard (2013), que sostienen el necesario impulso, no solo de una educación básica para todos, sino de la participación efectiva de la educación superior. Frente a ello, la educación para todos y todas y en todos los niveles debería estar enfocada no solo a producir trabajadores eficientes para una economía global cambiante, sino que debe ofrecer oportunidades y medios para el desarrollo de las libertades individuales (Sen, 2000. Cit en Rizvi y Lingard, 2013)

En relación al fomento de los principios de aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser (Delors, y otros, 1996), a los que debemos sumar, configurando un compendio de competencias a desarrollar dentro de un contexto de sostenibilidad, la competencia social y cívica, el sentido de la iniciativa y espíritu de empresa, y la competencia conciencia y expresión cultural (Comisión Europea, 2007), la metodología de seminario ha posibilitado que los estudiantes participantes en el estudio adquieran una formación más holística. El TFG por sus características ya descritas en epígrafes anteriores, se constituye en una herramienta de aprendizaje óptima para la sostenibilización curricular de los actuales Grados universitarios al proporcionar a los futuros profesionales de la educación herramientas necesarias para transformar las actuales sociedades en sociedades más sostenibles.

Referencias bibliográficas

ALBA, D. y otros (2012). Estrategias de sostenibilidad y responsabilidad social en las universidades españolas: Una herramienta para su evaluación.

Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16 (2).

Consultado el 28 de noviembre de 2016.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724395005>

ALBAREDA-TIANA, S. y GONZALVO-CIRAC, M. (2013). Competencias genéricas en sostenibilidad en la educación superior. Revisión y compilación.

Revista de Comunicación de la SEECI, año XV (32), 141-159. Consultado el 28 de noviembre de 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2013.32.141-159>.

BOUD, D. y MOLLOY, E. (coords.) (2015). *El feedback en educación superior y profesional. Comprenderlo y hacerlo bien*. Madrid, Narcea.

CAPRA, F. (1996). *La Trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.

- CEBRIÁN, G. y JUNYENT, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), 29-49. Consultado el 28 de noviembre de 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>.
- CLOUD, J.P. (2014). Educar para un futuro sostenible, en JACOBS, H.J. (Ed.) *Curriculum XXI. Lo esencial de la educación para un mundo en cambio*. Madrid: Narcea.
- CRUE (2005). *Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum*. Consultado el 28 de noviembre de 2016. <http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Declaraciones>
- DEARING, R. (1997). *Higher Education in the Learning Society: Report of the National Committee of Enquiry into Higher Education*. London: HMSO.
- DELORS, J. (1996). *La educación encierra un tesoro (Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI)*. Madrid: Santillana/UNESCO.
- EXLEY, K. y DENNICK, R. (2009). *Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior. Tutorías, seminarios y otros agrupamientos*. Madrid: Narcea.
- FACULTAD DE EDUCACIÓN (2015). *Guía del Trabajo de Fin de Grado. Grado en Educación Social*. Madrid: Facultad de Educación/UCM.
- FOSTER, J. (2000). *Sustainable development, Higher Education and the Learning Society*. Comunicación presentada en el Symposium sobre Education for Sustainable Development. University of Edinburgh (20-23 septiembre).
- HARGREAVES, A. (1999). *Profesorado, cultura y postmodernidad*. Madrid: Morata.
- HARGREAVES, A., y FULLAN, M. (2014). *Capital profesional. Transformar la enseñanza en cada escuela*. Madrid: Morata.
- HUH, J.; DELORME, D.E.; REID, L.N. (2006) Perceived third-person effects and consumer attitudes on prevetting and banning DTC advertising. *Journal of Consumer Affairs*, 40(1), 90-116.
- JARAUTA, B. (2014). El aprendizaje colaborativo en la universidad: referentes y prácticas. *Revista de Docencia Universitaria*, 12 (4), 281-302.
- JOHNSON, D., JOHNSON, R., y HOLUBEC, E. (2006). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós Educador.
- LUQUE, A.M. y NAVARRO, E. (2011). El aprendizaje colaborativo y la enseñanza de la Geografía en el marco del EEES. *Didáctica Geográfica*, (12), 49-72.

- MELENDRO, M., MURGA, M. A., NOVO, M. y BAUTISTA-CERRO, M. J. (2008). Estrategias Formativas Innovadoras en Educación Ambiental y para el Desarrollo Sostenible, *RIED* v. 11: 2, 15-39.
- MONCLÚS, A., SABAN, C. (2014). Perspectivas de la educación permanente y su vinculación con las Tecnologías de la Información y la Comunicación. En MONCLÚS, A., SABAN, C. (Coords.). *Ciudad y educación: Antecedentes y nuevas perspectivas*. Madrid: Síntesis, 17-35.
- MORIN, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Trad. Marcelo Pakkman. Barcelona: Gedisa.
- MORIN, E. (2000). *La mente bien ordenada*. Barcelona: Seix Barral.
- MORIN, E. (2011). *Para el futuro de la humanidad*. Barcelona: Paidós.
- OCUD-CRUE (2016). *Conclusiones de los diálogos Universidad y Desarrollo*. Consultado el 28 de noviembre de 2016.
<http://www.ocud.es/files/doc870/conclusiones-universidadyods-22.pdf>
- ONU (1987). *Nuestro futuro común. Informe Brundtland*. Nueva York: Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Consultado el 28 de noviembre de 2016. <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>
- PÉREZ, C. (2016). *Educación en valores para la ciudadanía- Estrategias y Técnicas de aprendizaje*. Bilbao: Desclee De Brouwer.
- PERRENOUD, P. (2007). *Diez nuevas competencias para enseñar: Invitación al viaje*. Barcelona: Graó.
- REKALDE, I. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias. *Revista Complutense de Educación*, 22 (2), 179-193. Consultado el 28 de noviembre de 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2011.v22.n2.38488.
- RIZVI, F. y LINGARD, B. (2013). *Políticas educativas en un mundo globalizado*. Madrid: Morata.
- SEN, A. (2000). *Desarrollo y libertad*. Barcelona: Planeta.
- SIMS, L. y FALKENBERG, Th. (2013). Developing Competencies for Education for Sustainable Development: A case Study of Canadian Faculty of Education. *International Journal of Higher Education*, 2 (4). Consultado el 28 de noviembre de 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5430/ijhe.v2n4p1>.
- TILBURY, D. (2011). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Examen por los expertos de los procesos y el aprendizaje*. París: UNESCO.
- TORRES, C.A. y DORIO, J.N. (2015). Qué hacer y qué evitar en la educación para la ciudadanía mundial. *Educación de Adultos y Desarrollo*, 82, 4-8.
- UNECE (2007). *Good Practices in Education for Sustainable Development in the UNECE Region*. Sixth Ministerial Conference "Environment for Europe", Belgrade, 10-12 october.

UNECE (2008a). *Comment est enseigné le développement durable? Débat d'experts sur les compétences en matière d'éducation en vue du développement durable dans le secteur de l'éducation*. ECE/CEP/AC.13/2008/7. Consultado el 28 de noviembre de 2016.

https://www.google.com/url?q=https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2008/ece/cep/ac.13/ece.cep.ac.13.2008.7.f.pdf&sa=U&ved=0ahUKEwjFzYjh3PXQAhWF5xoKHVVsDq4QFggFMAA&client=internal-uds-cse&usq=AFQjCNHH1uRxdureRy9AsmvKKA rGFNK_5g

UNECE (2008b). *Report of the UNECE steering committee on education for sustainable development on its third meeting*. ECE/CEP/AC.13/2008/2. Recuperado de: <http://www.unece.org/?id=14883>.

UNECE (2009). *Report of the UNECE steering committee on education for sustainable development on its fourth meeting*. ECE/CEP/AC.13/2009/2. Consultado el 28 de noviembre de 2016.
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM//env/documents/2009/ECE/CEP/AC.13/ece.cep.ac.13.2009.2.e.pdf>

UNECE (2012). *Learning for future. Competences in Education for Sustainable Development*. Ginebra: Naciones Unidas.

UNECE (2013). *Empowering educators for a sustainable future. Tools for policy and practice workshops on competences in education for sustainable development*. Ginebra: Naciones Unidas.

UNECE (2016) *Ten years of UNECE strategy for education for sustainable development*. Nueva York: Naciones Unidas.

UNESCO (2002). *Education for Sustainability, From Rio to Johannesburg: Lessons Learnt from a Decade of Commitment. Informe presentado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*. París: Author.

UNESCO (2010). *La Lente de la Educación para el Desarrollo Sostenible: Una herramienta para examinar las políticas y la práctica. La Educación para el Desarrollo Sostenible en acción. Instrumentos de aprendizaje y formación N° 2*. París, Sección de Educación de la UNESCO.

ZYGMUNT, B. (2013). *La cultura en el mundo de la modernidad líquida*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Metodologías de Co-Creación para la Transformación hacia una Sociedad Sostenible: el caso de la Universitat de Girona (UdG)

Leslie Collazo, Anna Maria Geli, Rosa Maria Terradellas y Helena de Benito

Universitat de Girona (UdG)

Resumen

Impulsados por la participación de la UdG en el proyecto Europeo "University Educators for Sustainable Development" (UE4SD) e inspirados en las metodologías utilizadas con éxito por instituciones con una larga experiencia en la innovación para avanzar hacia la sostenibilidad, como es el Shumacher College, presentamos el caso de aplicación de las metodologías de Co-Creación. El propósito de esta comunicación es describir y mostrar los resultados del proceso emprendido por la UdG para orientar la sostenibilización curricular de los estudios ofrecidos por la universidad con la participación de la sociedad local y los estudiantes. Tras haber analizado cualitativamente los documentos y el vídeo generados durante las dos sesiones de trabajo, contamos con información en relación a los valores, las competencias y los conocimientos que ellos identifican como imprescindibles. Además explicamos de qué forma se pueden incluir estas ideas en el curriculum universitario.

Abstract

Driven by the participation of the UdG in the European project "University Educators for Sustainable Development" (UE4SD) and inspired by the methodologies used successfully by institutions with long experience in innovation to go forward towards sustainability, such as the Shumacher College, we present the UdG case of application of the Co-Creation methodologies. The purpose of this communication is to describe and show the results of the process undertaken by the UdG to guide the curricular sustainability of the studies offered by the university with the participation of the local society and the students. After having qualitatively analyzed the documents and the video generated during the two work sessions, we have information regarding the values, skills and knowledge that they identify as essential. We also explain how these ideas can be included in the university curriculum.

Palabras clave

Metodologías de Co-creación. Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Educación para la Sostenibilidad. Formación del profesorado. Innovación Educativa.

Keywords

Co-creation methodologies. Objectives for Sustainable Development. Education for Sustainability. Teacher training. Educational Innovation.

Introducción

El concepto de Educación para la Sostenibilidad se puede resumir como la voluntad de cambiar la manera de vivir para hacer un mundo mejor en los ámbitos ambiental, social y económico.

Al plantearnos cómo debíamos llevar a cabo las acciones formativas para continuar trabajando por el sendero de la Sostenibilidad, queremos señalar que, tanto los trabajos previos como el conocimiento y las pautas de acción realizadas por el grupo GRECA, como las desarrolladas a lo largo de las diferentes etapas del proyecto UE4SD, nos permitieron trazarnos un camino.

Conocimos que la teoría de la U se centra en los "modelos mentales" o "paradigmas de pensamiento", según los cuales observamos la realidad como un eco-sistema que se analiza desde una conciencia centrada en el ego-sistema de las decisiones institucionales. Esta teoría considera que, actualmente, el principal desafío del liderazgo es cerrar la brecha entre la realidad del ecosistema y la sensibilización del sistema del ego (Scharmer y Kaufer, 2013). Las personas que toman decisiones en las instituciones deben realizar un viaje conjunto para ver no sólo el sistema desde su propio punto de vista (ego-conciencia) sino que también deben experimentar el sistema desde el punto de vista de los otros participantes, especialmente los que están más marginados.

El viaje desde el ego-sistema al eco-sistema de la conciencia, o del "yo" al "nosotros", engloba tres dimensiones: 1) una mejor relación con los demás; 2) una mejor relación con todo el sistema; y 3) una mejor manera de relacionarse con uno mismo. Estas tres dimensiones requieren que los participantes exploren los bordes del sistema y el yo.

La esencia de la Teoría U es simple. Se fundamenta en dos principios:

- a) La calidad de los resultados producidos por cualquier sistema depende de la calidad de la conciencia de la gente que opera en el sistema.
- b) Aprender del futuro emergente. Al explorar este territorio más profundamente, evidenciamos que la mayoría de las metodologías de aprendizaje existentes dependen de aprender del pasado, mientras que la mayoría de los verdaderos desafíos de liderazgo en las organizaciones requieren algo muy diferente: dejar atrás el pasado con el fin de conectar y aprender de las nuevas posibilidades futuras.

El Proceso-U (*U-Process*), según Hassan, Z. (2006) está basado en la creencia de que existen múltiples formas de lidiar con problemas altamente complejos, algunas de ellas más exitosas que otras. Cuando se trata de enfrentarse a problemas aparentemente insolubles, debemos responder de una forma más profunda y reflexiva, de una forma que permita plantear las condiciones para que surjan verdaderos *insights* para resolver, mediante la regeneración, situaciones de forma exitosa. El Proceso-U (*U-Process*) explica el significado de la regeneración y cómo alcanzarla, creando las condiciones para ello en tres “fases” que implican siete “capacidades”. Cada una de estas fases: PERCIBIR, PRESENCIAR Y DARSE CUENTA, implica la creación de un ambiente específico como respaldo para un tipo particular de aprendizaje, y desarrollar y usar una serie de capacidades a través de la Co-creación de acciones y escenarios de futuro.

En cuanto a la aplicación de la teoría de la Co-creación aplicada en el ámbito educativo desde sus comienzos de la mano de Weisbord y Janoff (1995), debemos señalar que actualmente se la considera una metodología muy útil y eficaz para involucrar a todos los miembros de la comunidad educativa, para encontrar soluciones creativas a problemas colectivos.

La co-creación tiene el potencial de impactar significativamente sobre la cultura institucional y de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes creando un sentido de comunidad de aprendizaje. Esto es particularmente probable cuando los estudiantes están involucrados en el desarrollo curricular, en la investigación y en trabajar colaborativamente con los académicos. Al mismo tiempo, el personal puede obtener mucha inspiración de las nuevas ideas creativas de los estudiantes y algunos proyectos de co-creación tienen el potencial de abrir oportunidades para trabajar en asociación con agencias externas, tal como habíamos experimentando en anteriores trabajos (Collazo et al, 2017).

Lluís Sabadell es el creador en Catalunya de la plataforma Co Creable 100% Co-creació. Co-creable, define el proceso de co-creación (2013) como: “El acto de pensar colectivamente, intercambiar experiencias e idear en equipo de una forma metódica y fluida. Además, la co-creación promueve la integración y el desarrollo de las habilidades y deseos individuales de cada uno poniéndolos en consonancia con los otros co-creadores y ofrece una pluralidad de ideas y conocimientos que enriquecen los proyectos y sus resultados”.

Debemos señalar que también hemos tenido en cuenta los principios que define la Comisión Europea (2011) para llevar a cabo Innovaciones Responsables. Desde esta perspectiva, nos planteamos la Innovación Responsable como un proceso donde todos los actores sociales trabajan juntos con el fin de alinear los resultados de la innovación con los valores, necesidades y expectativas de la sociedad. En este proceso, deben participar actores diversos con diferentes grados de experiencia. Si bien en relación a cada innovación se deberán seleccionar los actores participantes, desde la

Comisión Europea se señala que deben participar: profesionales del campo de la innovación, la sociedad civil, las industrias y los educadores.

Asimismo, mediante este trabajo mostramos parte del viaje realizado por la Universidad de Girona (UdG) para introducir la sostenibilidad en su quehacer cotidiano, así como en los ejes que son los pilares de cualquier universidad: la formación, la investigación y la transferencia de conocimiento.

El proceso que vamos a exponer, se centra en parte en nuestra historia y, a su vez, en nuestras nuevas perspectivas presentes y futuras, mediante las cuales queremos continuar trabajando para avanzar en los temas de sostenibilidad. Como ejemplo queremos señalar que según el informe de la CADEP-CRUE (2011) *“Evaluación de las políticas universitarias de sostenibilidad como facilitadoras para el desarrollo de los campus de excelencia internacional”*, la UdG ocupa la tercera posición de las universidades españolas.

La Universidad de Girona se creó a finales de 1992, año en que se celebró la Cumbre de Río y el de la globalización del concepto de Desarrollo Sostenible, que tanto han significado para el desarrollo y la mejora de la sostenibilidad a nivel mundial. Aspectos que, desde nuestra perspectiva, marcaron que la UdG desde sus inicios llevara incorporada la sostenibilidad en su ADN.

Se crearon distintas estructuras institucionales con la finalidad de apoyar la sostenibilidad, como el Instituto de Medio Ambiente (1998) y la Oficina Verde (2000). Se diseñó un Plan de Ambientalización que se inició en 1998 y se aprobó en 2000, con acciones en organización, gestión, investigación y docencia. En 2013, se creó una nueva estructura: la Cátedra de Responsabilidad Social Universitaria (RSU-UdG), con el objetivo de vincular universidad y territorio, con tres ejes de trabajo: Solidaridad, Sostenibilidad y Empresa.

La UdG forma parte, y presidió desde 2008 hasta diciembre de 2013, la Comisión Sectorial de Calidad Ambiental, Desarrollo Sostenible y Prevención de Riesgos (CADEP) de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE); actualmente CADEP-Sostenibilidad. También presidió desde mayo de 2010 hasta enero de 2014 el Grupo de Trabajo de Cooperación al Desarrollo de la Comisión de Internacionalización y Cooperación de las Universidades Españolas (CICUE- CRUE). De 2008 a 2014 representó a las universidades españolas en el Consejo de Cooperación al Desarrollo (España) y, durante todo el año 2013, presidió la Comisión de Seguimiento de Políticas de Planificación y Desarrollo del Consejo de Cooperación Desarrollo de España.

Además, cabe señalar la incidencia que ha tenido el Grupo de Investigación en Educación Científica y Ambiental GRECA (1994), un grupo interdisciplinar del que forman parte la mayoría de autoras de este artículo, considerado desde 2009 por la Generalitat de Catalunya como un Grupo de Investigación Consolidado. Sus investigaciones sobre ambientalización curricular en los estudios superiores han marcado pautas a nivel español, hasta el punto que

sentaron las bases sobre las que se orientó la CRUE en el año 2005 para su trabajo de impulsar la sostenibilidad curricular en las universidades españolas (Geli et al, 2004).

Miembros de este grupo participaron en la elaboración del Libro Blanco de la RSU en España, impulsado por el Ministerio de Educación y coordinado por Margarita Barañano de la UCM que se publicó en el año 2011: “*Responsabilidad Social Universitaria y Desarrollo Sostenible*”. Esta publicación enlaza las aportaciones de las universidades con la experiencia del entorno social y empresarial y constituye un referente para avanzar en este concepto.

En cuanto a la formación universitaria, queremos destacar que en 2001, en Bolonia (Italia) se llevaron a cabo los acuerdos para crear el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), lo cual comportó adaptar las licenciaturas y diplomaturas a grados y diseñar la formación centrada en competencias. En 2007, en España, se promulgó un Real Decreto, el RD 1393/2007, que indicaba a las universidades cómo seleccionar y llevar a cabo estas competencias. En 2008, la UdG incluyó en sus planes de estudio la sostenibilidad como competencia transversal y, con la finalidad de orientar al profesorado en su consecución, en 2010, editó la Guía docente para la Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior 10. Competencias transversales: Sostenibilidad, para garantizar su aplicación.

Sin embargo, a pesar de todo el proceso iniciado y de las estructuras y documentos creados, debemos señalar que, desde nuestra perspectiva, no nos permiten pensar que el proceso hacia la integración de la sostenibilidad como competencia transversal esté concluido de manera eficaz. La participación de este equipo de investigación en el Proyecto Europeo UE4SD “*University Educators for Sustainable Development*”, liderado por Daniella Tilbury e integrado por 53 *partners* de 33 países europeos, nos condujo a analizar el estado de la sostenibilidad aplicada al currículo actual en la UdG, y se concluyó que éste era todavía un logro por consolidar. Por ello, iniciamos una experiencia piloto, para diseñar un curso de formación para todo el profesorado para conseguir nuestro objetivo y nos dimos cuenta que debíamos avanzar hacia una línea de innovaciones responsables en las que fueran tenidos en cuenta otros actores.

Para conseguirlo estamos trabajando siguiendo las indicaciones del programa Europeo *Horizon 2020*, de manera que nos planteamos que las innovaciones que queremos promover sean responsables, es decir diseñadas, aplicadas y evaluadas teniendo en cuenta no sólo las opiniones del profesorado de la universidad, sino incluyendo la participación de otros actores en este proceso. Es evidente que la voz del profesorado es fundamental, al igual que lo es la de otros agentes internos de la comunidad universitaria como los estudiantes y el personal de administración y servicios, pero también es necesaria la participación de agentes externos, entre los que queremos destacar a amplios sectores de la sociedad como empresarios, entidades sociales, ONGs, instituciones públicas, administraciones, etc. Nuestro mayor objetivo, como

parte de nuestro compromiso para avanzar en el cumplimiento de los actuales ODS (Terradellas et al., 2015), es impulsar y, a ser posible, lograr que la sostenibilidad se convierta en un paradigma de pensamiento integrado en nuestros universitarios, que les permita observar la realidad desde un punto de vista ecocéntrico.

Estos nuevos planteamientos los adoptamos de manera determinante al comprobar dos aspectos esenciales. En primer lugar, constatar, mediante unas encuestas al profesorado que, a pesar de estar incorporada la sostenibilidad como una competencia transversal en todos los planes de estudios, la mayoría no la había incorporado en sus programas. En segundo lugar, nos hicimos eco de las afirmaciones de autores como Schumacher (1973) o Tilbury (2007, 2011), los cuales señalan que “a pesar del aumento de los contenidos que se transmiten sobre sostenibilidad, los problemas ecológicos, económicos y sociales son aún más graves”. Por ello, consideramos que debíamos trabajar sentando las bases por una educación que prepare a los estudiantes para tratar temas complejos en profundidad, desde perspectivas interdisciplinares y los comprometa con la acción. Creemos que sólo de esta forma podremos mejorar los procesos que permitan avanzar hacia la sostenibilidad y que ésta quede plenamente integrada en el currículum. Queda pues mucho trabajo por realizar y la necesidad de dar nuevos pasos es impostergable.

Desde esta perspectiva, nos propusimos organizar algunas sesiones co-creativas en colaboración con la Cátedra de RSU de nuestra universidad, por su vinculación con la sociedad civil y la comunidad universitaria, para tratar temas relacionados con la responsabilidad social, en las que participasen, estudiantes, profesorado, responsables académicos, ciudadanos y empresarios de nuestro entorno, para conocer otras perspectivas que nos permitieran detectar nuevas necesidades en este campo y mejorar las acciones formativas que queremos llevar a cabo, con la finalidad de integrar definitivamente la sostenibilidad como competencia transversal en el currículum universitario de todas las carreras en la UdG.

Hasta el momento de presentación de este trabajo, hemos realizado dos de las cuatro sesiones de Co-creación para avanzar hacia la Sostenibilidad que llevaremos a la práctica. La primera de ellas estuvo dirigida a los actores externos, entendidos como una representación de la sociedad de la ciudad de Girona, y la segunda, con la participación de una representación de los estudiantes de la UdG. En las dos sesiones pendientes están dirigidas al profesorado y al personal de administración y servicios de nuestra universidad.

Inmersos en un proceso para lograr incorporar plenamente la competencia de la sostenibilidad como un elemento transversal y fundamental en la formación de nuestros universitarios, realizamos esta investigación buscando respuestas que nos orienten como avanzar en el logro de este reto. El futuro deseable es que cuando los estudiantes universitarios terminen sus estudios de grado, tengan plenamente incorporada la competencia de la Sostenibilidad y puedan actuar desde sus respectivos ámbitos de trabajo siguiendo un modelo que les

permita conseguir que sus actuaciones sean sostenibles, éticamente aceptables y socialmente deseables. Por esa razón el objeto de nuestra investigación es conocer cuáles son los valores, las competencias y los conocimientos necesarios para ello.

Método

Desde el paradigma sociocrítico, realizamos una investigación cualitativa que nos permitiera obtener datos a partir del debate, mediante diversos procesos de co-creación, con colectivos de la sociedad civil, empresarios, responsables institucionales y de entidades, colectivos vinculados a la cooperación y la sostenibilidad, etc., así como con estudiantes universitarios de la UdG, sobre cuales valores, competencias y conocimientos de la sostenibilidad deberían incorporar los estudiantes universitarios.

Los instrumentos de recogida de datos fueron las anotaciones aportadas por los participantes y la grabación por medio de vídeo de las imágenes y el sonido de las dos sesiones de co-creación.

Los participantes de la sesión dirigida a una representación de la sociedad local fueron los miembros del Consejo Asesor de la Cátedra de Responsabilidad Social Universitaria (RSU). El Consejo Asesor de la Cátedra de RSU, lo componen actualmente 22 miembros: 5 personas vinculadas a la UdG (directora y responsables de solidaridad, empresa, y sostenibilidad de la cátedra, 1 adjunto responsable de cátedras de la UdG); 1 director de la Agencia de Calidad del Sistema Universitario de Cataluña; 4 personas vinculadas a Cáritas (patrocinadora de la Cátedra); 2 personas vinculadas al Banco Santander (patrocinador de la Cátedra); 3 representantes de 3 asociaciones empresariales, 3 empresarios; 2 representantes de entidades sociales; 1 emprendedor social; 1 estudiante becario. El Consejo Asesor recibió con entusiasmo la propuesta y sugirió que a la sesión de co-creación se sumaran otros representantes institucionales, como el vicerrector de docencia de nuestra universidad, los representantes de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cataluña y del Ayuntamiento de Girona, los cuales fueron invitados y se sumaron muy grata y activamente a la sesión. Todo eso implica que son personas, a priori, con una sensibilidad por la Sostenibilidad.

Los participantes de la sesión dirigida a una representación de los estudiantes de la UdG fueron 12 estudiantes representantes de cinco facultades de nuestra universidad: 2 de la Facultad de Turismo, 3 de la Facultad de Ciencias, 3 de la Escuela Politécnica Superior, 3 de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 1 de la Facultad de Educación y Psicología. Cabe destacar que no participó ningún estudiante de las facultades de Derecho, Enfermería y Medicina. Queremos señalar que la fecha de la sesión, cercana a las vacaciones de Semana Santa, no facilitó que participara un mayor número de estudiantes y que contamos con el apoyo del Consejo de Estudiantes de nuestra universidad para poder llevarla a cabo.

El procedimiento diseñado es prácticamente idéntico, tanto para los actores externos como internos, con la finalidad de poder establecer comparaciones entre todos los grupos y fue el siguiente:

La sesión de co-creación se estructuró de la siguiente manera:

Antes de iniciar la sesión se pidió permiso para grabarla en vídeo con el compromiso de hacerles llegar a cada uno de ellos la filmación.

- a) En primer lugar, llevar a cabo un **análisis del pasado**, por parte de los miembros del equipo investigador, con la finalidad de compartir con los asistentes el proceso llevado a cabo por nuestra universidad desde sus inicios, para crear estructuras que promovieran la sostenibilidad en todos los ámbitos de la universidad, así como la competencia de la sostenibilidad en los planes de estudios de todos los grados. También nos planteamos y llevamos a cabo, regalar a cada participante la Guía número 10 de la UdG para la Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. Competencias transversales: Sostenibilidad.
- b) En segundo lugar, presentar **el estudio *GreenMetric World University Ranking on Sustainability 2016***. Este estudio es una iniciativa de la Universidad de Indonesia, que se inició en 2010, para promover la sostenibilidad en las instituciones de educación superior a nivel mundial. Permite a las universidades compartir su experiencia y buenas prácticas en temas de sostenibilidad, así como medir de manera uniforme su nivel de sostenibilidad facilitando la comparación entre ellas en forma de ranking. En la edición 2016 participaron 516 universidades de 75 países, entre ellas la UdG. Los resultados son cuantitativos y se calculan a partir de la información proporcionada por las universidades mediante un cuestionario en línea.
- c) En tercer lugar, realizar un **análisis del presente**, para identificar las visiones comunes o proyectos, e idear escenarios de futuro favorables a la sostenibilidad
- d) En cuarto lugar, dar a conocer los **resultados del documento DAFO** en el que el profesorado había identificado las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades, para integrar plenamente la competencia de sostenibilidad en nuestra universidad.
- e) En quinto lugar, proponer mediante técnicas participativas y colaborativas, un **trabajo por grupos heterogéneos**, en el que los participantes identificaran los conocimientos, habilidades y valores que consideraran debería incluir su formación para poder desarrollar la competencia de la sostenibilidad.
- f) Finalmente, establecer mediante una **puesta en común**, las conclusiones de todos los grupos mediante un trabajo colectivo con la finalidad de analizar las propuestas de los distintos grupos.

- g) **Concluir la sesión** exponiendo los procesos de co-creación que se estaban llevando a cabo con todos los colectivos, identificando las propuestas de futuro después de los procesos de co-creación realizados y el compromiso de comunicar las nuevas propuestas y el retorno del trabajo realizado a todos los participantes.

Hemos explicado que nos proponemos hacer llegar esta información a los coordinadores de estudios y profesores a través de una Red de Innovación Docente del Instituto de las Ciencias de la Educación (ICE) sobre Educación para la Sostenibilidad. De esta forma trabajaremos para conseguir un vínculo más fuerte entre todos los actores y aquellas personas que diseñan las asignaturas, también abriendo espacios de colaboración novedosos y necesarios para avanzar hacia la Sostenibilidad, ya que este es un reto de todos.

Resultados

- Resultados del proceso de co-creación llevado a cabo con representantes de la sociedad civil:

En relación al desarrollo de la sesión queremos señalar:

- a) El entusiasmo de los participantes para poder participar en una sesión de estas características. Ser consultados sobre las necesidades de la formación de los estudiantes desde la perspectiva de sus ámbitos de trabajo y responsabilidad fue una sorpresa y un verdadero estímulo para la mayoría, al considerar que sus opiniones serían tenidas en cuenta por la academia.
- b) El escaso conocimiento que tenían tanto de las estructuras que promueven la sostenibilidad en la universidad como de los logros de la UdG en este aspecto.
- c) El desconocimiento que la sostenibilidad era una competencia transversal en todos los estudios de la universidad.
- d) La ignorancia que tenían sobre la existencia de la Guía número 10 de la UdG para la Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.
- e) En relación al marco de las competencias que los educadores deben poseer para llevar a cabo la educación para la sostenibilidad, acordaron que los tres ejes propuestos por UNECE (2012) eran los ejes que la sociedad civil y el mundo laboral consideraban de vital importancia para que los estudiantes, cuando fueran egresados, contaran con estas competencias para aplicar la sostenibilidad en sus respectivos ámbitos de trabajo y responsabilidad:
 - a) El enfoque holístico para integrar reflexión y práctica,
 - b) El planteamiento transformador del educador para poder entender y actuar sobre la realidad desde una perspectiva científica,

- c) El educador como persona capaz de materializar la transformación;
- f) En relación al trabajo en grupos y su posterior debate a nivel colectivo, hemos obtenido datos acerca de los conocimientos, valores y habilidades o capacidades, en los que según su opinión los estudiantes deberían ser competentes al finalizar los estudios universitarios e incorporarse al mundo laboral.

Conocimientos:

- Conocimientos sobre análisis de datos y objetivos concretos;
- Conocimientos sobre políticas (cuáles son y cómo se aplican);
- Conocimientos sobre nuestra incidencia en el entorno;
- Conocimientos sobre ecología;
- Conocimientos sobre los sistemas naturales;
- Conocimientos sobre los servicios ambientales;
- Conocimientos sobre circularidad, problemáticas socio-ambientales y consecuencias;
- Conocimientos sobre lo que implica la sostenibilidad;
- Conocimientos sobre iniciativas globales y locales;
- Conocimientos sobre ejemplos de prácticas de éxito.

Capacidades, habilidades:

- ✚ Actitud pro-activa;
- ✚ Capacidad de adaptación;
- ✚ Capacidad de comunicación;
- ✚ Capacidad de trabajo en equipo;
- ✚ Capacidad para trabajar de manera interdisciplinaria;
- ✚ Capacidad de trabajo cooperativo;
- ✚ Capacidad crítica;
- ✚ Capacidad de ejemplificación;
- ✚ Desarrollo de la conciencia social;
- ✚ Pensamiento complejo;
- ✚ Pensamiento holístico;

- ✚ Pensamiento crítico y creativo;
- ✚ Preocupación por la higiene;
- ✚ Saber contextualizar;
- ✚ Ser eficiente;
- ✚ Sentido económico;
- ✚ Sentido del orden;
- ✚ Sentido práctico.

Valores:

- Ⓢ Altruismo;
 - Ⓢ Bien común;
 - Ⓢ Compromiso;
 - Ⓢ Empatía;
 - Ⓢ Ética;
 - Ⓢ Generosidad;
 - Ⓢ Responsabilidad;
 - Ⓢ Respeto;
 - Ⓢ Solidaridad (intergeneracional, intrageneracional).
- g) Finalmente destacar que los asistentes se mostraron entusiasmados ante la posibilidad de poder participar en nuevas sesiones de co-creación sobre sostenibilidad, por conocer el resultado del proceso con los otros actores y por participar en otros procesos similares.
- h) También cabe señalar que se les hizo llegar el vídeo que plasma el proceso que llevamos a cabo junto a ellos.

-Resultados del proceso de co-creación llevado a cabo con representantes de los estudiantes:

En relación al desarrollo de la sesión queremos destacar:

- a) El entusiasmo de los estudiantes para poder participar en una sesión de estas características. Ser consultados sobre su formación fue un verdadero estímulo para la mayoría.
- b) El poco conocimiento por parte de los estudiantes de algunas de las estructuras que promueven la sostenibilidad.
- c) El desconocimiento que la sostenibilidad era una competencia transversal en todos los estudios de la universidad.

- d) El desconocimiento de la existencia de la Guía número 10 de la UdG para la Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.
- e) La coincidencia con el profesorado con algunos de los resultados que estos expresaron en el DAFO. Los estudiantes los centraron en los siguientes aspectos:

Conocimientos:

- Mejorar los conocimientos prácticos y sostenibles y evaluarlos;
- Ampliar conocimientos sobre funcionamiento del medio. Conocer más a fondo las implicaciones entre la interacción entre naturaleza y ser humano (¿qué implica tener las bolsas de plástico para hacer la compra?);
- Disponer de conocimientos para buscar alternativas y comparaciones entre proyectos;
- Conocimientos para crear debates;
- Conocimientos para poder concienciar del impacto de una actividad o proyecto;
- Situar algunos contenidos semipresenciales;
- Conocer más a fondo el plan de ambientalización curricular de la universidad.

Capacidades, habilidades:

- ✚ Saber identificar recursos naturales;
- ✚ Tener habilidad para llevar a cabo charlas críticas;
- ✚ Identificar y conocer indicadores de sostenibilidad, reciclaje por parte de la UdG (señalizar);
- ✚ disponer de capacidades para la gestión de la energía (cerrar los ordenadores);
- ✚ Desarrollar habilidades para llevar a cabo debates participativos sobre el tema de la sostenibilidad.

Valores:

- Ⓢ Poner en valor los productos de kilómetro 0;
- Ⓢ Valorar que no existe conocimiento infinito;
- Ⓢ Mejorar la eficiencia;
- Ⓢ Dar más valor al transporte público (Girocleta Montilivi);
- Ⓢ Iniciativa;
- Ⓢ Incidir;

- Ⓢ Actuar;
 - Ⓢ Reducir;
 - Ⓢ Reutilizar;
 - Ⓢ Reciclar;
 - Ⓢ Cooperación;
 - Ⓢ Solidaridad;
 - Ⓢ Responsabilidad social (sentido del bien común).
- f) Finalmente cabe destacar que los estudiantes se mostraron entusiasmados ante la posibilidad de participar en nuevas sesiones de co-creación sobre sostenibilidad, por conocer el resultado del proceso con los otros actores y por participar en otros procesos similares.
- g) También cabe destacar que se les hizo llegar el vídeo que plasma el proceso que llevamos a cabo junto a ellos.

Discusión/Conclusiones

Hemos constatado que la sociedad civil también identifica como componentes claves del cambio, hacia un aprendizaje para la sostenibilidad, en primer lugar, el pensamiento sistémico, porque se basa en la comprensión crítica de cómo funcionan los sistemas sociales y del medio ambiente sin dejar de lado su complejidad, teniendo en cuenta que el conjunto suma más que la suma de las partes. Este tipo de planteamiento nos ofrece una mejor manera de entender y manejar situaciones complejas y de trabajar para encontrar soluciones a largo plazo que son vitales para abordar las cuestiones de la sostenibilidad. El pensamiento sistémico cuestiona la tendencia actual a separar el pensamiento, nos anima a ver las conexiones entre las cosas y a reconocer que nuestras acciones pueden provocar consecuencias que no habíamos previsto.

Como podemos apreciar a partir de los resultados del primer encuentro de co-creación con representantes de la sociedad civil, los conocimientos que ellos consideran como prioritarios están relacionados con la comprensión del funcionamiento sistémico del medio; en relación con la interacción del ser humano con el medio natural; las políticas que contribuyen a mejorar la sostenibilidad y el impacto de la actividad humana sobre el planeta; las nuevas tendencias sobre circularidad; problemáticas socio-ambientales, o conocimientos de ejemplos de buenas prácticas

Es muy interesante también la descripción de las capacidades y habilidades que señalan deberían poseer los estudiantes, la mayoría de las cuales las relacionan con capacidades centradas en el trabajo conjunto e interdisciplinar; capacidades para la transformación como son el pensamiento holístico, crítico y creativo; la contextualización, el sentido práctico y del orden. Destacan

también como una capacidad muy necesaria en el mundo globalizado en el que vivimos: la capacidad de comunicación.

También queremos mencionar la interesante propuesta que hacen los miembros de la sociedad civil en relación a los valores que deberían poseer los estudiantes al finalizar sus estudios, los cuales no los centran sólo en la sostenibilidad, sino también en generar en aquellos valores que promueven que seamos mejores personas y profesionales, tales como altruismo, bien común, compromiso, empatía, ética, generosidad, responsabilidad, respeto, solidaridad.

Queremos destacar que estamos muy satisfechas con las aportaciones realizadas por la sociedad civil a nuestro proyecto, y queremos señalar que éste es un primer avance de lo que nos planteamos en un futuro a corto plazo, trabajar con todos los actores para que nuestro territorio, con la contribución de todos, sea declarado territorio socialmente responsable. Precisamente, a primeros de julio, la Cátedra de RSU en su sesión del Consejo Asesor, acordó adherirse al Manifiesto de Vilanova i la Geltrú (2017) para lograr unos Territorios Socialmente Responsables.

En relación a los resultados del primer encuentro de Co-Creación con representantes de los estudiantes de la UdG, podemos constatar que los conocimientos que ellos consideran como prioritarios están relacionados con la comprensión del funcionamiento sistémico del medio y en relación con la interacción del ser humano con el medio natural, así mismo conocer más sobre los límites del planeta y el impacto de la actividad humana. Esto refleja la demanda de una **Educación basada en la Sostenibilidad**, que permita abordar desde las características específicas de sus estudios, el trabajo que ellos pueden hacer en este sentido en su futuro desempeño profesional. La contextualización de los contenidos y la mayor comunicación de las instituciones de la UdG que refuerzan el trabajo de la Sostenibilidad, en forma de difusión y divulgación del trabajo hecho, es otro de los grandes reclamos.

También es muy interesante, la aportación de los estudiantes en relación con su percepción acerca de los valores de la Sostenibilidad, que podemos decir se resume en tres grupos: la promoción del consumo de productos de proximidad, estimulando así la economía local; la gestión ambiental de las instituciones y los valores sociales.

Respecto a las capacidades y habilidades, la información recogida parece indicar cuanto queda por avanzar en la formación competencial y en la inclusión de los principios de la Educación para la Sostenibilidad en el currículo universitario, ya que no muestran tener claro el concepto de capacidad o habilidad, que quedó confundido con acciones o conocimientos. Este hecho se corresponde con los resultados del análisis previo en relación con el trabajo hecho por la UdG hasta el momento y deja muy claro que nuestro próximo gran reto es el de la aplicación de los principios de la sostenibilidad en el currículo de todos los estudios y, por lo tanto, el desarrollo de acciones concretas de

formación de los coordinadores de estudios y profesores en el campo de la Educación para la Sostenibilidad.

Comparativamente, y al contrario de lo que a priori cabría esperar, al tener en cuenta que las nuevas generaciones reciben a través de diferentes medios de comunicación un volumen muy grande de información sobre temas ambientales-sociales-económicos y que a través de internet tienen a su disposición aún más conocimientos e información sobre estos temas, los estudiantes parecen tener una idea más dispersa que la aportada por los representantes de la sociedad local en temas de sostenibilidad. Ello nos hace pensar en la citada complejidad del concepto de sostenibilidad y en su relación con metodologías docentes activas, dirigidas a la acción, que aún se utilizan minoritariamente en la universidad. Una vez más se hace evidente la necesidad de avanzar en la sostenibilización curricular.

En cuanto al proyecto a corto plazo nos proponemos unir las diferentes perspectivas de la sostenibilidad que se tienen desde cada grupo de actores, internos y externos, cada área de conocimiento a través de una visión interdisciplinar, de manera que se pueda percibir la relación existente entre la sostenibilidad, la transformación de los sistemas actuales y el rol del enfoque interdisciplinar para alcanzar este reto.

Referencias bibliográficas

CADEP-CRUE (2011): "Evaluación de las políticas universitarias de sostenibilidad como facilitadoras para el desarrollo de los campus de excelencia internacional". Consultar en: http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Estudios%20e%20Informes/2.INFORME_EVALUACION_COMPLETO.pdf

Collazo, L.; Benito, H.; Geli, A.M.; Terradellas, M.R.(2017): "Formación del profesorado universitario, mediante procesos de co-creación, para incidir en la competencia transversal de la sostenibilidad". *Actas VII Congreso Universidad y Cooperación al Desarrollo: 'La universidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible'*. pp. 554-563. Cantoblanco, Madrid (España), Oficina de Acción Solidaria y Cooperación. Universidad Autónoma de Madrid, 2016. ISBN 978-84-8344-570-9

CoCreable 100% Co-creación CoCreable (2014). Consultar en: <http://www.cocreable.org/cocreacio/>

Co-creable(2013): "Guía de co-creación para las escuelas". Consultar en: <http://www.cocreable.org/guiacocreacio/>

COM/2011/0808 Horizon 2020 - The Framework Programme for Research and Innovation - Communication from the Commission. Consultar en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC080>

Geli de Ciurana, AM.; Junyent, M.; Sánchez, S. (2004): “Ambientalización curricular de los estudios superiores: 4. Acciones de intervención práctica y balance final del proyecto de ambientalización curricular de los estudios superiores”. Universitat de Girona. Servei de Publicacions.

Hassan, Zaid (2006): “Conectarse con la fuente: El Proceso-U (U-Process)”. En *The Systems Thinker*, Volum 17, núm 7. Pàgs. 1-6.

Scharmer, O.; Kaufer, K., (2013). *Leading from the emerging future. From ego-system to eco-system economies*. Berrett-Koehler Publishers Inc, San Francisco.

Schumacher, EF. (1973): *Small is beautiful: Economics as if people mattered*. New York: Harper & Row.

Shumacher College. Consultar en: <https://www.schumachercollege.org.uk>

Terradellas Piferrer, MR. (2015): “Agenda Post 2015: ¿Cómo afectan las nuevas directrices al compromiso social de las universidades y al voluntariado que lo lleva a cabo?” *II Jornadas Internacionales sobre Responsabilidad Social Universitaria Santiago de Chile* (Chile). Pendiente publicación.

Tilbury, D. (2011): *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*, Japan: UNESCO. Consultar en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191442e.pdf>

Tilbury, D. (2007): “Learning based change for sustainability: perspectives and pathways”, en A. E. J. Wals (ed.). *Social Learning, towards a Sustainable World. Principles, perspectives, and praxis*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

UE4SD (2016): Online Platform of the University Educators for Sustainable Development. Consultar en: <http://platform.ue4sd.eu/>

UdG (2010): *Guía para la Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior 10. Competencias transversales: Sostenibilidad*. Consultar en: http://www.udg.edu/portals/9/publicacions/quiaseee/guia10_v3_esp.pdf

Weisbord i Janoff (1995): Consultar en <http://www.futuresearch.net/>

La evaluación como herramienta para la incorporación de la sostenibilidad en la educación superior

Alba Hidalgo, David; Benayas del Álamo, Javier; Gutiérrez Pérez, José

Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

En un contexto en el que la sostenibilidad cobra cada vez mayor presencia en las universidades, es conveniente reflexionar sobre el impacto y la efectividad que actuaciones de sostenibilidad universitaria están teniendo. La evaluación de la sostenibilidad universitaria es un campo emergente de investigación en EDS en la universidad, fruto en parte del uso por parte de las universidades de instrumentos de evaluación para la mejora del desempeño de sus políticas, pero también como forma de difundir sus resultados. En esta comunicación se darán las bases para definir qué se entiende por "evaluación de la sostenibilidad universitaria" en base a los diferentes enfoques evaluativos encontrados en un integrativo de la producción de literatura especializada sobre el tema y de la revisión de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad universitaria más relevantes. Si bien, el enfoque evaluativo más común es el del autodiagnóstico, como forma de mejorar la implementación de políticas, cada vez está más presente enfoques dirigidos a la promoción de la actividad universitaria en sostenibilidad por medio de su participación en rankings o sistema de acreditación. Esto lleva a identificar una mayor preocupación por parte de las universidades por competir y aparecer en el contexto universitario como sostenibles sin asegurarse que sus actuaciones estén siendo encaminadas realmente a mejorar la sostenibilidad, universitaria y global.

Abstract

Sustainability is increasing their presence at Universities, so it is convenient to reflect on the impact and effectiveness that university sustainability actions are having. Assessment of university sustainability is an emerging field of research at EDS in Higher Education, as a result of the use by universities of assessment tools to improve the performance of its policies, but also as a way to disseminate their results. This paper will try to define what is meant by "assessment of university sustainability" based on different evaluation approaches found in an integrative meta-analysis of specialized literature on the subject and review of assessment tools. While the most common evaluative approach is the self-assessment, to improve the implementation of policies, other approaches aimed at promoting university activity in sustainability through its participation in rankings or accreditation system increasingly are becoming greater presence. This leads to identify a particular concern among Universities to compete and appear in the university context as "sustainable" without ensuring that their actions are being designed really to improve sustainability, at a university and global context.

Palabras clave

Universidad, sostenibilidad, evaluación

Keywords

Higher education, sustainability, assessment

Introducción

El avance en el desarrollo de actuaciones sobre sostenibilidad en los distintos ámbitos de actividad universitaria se relaciona directamente con procesos de evaluación de las mismas. A pesar de reconocer el entusiasmo con el que las universidades están implicándose en la sostenibilidad (Scott y Gough, 2007, Leal Filho y Manolas, 2012 y Tilbury, 2012) y de la gran atención científica que se está dando a estos procesos, (Karatzoglou, 2013, Wals, 2014 y Lozano et al, 2015), se mantiene la duda sobre (1) si el desarrollo de los planes o actuaciones de sostenibilidad ambiental universitaria están consiguiendo lo que se proponen (White, 2014, 230), (2) si son adecuados los programas e iniciativas que se desarrollan, (3) si se adaptan a las demandas y necesidades de cada contexto y (4) si las evaluaciones que se llevan a cabo cumplen estándares de pertinencia, rigor y calidad metodológica.

En los documentos programáticos de fomento de la EDS aparece la evaluación como un ingrediente esencial de toda acción programática de sostenibilidad (UNESCO, 2014). Wals concluye en su revisión de la educación superior en el contexto de la DEES que los cambios profundos que trata de lograr la EDS requieren nuevas formas de, entre otros, aprendizaje, desarrollo profesional y seguimiento y evaluación (Wals, 2014, 14). La evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria se suele abordar desde el marco conceptual de la metodología de evaluación de programas (Stern *et al.*, 2013; Newcomer *et al.*, 2015). La evaluación de programas de sostenibilidad es entendida como un proceso sistemático orientado a recabar información de contexto, de procesos y de impacto de los cambios alcanzados (Roorda, 2004). Se evalúan programas de sostenibilidad en relación a la viabilidad de adopción de medidas ajustadas a las necesidades detectadas, la pertinencia, adecuación y utilidad de las acciones a emprender y el alcance de las metas previstas. Se emiten juicios de valor sobre la eficiencia y eficacia, cuantificando los impactos en los agentes universitarios, en los planes de formación, en la propia institución y en el territorio; y se diseñan acciones proactivas de futuro que contribuyen a la mejora de los propios programas (O'Donoghue, 2016; MacKay & Kember, 1999).

Algunos autores contemplan la evaluación de la sostenibilidad universitaria y la elaboración de informes sobre la misma como la quinta dimensión de sostenibilidad universitaria, junto a la docencia, la investigación, la gestión y la extensión (Lozano, 2006, 964 y Boer, 2013, 122). Siendo la que menor grado de implementación tiene (Lozano *et al*, 2015, 9-10). La atención a la evaluación

de la sostenibilidad universitaria en la literatura científica pone el foco en el impacto ambiental de la actividad de gestión universitaria (Vaughter *et al*, 2013, 2264) confirmando que dichas herramientas no están contemplando suficientemente la importancia de incorporar la sostenibilidad en el resto de actividades universitarias de docencia, investigación y extensión (Yarime & Tanaka, 2012, 73-74).

Así, este artículo tiene como objetivo emerger los diferentes enfoques evaluativos y su presencia en las principales herramientas de evaluación de la sostenibilidad universitaria para facilitar una definición de este nuevo campo de investigación y acción que es la evaluación de la sostenibilidad universitaria.

La estructura de este artículo consta de cuatro apartados. Tras esta introducción se describe el diseño metodológico de la investigación. En el tercer apartado se recogen los resultados presentando los diferentes enfoques de la evaluación de la sostenibilidad universitaria presentes tanto en los artículos revisados como en las herramientas y modelos analizados. Por último, se recogen las conclusiones, así como las referencias bibliográficas.

Diseño metodológico y muestra.

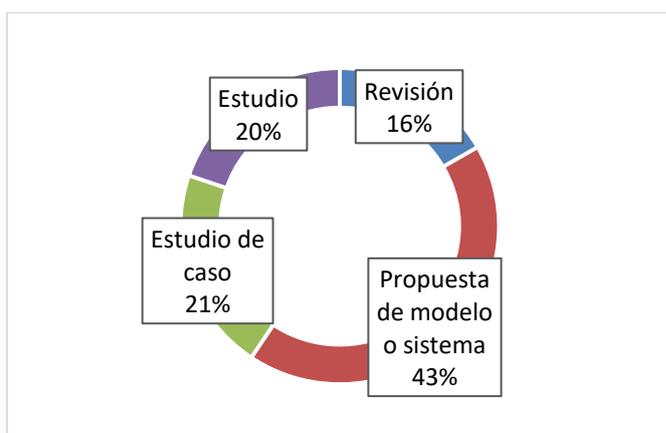
Se ha realizado un estudio sobre la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria a través de un metaanálisis integrativo de la producción de literatura especializada sobre el tema en aras de extraer características comunes en el diseño de estas evaluaciones con el objeto de reconocer las necesidades y dificultades que su construcción y puesta en marcha suponen. Para la revisión de la literatura académica, se han realizado consultas periódicas en distintos motores de búsqueda de recursos académicos como Google Scholar y Science Direct. Las palabras clave utilizadas fueron: *sustainability, environment, assessment, evaluation, higher education y university*. Siguiendo una estrategia de *bola de nieve*, la búsqueda fue complementada por la revisión de referencias de cada artículo como de aquellos artículos en los que han sido citados, si el motor de búsqueda proporcionaba esa información.

Así, se han utilizado sesenta artículos y, en menor medida, capítulos de libro. Más de la mitad de los artículos son publicados en dos revistas: *Journal of Cleaner Production*, en la que han aparecido veintiún artículos e *International Journal of Sustainability in Higher Education*, en la que han sido recogidos trece artículos sobre evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria. El resto son publicados en revistas relacionadas con la educación ambiental o educación para el desarrollo sostenible (*Journal of Education for Sustainable Development, Environmental Education Research*), con la educación superior (*Higher Education Policy o Innovation in Higher Education o Assessment & Evaluation in Higher Education*) o con la sostenibilidad, en general (*Sustainability: The Journal of Record, Sustainability y Sustainability Science*). Dado el reciente desarrollo del campo, se han seleccionado artículos

publicados, especialmente, en los últimos diez años correspondientes a la Década de la UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible, creciendo en los últimos años: mientras que desde 2002 a 2010 se publicaron quince artículos a partir de 2011 se publicaron cuarenta y cinco.

Una selección inicial de artículos se realizó en base a su relevancia respecto al objetivo de identificar experiencias de evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria de forma que tuvieran un alcance *inter* o *supra* universitario (en inglés, *cross institutional assessment*): bien porque reflejaban la experiencia de más de una universidad bien porque la aplicación de un sistema de evaluación de la sostenibilidad ambiental a un caso concreto suponía una nueva propuesta de sistema o una reflexión profunda sobre la utilidad del sistema utilizado. Posteriormente, se procedió a un análisis de contenido de los mismos, clasificándolos en función de las siguientes tipos de artículo: diferenciando en *revisiones* de herramientas, si se dirigen a definir una *propuesta específica de instrumento, sistema o modelo*; *estudios de caso*, si se dirigen a recoger la experiencia de aplicación de una experiencia o sistema concreto y, por último, si se trata de *estudios* muestrales que abarcan un gran número de universidades, siendo el más común la propuesta de modelo de sostenibilidad universitaria o de sistema para su evaluación, presente en el 43% de los artículos revisados, como refleja la figura 1.

Figura 1. Distribución de los artículos por enfoque.



La aplicación de esas propuestas de modelo o sistema, bien a un caso concreto (21%) bien como estudio de varias universidades (20%) a menudo a escala nacional suponen casi la misma cantidad que la propuesta de modelos. Las revisiones, siendo un total de 16 artículos, representan el 17% del total de artículos contemplados.

Un segundo análisis de los artículos llevó a identificar los sistemas o herramientas que contemplan, bien porque hayan sido incluidas en una revisión, bien porque sean el objeto principal del artículo, en cuanto a su proposición o aplicación a un caso concreto. Se encontraron una cantidad cercana a la treintena de sistemas y herramientas, así como de modelos y

marcos conceptuales en los que se sustentan. Se procedió a una selección de doce de ellos, manteniendo un rango diverso de experiencias, y a los que se han sumado propuestas de modelos de evaluación de la sostenibilidad, no del todo institucionalizado o desarrollado experimentalmente.

En la tabla 1 se muestran las características de los doce modelos, sistemas o herramientas seleccionadas más representativos de los diferentes enfoques evaluativos contemplados, así como de los diferentes contextos internacionales. La mitad de ellos se propusieron antes de 2010 y la otra mitad en los últimos cinco años. La más antigua es el *Auditing Instrument for Sustainability in Higher Education (AISHE)*, de 2001, aunque revisado en 2009, instrumento europeo, principalmente utilizado por las universidades holandesas y flamencas. Las más recientes son el *Adaptable Model for Assessing Sustainability (AMAS)* propuesto para las universidades chilenas en el artículo de Uzquiza *et al*, 2015 y el INDICARE, una herramienta centrada en evaluar la participación en el diseño y desarrollo de iniciativas de sostenibilidad universitaria, propuesta por Disterheft *et al*, 2015a y 2015b.

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE MODELOS, SISTEMAS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD						
ID	Herramienta de evaluación	Promotores	Año de creación	Ámbito regional	Artículos principales	Web
1	STARS Sustainability Tracking, Assessment & Rating System	AASHE-Association for the Advancement of Sustainability of Higher Education	2007	USA / Canada	Fonseca <i>et al.</i> , 2011; Saadatian <i>et al.</i> , 2011; White & Koester, 2012; Yarime & Tanaka, 2012; Kamal & Asmuss, 2013; Shi & Lai, 2013 y Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	http://stars.aashe.org/
2	USAT –Unit based Sustainability Assessment Tool	UNEP Mainstreaming Environment and Sustainability in African Universities Partnership (MESA)	2009	Africa	Togo & Lotz-Sisitka, 2013; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	http://www.unep.org/Training/docs/USAT_Tool.pdf
3	UI Green metric	Universitas Indonesia	2010	International	Suwarda & Sari, 2013; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014; Lauder <i>et al.</i> , 2015	http://greenmetric.ui.ac.id/
4	AISHE Assessment Instrument for Sustainability in Higher Education	DHO -Dutch Network for sustainable development in Higher Education	1.0: 2001 / 2.0: 2009	Netherlands and Flemish Belgium. Other European countries, as well.	Shriberg, 2002 y 2004; Roorda, 2004 y 2013; Roorda & Martens, 2008; Clarke & Kouri, 2009; Saadatian <i>et al.</i> , 2011; Yarime & Tanaka, 2012; Boer, 2013	http://www.eauc.org.uk/theplatform/aishe
5	AUA Alternative University Appraisal on Education for Sustainable Development	ProSPER.Net & UNU-IAS	2011	Asia-Pacific region	Fadeeva & Mochizuki, 2010; Razak <i>et al.</i> , 2013; Senaha & Sanusi, 2014; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	http://sustain.oia.hokudai.ac.jp/aua/
6	TUR Three dimensional University Ranking	Lukman et al	2010	International	Lukman <i>et al.</i> , 2010; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	-
7	GASU Graphical Assessment of Sustainability in Universities	Lozano	1.0.2006 / 2.0. 2011	International	Lozano, 2006 y 2011; Lozano & Young, 2013; Lozano <i>et al.</i> , 2013; Watson <i>et al.</i> , 2013; Ceulemans <i>et al.</i> , 2014; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	-
8	AMAS Adaptable Model for Assessing Sustainability	Uzquiza et al	2014	Chile	Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	-
9	FLA Framework, Level, Actors	Ferrer-Balas et al	2008	International	Ferrer-Balas <i>et al.</i> , 2008 y 2009	-
10	GMID Graz Model for Integrative Development	Mader	2012	International	Mader, 2012 y 2013	-
11	Herramienta de autodiagnóstico de la sostenibilidad ambiental en las universidades españolas	GESU-CRUE Sostenibilidad	2011	Spain	Alba <i>et al.</i> , 2012; Uzquiza <i>et al.</i> , 2014	http://cadep-crue.upct.es/
12	INDICARE	Disterheft <i>et al.</i>	2015	International	Disterheft <i>et al.</i> , 2015a y 2015b	-

En cinco casos, los impulsores de los sistemas son asociaciones de universidades o programas institucionales de fomento de la sostenibilidad universitaria: el *Sustainability Tracking, Assessment & Rating System* (STARS) de la *Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education* (AASHE) de alcance norteamericano aunque abriéndose en los últimos años a evaluaciones internacionales; el USAT del programa del PNUMA *Mainstreaming Environment and Sustainability in African Universities Partnership* (MESA), el ya mencionado AISHE de la *Dutch Network for sustainable development in Higher Education* (DHO), aunque ha trascendido el alcance de esa red; el AUA de la red para la *Promotion of Sustainability in Postgraduate Education and Research* (ProSPER.Net) auspiciada en el área de

Asia-Pacífico por el Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU-IAS) y, por último, el del Grupo de Evaluación de la Sostenibilidad Universitaria GESU de CRUE-Sostenibilidad que mide la sostenibilidad ambiental de las universidades españolas. El resto de modelos o herramientas han sido propuestos desde una institución de educación superior o, más bien, desde sus investigadores, aunque tres de ellos muestran una vocación y uso más allá del propio ejercicio de investigación: el *Graphical Assessment of Sustainability in Universities* (GASU), de Rodrigo Lozano (Lozano, 2006); el UI GreenMetric, de la Universitas Indonesia y el ya mencionado AMAS propuesto por investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Chile. En los dos primeros casos se han encontrado aplicaciones a nivel internacional: aunque en el caso del GASU no se han encontrado referencias de uso recientes, el uso del UI GreenMetric se ha ido expandiendo. En el caso del AMAS, no se encuentran evidencias de su uso por parte de las universidades chilenas, para las que ha sido diseñado. Los cuatro restantes modelos, más que sistemas, el *Three dimensional University Ranking* (TUR), el *Framework-Level-Actors* model (FLA) y el *Graz Model for Integrative Development* (GMID) y el ya citado INDICARE se pueden considerar ejercicios de investigación. Aunque algunos han sido aplicados a diferentes universidades no se encuentran evidencias de su institucionalización u oferta ordenada para ser usado por las universidades.

La segunda fase de la revisión ha conllevado el estudio del enfoque de la evaluación de la sostenibilidad universitaria. Para eso, se ha partido de la identificación de los enfoques predominantes en los artículos revisados, en función de las finalidades o utilidades que persiguen. Se ha diferenciado entre tres principales tipos de evaluación que se corresponden con tres niveles de profundidad: un primer nivel, el *assessment*, en el que se propone un sistema evaluativo básico, a nivel interno, de reconocimiento de los temas clave sobre los que actuar; un segundo nivel, *evaluation*, en el que ya existe una intencionalidad externa, por medio del reconocimiento de la evaluación interna comparado con otras instituciones, a nivel de reconocimiento de buenas prácticas (*benchmarking*); de reconocimiento de una puntuación (*rating*) o posición (*ranking*) respecto a otras; y también con un sentido comunicativo, de rendición de cuentas de las acciones emprendidas y/o resultados obtenidos por medio de la elaboración y difusión de un informe o memoria (*reporting*). Por último, el tercer nivel *appraisal* es considerado como de evaluación avanzada, en la medida que busca una transformación global de la institución en pro de la sostenibilidad cuyo objetivo y organización trasciende las dimensiones clásicas tanto de la universidad (docencia, investigación y extensión) como las de la sostenibilidad (ambiental, económica y social) así como se caracteriza por una fuerte consideración de la relación de la institución con la sociedad.

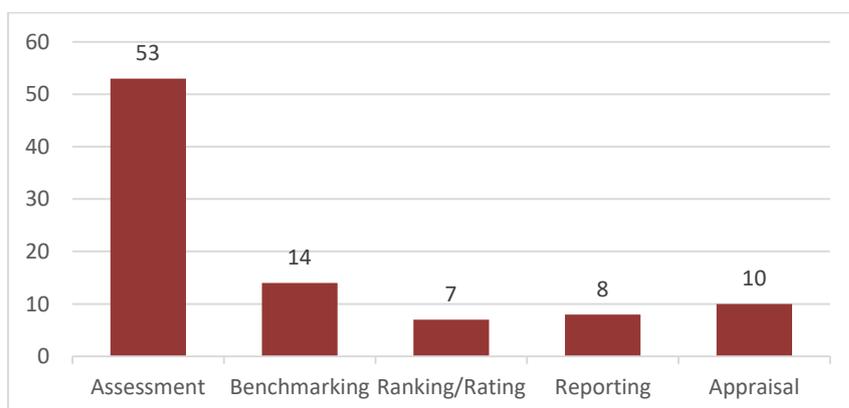
A continuación, tras la identificación de los sistemas y herramientas más frecuentes en la literatura, los doce modelos y herramientas seleccionados fueron objeto de un análisis de sus debilidades y fortalezas, así como una evaluación de su utilidad para los diferentes enfoques evaluativos antes explicados, por medio de la codificación por los autores en la siguiente escala -

/+ /++ /+++ , siendo – no sirve y + sirve algo; ++ sirve bien; y +++ sirve muy bien, tal y como se muestra en el correspondiente apartado de resultados.

Resultados: Enfoques de evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria

Por medio de la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria se ha de lograr una mejora de la implementación de sus iniciativas y con ella, una mejor consecución de sus objetivos y resultados. Se aborda a continuación el enfoque dado a la evaluación en los artículos. En la figura 2 se muestra la frecuencia de aparición de estos enfoques de evaluación en los artículos revisados, teniendo en cuenta que en un mismo artículo pueden aparecer distintos enfoques. Como se puede apreciar en la figura, el de *assessment*, es el más frecuente, apareciendo en casi el 90% de los artículos. El segundo nivel, *evaluation*, aparece en un total de 29 artículos, algo menos de la mitad de los estudiados. Comprende el *benchmarking*, que de los tres tipos de *evaluation* es el más frecuente con catorce apariciones, por ejemplo, en Lozano, 2006 o Kamal & Asmuss, 2013; el *rating/ranking* que aparece en siete artículos, como los de Lukman *et al*, 2010; Shi & Lai, 2013, Suwarta and Sari, 2013 y Lauder *et al*, 2015; y el *reporting*, presente en ocho artículos, como los de Ceulemans *et al*, 2015 y Alonso-Almeida *et al*, 2015. Por último, el nivel de evaluación avanzada, denominado *appraisal*, queda recogido en diez artículos, en los que se tratan los modelos de evaluación *FLA* de Ferrer-Balas, 2008 y 2009, el *GMID* de Mader, 2012; y el *INDICARE* de Disterheft, 2015a y 2015b, como sistemas de evaluación de procesos transformadores de la sostenibilidad universitaria.

Figura 2. Distribución de los artículos según los enfoques que dan a la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria.



A continuación, se muestra en la tabla 2 el análisis de los doce modelos, herramientas y sistemas, resaltando sus principales debilidades y fortalezas. Entre las fortalezas, prevalece el apoyo que entidades *suprauniversitarias*

prestan para su diseño y desarrollo; también se encuentra el que combinen simplicidad con un diseño sólido, que transmitan un modelo bien definido de universidad sostenible. Entre las debilidades, se destacan una orientación más centrada en alguno de los aspectos de la sostenibilidad universitaria, como puede ser la componente académica (AISHE, GASU) y, especialmente, la de gestión ambiental (GESU-CRUE, STARS, UI GreenMetric). Otras debilidades se relacionan con la dificultad para cumplimentarlos, bien por el número de indicadores que contienen, bien porque funcionan una vez existen programas en marcha y con cierto recorrido o porque suponen un modelo de universidad sostenible completo (como los que marcan el FLA, el GMID y el INDICARE).

TABLA 2: METAANÁLISIS DE MODELOS, SISTEMAS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL UNIVERSITARIA								
ID	Herramienta de evaluación	Principales fortalezas	Principales debilidades	Assessment	Evaluation-Benchmarking	Evaluation-Rating/Ranking	Evaluation-reporting	Transformative
1	STARS Sustainability Tracking, Assessment & Rating System	Información detallada para el cálculo de los indicadores. Apoyo de AASHE. Guía para principiantes. Certificaciones	Funciona en contextos en los que ya hay un recorrido de sostenibilidad universitaria / Pago para evaluar y acreditar	+++	++	++	++	+
2	USAT –Unit based Sustainability Assessment Tool	Apoyo por UNEP-MESA / uso del triángulo-gráfico para facilitar su comprensión / Sirve tanto para centros-facultades como la universidad entera / Guía para principiantes	No incluye temas de responsabilidad social	+++	++	-	+	+
3	UI Green metric	Apoyo de la Universidad de Indonesia	Mide principalmente aspectos de <i>eficiencia</i> , en las últimas ediciones se ha incluido el área de educación	++	++	+++	+	-
4	AISHE Assessment Instrument for Sustainability in Higher Education	Englobado en un proceso de planificación participativo y con ayuda externa	Orientado principalmente a los aspectos curriculares. Poco orientado a los indicadores, más a medir el desempeño en una escala	+++	+	-	-	+
5	AUA Alternative University Appraisal on Education for Sustainable Development	Apoyo de los miembros ProSPER.Net / Se complementa con una autoevaluación cualitativa/Guía para principiantes	No incluye temas de responsabilidad social ni indicadores de gestión ambiental	+++	++	++	++	+
6	TUR Three dimensional University Ranking	Simplicidad, complementa los rankings universitarios / Usa el gráfico del triángulo para facilitar su comprensión	Excesivamente simple, limitando los aspectos de la sostenibilidad a 5 indicadores. No institucionalizado	+	+	++	-	-
7	GASU Graphical Assessment of Sustainability in Universities	Cubre todos los aspectos importantes, utiliza gráficos AMOEBA para facilitar su uso	Requiere muchos datos, difícil de aplicar si no se cuenta con memoria GRI. Aunque frecuentemente citado, no institucionalizado.	++	++	-	+++	+
8	AMAS Adaptable Model for Assessing Sustainability	Sólidamente construida, cubre los principales aspectos de la sostenibilidad, simple	Mezcla indicadores de estado-impacto con de desempeño	++	+	++	+	+
9	FLA Framework, Level, Actors	Modelo de universidad sostenible, visión transformadora y enfoque a todo la institución, y su relación con la sociedad. Representación gráfica.	No es un sistema de indicadores, sino una escala de niveles de las tres áreas para describir la situación particular del modelo.	+++	+	-	+	+++
10	GMID Graz Model for Integrative Development	Modelo avanzado de la evaluación, planteamiento clásico de la universidad, pero con visión transformadora y para toda la institución	No se trata de un sistema de indicadores sino de un modelo de universidad sostenible	+++	+	-	+	+++
11	Herramienta de diagnóstico de la sostenibilidad ambiental en las universidades españolas	Apoyo de CADEP, ha contado con financiación estatal y cubre los temas importantes. Guía para principiantes.	Requiere un gran esfuerzo tanto de las universidades como del grupo para recoger los datos / No definido proceso de acreditación	+++	++	+	++	+
12	INDICARE	Modelo y sistema de evaluación de la participación en iniciativas de sostenibilidad universitaria fuerte. Adaptable a toda la universidad o a iniciativas particulares.	Diferentes formas de medición de los indicadores, en algunos casos complejas.	++	++	-	++	+++

Por último, se presenta la contribución a los distintos enfoques sobre la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria que posibilitan estas herramientas. Este aspecto es el que determinará su uso y se observa que la gran mayoría de sistemas sirven para la autoevaluación, para el desarrollo de procesos internos de reconocimiento de la situación de partida y del camino a seguir. Dada la limitada estructura de la mayoría de los sistemas, sólo los modelos propuestos como transformadores (FLA, GMID e INDICARE) dan utilidad para evaluar la incorporación holística de la sostenibilidad en la institución. En cuanto a los tres enfoques de evaluación con vocación externa, vemos que en general son complementarios, aunque algunos se dirigen principalmente a uno de los tipos el TUR o UI GreenMetric para el ranking y el GASU para la elaboración de informes (*reporting*).

Discusión y conclusiones

La evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria se manifiesta como un campo propio de acción en las instituciones de educación superior en todas sus dimensiones. A nivel académico, principalmente como fuente de investigación, Vaughter *et al*, 2013 lo cataloga como uno de los tres ámbitos emergentes de la investigación en EDS universitaria, reflejo de su creciente presencia en la literatura científica. A nivel institucional, cobra importancia tanto en la política como en la gestión universitaria de la sostenibilidad. Las revisiones de instrumentos y herramientas de evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria (Shriberg, 2002, Yarime & Tanaka, 2012 y Fischer *et al*, 2015) dan cuenta de su utilidad para el reconocimiento de los pasos a seguir para fortalecer las actuaciones emprendidas, pero también para comunicar los esfuerzos y resultados de estas acciones. Grindsted, 2011 los denomina directamente instrumentos de *branding* y *marketing*, atrayendo la atención de los responsables institucionales por su desarrollo y superando en despliegue y popularidad a las declaraciones o cartas de intenciones.

La utilización de estos instrumentos a nivel de la política institucional hace que cobre sentido, como tal, la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria, en la medida en que para ser tal necesita modificar el diseño y desarrollo del programa evaluado. Aún así, existe una serie de indefiniciones que alimentarán el futuro de su investigación y aplicación, como el que sea tan importante conocer el *qué evaluar* como el *cómo evaluar*, para lo que no parece que haya consenso en la literatura científica (Vaughter *et al*, 2013, 2265). Pero ambas cuestiones vendrán determinadas por el *para qué evaluar*. Del metaanálisis realizado en este artículo emergen cinco enfoques diferentes de usos de la evaluación de la sostenibilidad ambiental universitaria: la autoevaluación, monitoreo o seguimiento (*assessment*), la evaluación para el reconocimiento de buenas prácticas (*benchmarking*), de una puntuación (*rating*) o una posición (*ranking*); la selección y comunicación a la sociedad de los logros y progresos de la política de sostenibilidad (*reporting*) o la evaluación para el diseño y ejecución de un modelo holístico de introducción de la

sostenibilidad en toda la institución (*appraisal*). Se encuentran, así, diferentes tipos de instrumentos para diferentes propósitos de evaluación (Jenssen, 2012), aunque se haya encontrado que algunos instrumentos puedan servir a distintos propósitos, sobre todo los englobados como *evaluation*: *benchmarking*, *rating/ranking* y *reporting*. Sin embargo, se muestra necesario ajustar las características de las herramientas estudiadas de cara a ser verdaderamente útiles a cada propósito.

La preeminencia de los ámbitos de gestión ambiental queda confirmada en todas las revisiones estudiadas, aunque se muestra una tendencia a incluir el ámbito de la organización de la acción en la sostenibilidad, por medio de la creación de políticas, estrategias, planes, iniciativas y visiones (Yarime & Tanaka, 2012, 73-74). Los aspectos de gestión y política de la sostenibilidad son fácilmente observables y, por lo tanto, evaluables; incluso parten de objetivos cuantitativos. Por el contrario, la evaluación sistemática de la sostenibilidad en la educación y la investigación es difícil, y tiene que ser contextualizada (Vaughter *et al*, 2013., 2265). Se muestra una cierta especialización y diversificación de las herramientas entre aquellas que miden más la gestión o la educación y participación, o se incorporan indicadores de educación en herramientas que inicialmente no los contemplaban, como ocurrió en el UI GreenMetric. Los modelos propuestos por Ferrer-Balas *et al*, 2008; Mader, 2012 y Disterheft, 2015a y 2015b posibilitan la evaluación de la relación de la universidad con la sociedad en cuanto a la sostenibilidad, así como la integración de ésta en toda la institución.

A este respecto conviene señalar otro aspecto importante en el diseño de los instrumentos como es el de los agentes impulsores e implicados en su diseño. Tilbury, 2012, reconoce que, a pesar del compromiso con la sostenibilidad mostrado por las universidades, este compromiso no llega a todos los miembros de la comunidad universitaria ni influye en la *cultura institucional*. Las herramientas de evaluación vienen diseñadas y propuestas por equipos técnicos, generalmente de las oficinas de sostenibilidad, y expertos en la materia, por lo que a menudo se compromete su potencial de cambio en la toma de decisiones al no implicar a los responsables institucionales (Ramos & Pires, 2013, 93). Estos mecanismos de *bottom-up* corren el riesgo de alumbrar sistemas de indicadores vacíos, esto es inutilizados, que no cumplen pues con la función para la que fueron diseñados. Se precisan mecanismos orientados a la gobernanza, en los que los diferentes actores de las políticas de sostenibilidad participen en el diseño de los instrumentos, a nivel técnico seleccionando la información a contemplar, pero también priorizándola. En este sentido, la relación con la comunidad es aún más necesaria, en la medida que dará sentido a los resultados obtenidos y no sólo en los esfuerzos emprendidos en contribuir desde la universidad a la sostenibilidad.

Referencias.

- Alba, D., Barbeitos, R., Barral, M. T., Benayas, J., Blanco, D., Domènech, X., Fernández, I., Florensa, A., García, F., López, N. e Isern, P., (2012) *Estrategias de sostenibilidad y responsabilidad social e las universidades españolas: una herramienta para su evaluación*. Profesorado, revista de currículo y formación del profesorado. Vol. 16, Nº 2. Pp-59-75.
- Alonso-Almeida, M., Marimon, F., Casani, F. & Rodríguez-Pomeda, J., (2015) Diffusion of sustainability reporting in universities: current situation and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 106. Pp. 144-154.
- Alshuwaikhat, H. M. & Abubakar, I., (2008) An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16. Pp. 1777-1785.C
- Aznar, P., Martínez-Agut., M. P., Palacio, B., Piñero, A. y Ull, M. A., (2011) Introducing sustainability into university curricula: an indicator and baseline survey of the views of university teachers at the University of Valencia. *Environmental Education Research*. Vol. 17, Nº 2. Pp. 145-166
- Beveridge, D., McKenzie, M., Vaughter, P., & Wright, T., (2015) Sustainability in Canadian post-secondary institutions: The interrelationships among sustainability initiatives and geographic and institutional characteristics, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 16 Iss: 5, pp.611-638.
- Boer, P., (2013) Assessing sustainability and social responsibility in higher education assessment frameworks explained en Caeiro et al, [Eds] *Sustainability assessment tools in higher education institutions*. Springer International. Pp. 122-137.
- Boman, J., & Andersson, U. P., (2013) Eco-labeling of courses and programs at University of Gothenburg. *Journal of Cleaner Production*, 48. Pp. 48-53.
- Brinkhurst, M., Rose, P., Maurice, G. & Ackerman, J. D., (2011) Achieving campus sustainability: top-down, bottom-up, or neither? *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 12, Nº 4. Pp. 338-354.
- Castro, R. de, & Chiapetta Jabour, C. J., (2013) Evaluating sustainability of an Indian university. *Journal of Cleaner Production*, 61. Pp. 54-58
- Ceulemans, K., Molderez, L., & Liedekerke, V., (2014) Sustainability report in higher education: a comprehensive review of the recent literature and paths for further research. *Journal of Cleaner Production*, 106. Pp. 127-143.
- Clarke, A. & Kouri, R., (2009) Choosing an appropriate university or college environmental management system. *Journal of Cleaner Production*, 17. Pp. 971-984.

- Diesterheft, A., Miranda Azeiteiro, U., Leal Filho, W. y Caeiro, S., (2015) Participatory processes in sustainable universities-What to assess? *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 16, Nº 5. Pp. 748-771.
- Diesterheft, A., Caeiro, S., Leal Filho, W. y Miranda Azeiteiro, U., (2016) The INDICARES-model-measuring and caring about participation in higher education's sustainability assessment. *Ecological Indicators*. Vol. 63. Pp. 172-186.
- Fadeeva, Z. & Mochizuki, Y., (2010) Higher education for today and tomorrow: university appraisal for diversity, innovation and change towards sustainable development. [Sustainability Science](#), Volume 5, [Issue 2](#), pp 249-256.
- Ferrer-Balas, D., Adachi, J., Banas, S., Davidson, C. I., Hoshikoshi, A., Mishra, A., Motodoa, Y., Onga, M. & Ostwald, M., (2008) An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 9, Nº 3, pp 295-316.
- Ferrer-Balas, D., Buckland, H., & Mingo, M. de, (2009) Explorations on the university's role in society for sustainable development through a systems transition approach. Case-study of the Technical University of Catalonia (UPC). *Journal of Cleaner Production*, 17. Pp. 1075-1085.
- Fischer, D., Jenssen, S., & Tappeser, V., (2015) Getting an empirical hold of the sustainable university. A comparative analysis of evaluation frameworks across 12 contemporary sustainability assessments tools. *Assesment & Evaluation in Higher Education*, Vol. 40, No. 6 PP. 785-800.
- Fonseca, A., Macdonald, A., Dandy, E., & Valenti, P., (2011). The state of sustainability reporting at Canadian universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 12, No. 1, 2011 pp. 22-40
- Garde, R., Rodríguez, M. P. & López-Hernández, A. M., (2013) Online disclosure of university social responsibility: a comparative study of public and private US universities. *Environmental Education Research*. Vol. 19. Nº 6. Pp. 709-746.
- Glover, A.; Peters, C. & Haslett, S. K., (2011) Education for sustainable development and global citizenship. An evaluation of the validity of the STAUNCH auditing tool. *International Journal of Higher Education*, Vol. 12, No. 2. Pp- 125-144.
- Grindsted, T. S., (2011) Sustainable universities-from declarations on sustainability in higher education to national law. *Environmental economics*, Vol. 2. Issue, 3 Pp 29-36-
- GUNI Global University Network for Innovation, (2012) *Higher Education in the World 4: Higher Education's Commitment to Sustainability from Understanding to Action*. Pallgrave Macmillan.

- Jenssen, S., (2012) Sustainability at universities: an exploration research on assessment methods and tools for sustainability implementation at universities. Master-Thesis, University of Maastricht. Citado en Fischer et al, 2015.
- Kamal, A. S. M. & Asmuss, M., (2013) Benchmarking tools for assessing and tracking sustainability in higher educations. Identifying an effective tool for the University of Saskatchewan. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 14. Nº 4. Pp. 449-465.
- Karatzogou, B, (2013) An in-depth literature review of the evolving roles and contributions of universities to Education for Sustainable Development. *Journal of Cleaner Production*, 49, 44-53.
- Larrán, M., y Andrades, J., (2015a) Determining factors of environmental education in Spanish universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 16. Nº 2. Pp. 251-271
- Larrán, M.; Herrera, J.; Calzado, M. Y. & Andrade, F. J., (2015b) An approach to the implementation of sustainability practices in Spanish universities. *Journal of Cleaner Production*. No. 106. Pp. 34-44.
- Lauder, A., Sari, R. F., Suwartha, N., & Tjahjono, G., (2015) Critical review of a global campus sustainability ranking: GreenMetric. *Journal of Cleaner Production*, 108. Pp. 852-863.
- Leal Filho, W. y Manolas, E. (2012) Making sustainable development in higher education a reality: Lessons learned from leading institutions. En *GUNI Higher Education in the World 4: Higher Education's Commitment to Sustainability from Understanding to Action*. (pp 28-31) Pallgrave Macmillan.
- Lozano, R., (2006) A tool for a graphical assessment of sustainability in universities (GASU). *Journal of Cleaner Production*, 14, 963-972.
- Lozano, R. (2010). The state of sustainability reporting in universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 12, No. 1, 2011 pp. 67-78
- Lozano, R. (2010). Diffusion of sustainable development in universities' curricula: an empirical example from Cardiff University. *Journal of Cleaner Production*, 18. Pp. 637-644.
- Lozano, R. & Peattie, K., (2011) Assessing Cardiff University's curricula contribution to sustainable development using the STAUNCH system. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5:1. Pp. 115-128.
- Lozano, R., & Young, W., (2013) Assessing sustainability in university curricula: exploring the influence of student numbers and course credits. *Journal of Cleaner Production*, 49. Pp. 134-141.
- Lozano, R., Lukman, R., Lozano, F. J., Huisingh, D. & Lambrechts, W., (2013) Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders,

through addressing the university system. *Journal of Cleaner Production*, 48. Pp. 10-19.

Lozano, R., Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M., Huisingh, D., Lozano, F. J., Wass, T., Lambrechts, W., Lukman, R. & Hugé, J., (2015) A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey. *Journal of Cleaner Production*, 108. Pp. 1-18.

Lukman, R. y Glavič, P., (2007) What are the key elements of a sustainable university? [Clean Technologies and Environmental Policy](#), Volume 9, [Issue 2](#), pp 103-114.

Lukman, R., Krajnc, D. y Glavič, P., (2010) University ranking using research, educational and environmental indicators. *Journal of Cleaner Production*, N° 18, pp 619-628.

MacKay, J. & Kember, D. (1999). Quality assurance systems and educational development: the limitation of quality control. *Quality Assurance in Education* 7 (1), pp. 25-29.

Madeira, A. C.; Carravilla, M. A.; Oliverira, J. F. & Costa, C. A. V., (2011) A methodology for sustainability evaluation and reporting in higher education institutions. *Higher Education Policy*, N° 24. Pp. 459-479.

Mader, C., (2012) How to assess transformative performance towards sustainable development in higher education institutions. *Journal of Education for Sustainable Development*, Vol. (6) 1. Pp. 79-89.

Mader, C., (2013) Sustainability process assessment on transformative potentials: the Graz Model for Integrative Development. *Journal of Cleaner production*, 48. Pp. 54-63.

[Newcomer](#), K. E.; Harry P. H. & [Wholey](#) J. S. (2015) *Handbook of Practical of Program Evaluation*. New York: Wiley & Son.

O'Donoghue, R. (2016). Evaluation & education for sustainable development. Navigating a shifting landscape in regional centres of expertise. En Barth, M., Michelsen, G., Rieckmann y Thomas, I. (2016). *Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development*. London: Routledge. Pp. 223-237.

Ramos, T. & Moreno Pires, S., (2013) Sustainability assessment: The role of indicators. En Caeiro et al, [Eds] *Sustainability assessment tools in higher education institutions*. Springer International. Pp. 81-99.

Razak, D. A., Sanusi, Z. A., Jegatesen, G. & Khelghat-Doost, H., (2013) Alternative University Appraisal (AUA): Reconstructing universities' ranking and rating toward as sustainable future. En Caeiro et al, [Eds] *Sustainability assessment tools in higher education institutions*. Springer International. Pp. 139-154.

- Roorda, N., (2004) Developing sustainability in higher education using AISHE. En Blaze Corcoran, P and Wals, A. E. J., [Eds.] (2004) Higher education and the challenge of sustainability. Problematics, promise and practice. Kluwer Academic Publishers. Pp. 305-318.
- Roorda, N., (2013) A strategy and a toolkit to realize system integration of sustainable development (SISD). En Caeiro et al, [Eds] Sustainability assessment tools in higher education institutions. Springer International. Pp. 101-119.
- Roorda, N. and Martens, P. (2008) Assessment and certification of higher education for sustainable development. Sustainability: The Journal of Record. VOL. 1. N° 1. Pp. 41–56.
- Saadatian, O, Dola, K. B., Salleh, E. & Tahir, O. M., (2011) Identifying strength and weakness of sustainable higher educational assessment approaches. International Journal of Business and Social Science. Vol. 2. N° 3, Special Issue. Pp. 137-146.
- Saadatian, O, Sopian, K. B. & Salleh, E., (2013) Adaptation of sustainability community indicators for Malaysian campuses as small cities. Sustainable Cities and Society, 6. Pp. 40-50.
- Saaty, R. W., (1987) The analytic hierarchy process- What it is and how it is used. Mathl Modelling, Vol. 9. N° 3-5. Pp. 161-176.
- Sammalisto, K., & Lindhqvist, T., (2008) Integration of sustainability in higher education: a study with international perspectives. Innovative Higher Education, 32. Pp. 221-233.
- Scott, V. y Gough, S. (2007) Universities and sustainable development: the necessity for barriers to change. Perspectives: Policy and Practice in Higher Education, 11:4, 107-115.
- Senaha, E. & Sanusi, Z. A., (2014) SUSTAIN for the ESD learning community. En Tanakan & Tabucanon, 2014. Pp 162-168.
- Shi, H., & Lai, E., (2013) An alternative university sustainability rating framework with a structured criteria tree. Journal of Cleaner Production, 61. Pp. 59-69.
- Shriberg, M., (2002) Institutional assessment tools for sustainability in higher education. Strengths, weaknesses, and implications for practice and theory. International Journal of Sustainability in Higher Education. Vol. 3, N° 3. Pp 254-270.
- Shriberg, M., (2004) Assessing sustainability: criteria, tools and implications. En Blaze Corcoran, P and Wals, A. E. J., [Eds.] (2004) Higher education and the challenge of sustainability. Problematics, promise and practice. Kluwer Academic Publishers. Pp. 71-86

- Stern, M.J., Powell, R.B. y Hill, D. (2013). Environmental education program evaluation in the new millennium: what do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research*, 20 (5), pp. 581-611.
- Suwartha, N., & Sari, R. F., (2013) Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, N° 61. Pp. 46-53.
- Swearingen, S., (2014) Campus sustainability plans in the United States: where, what, and how to evaluate? *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 15, No. 2, pp. 228-241.
- Tanakan, A. C. & Tabucanon, M., [Edits.] (2014) *ProSPER.Net: Transforming Higher Education and Creating Sustainable Societies*. United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability (UNU-IAS)
- Tilbury, D. (2012) Higher education for sustainability: a global overview of commitment and progress. En *GUNI Higher Education in the World 4: Higher Education's Commitment to Sustainability from Understanding to Action*. (pp 18-28) Pallgrave Macmillan.
- Togo, M. & Lotz-Sisitka, H., (2013) The unit-based sustainability assessment tool and its use in the UNEP Mainstreaming Environment and Sustainability in African Universities Partnership. En Caeiro et al, [Eds] *Sustainability assessment tools in higher education institutions*. Springer International. Pp. 259-288.
- UNESCO, (2014) *Shaping the future we want. UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) Final Report*. UNESCO, París.
- Uzquiza, F., Sáez-Navarrete, C., Rencoret, S. y Ishanoglu, V., (2014) Adaptable model for assessing sustainability in higher education. *Journal of Cleaner*, 107. Pp. 475-485.
- Vagnoni, E., & Cavicchi, C., (2015) An exploratory study of sustainable development at Italian universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 16. N° 2. Pp. 217-236.
- Vaughter, P., Wright, T., McKenzie, M. & Lidstone, L., (2013) Greening the Ivory Tower: A review of educational research on sustainability in post-secondary education. *Sustainability*, 5. Pp 2252-2271.
- Velázquez, L., Munguia, N., Platt, A. & Taddei, J., (2006) Sustainable University: what can be the matter? *Journal of Cleaner Production*, 14. Pp. 810-819.
- Waheed, B., Khan, F. I. y Veitch, B. (2009) Linkage-based frameworks for sustainability assessment: Making a case for driving force-pressure-state-exposure-effect-action (DPSEEA) frameworks. *Sustainability*, 1. Pp. 441-463.

- Waheed, B., Khan, F. I. y Veitch, B. (2011a) Developing a quantitative tool for sustainability assessment of HEIs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 12, No. 4, 2011 pp. 355-368.
- Waheed, B., Khan, F. I., Veitch, B., & Hawboldt, K., (2011b) Uncertainty-based quantitative assessment of sustainability for higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, 19 Pp. 720-732.
- Waheed, B., Khan, F. I., Veitch, B., & Hawboldt, K., (2011c) An integrated decision-making framework for sustainability assessment: a case study of Memorial University. *Higher Education Policy*, 24 Pp. 481-498.
- Waheed, B., Khan, F. I., Veitch, B., & Hawboldt, K., (2012) Ranking Canadian universities: a quantitative approach for sustainability assessment using uD-SiM. *International Journal of Sustainable Engineering*, Vol. 5, N° 4, Pp. 357-373.
- Wals, A. E. J., (2014) Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: a review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production*, 62. Pp. 8-15.
- Watson, M. K., Lozano, R., Noyes, C. & Rodgers, M., (2013) Assessing curricula contribution to sustainability more holistically: Experiences from the integration of curricula assessment and students' perception at the Georgia Institute of Technology. *Journal of Cleaner Production*, 61. Pp. 106-116.
- White, G. B. & Koester, R. J., (2012) STARS and GRI: Tools for campus greening strategies and prioritizations. *Sustainability: The Journal of Records*, Vol. 5 No.2. Pp. 100-106.
- White, S. S., (2014) Campus sustainability plans in the United States: where, what, and how to evaluate? *International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol. 15. N° 2. Pp. 228-241.
- Yarime, M. & Tanaka, Y., (2012) The issues and methodologies in sustainability assessment tools for higher education institutions. A review of recent trends and future challenges. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6:1. Pp. 63-77.

EDUCANDO PARA LA SOSTENIBILIDAD DESDE LOS HUERTOS ECOLÓGICOS: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE NATURALEZA EN FUTUROS MAESTROS/AS DE INFANTIL⁵

Marcia Eugenio, Adriana Correa-Guimaraes y Raquel Pérez-López

Universidad de Valladolid

Resumen

En este trabajo se propone que los huertos ecológicos constituyen espacios educativos importantes en los centros educativos, idóneos para implementar iniciativas en el marco de la Educación para la Sostenibilidad. Se presenta una experiencia de enseñanza de las ciencias naturales contextualizada desde el Huerto EcoDidáctico (término que sincretiza su manejo ecológico y su función educativa) del Campus Duques de Soria (Universidad de Valladolid), con estudiantes del Grado de Maestro en Educación Infantil. Aportamos datos empíricos y reflexiones sobre el cambio acontecido respecto de la noción *Naturaleza* tras esta experiencia educativa, de un cuatrimestre de duración.

Abstract

In this work, we propose that organic gardens constitute valuable educational areas from where implementing initiatives related with Sustainability Education. We present an experience of science teaching contextualized at the Organic Learning Garden at Duques de Soria Campus (University of Valladolid, Spain), and conducted with undergraduate students of Degree in initial teacher training. We provide with empirical evidence and reflections about the shift occurred regarding the concept of Nature after this educational experience.

Palabras clave

Huertos EcoDidácticos; enseñanza de las ciencias; Naturaleza; Sostenibilidad.

Keywords

Nature; Organic Learning Gardens; Science teaching; Sustainability.

⁵ El trabajo recogido en esta contribución se ha llevado a cabo en el marco de los Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid: “Huertos EcoDidácticos: nuevos espacios para la promoción de competencias del alumnado”, coordinado por Marcia Eugenio Gozalbo, y “Análisis y Evaluación de la Sostenibilidad Curricular en los Títulos Oficiales de la Universidad de Valladolid”, coordinado por Adriana Corre-Guimaraes.

Introducción

La presencia de huertos ecológicos como recurso didáctico y entorno de aprendizaje comienza a ser habitual en centros de educación Infantil, Primaria y Secundaria, donde constituyen un recurso versátil que generalmente se implementa por iniciativa de algún profesor o área de conocimiento concreta (típicamente, los maestros/as de Infantil, o los de Ciencias Naturales) o como resultado de un trabajo por proyectos en que se implica a un curso o ciclo. En algunos casos el huerto es un recurso “de todo el centro”, bien porque en su desarrollo se ha involucrado a diferentes cursos y ciclos y a la comunidad educativa, bien porque está estrechamente vinculado a la pedagogía que se promueve, como sucede en escuelas alternativas cuyo objetivo es conseguir aprendizajes activos y en contacto con la naturaleza.

Es probable, y deseable, que los huertos escolares sean cada vez más frecuentes en los centros educativos. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) señaló en su último congreso (en 2016) que para poder conservar la Naturaleza es necesario que la gente esté conectada con ella. Y a su vez, para que la gente esté conectada con la Naturaleza, es necesario que tenga oportunidades para ello, entendidas como un contacto habitual. Sin embargo, en un contexto mundial cada vez más urbanizado, las personas –y en particular los niños- tienen a menudo pocas oportunidades para vivir la Naturaleza y establecer conexión con ella. En consecuencia, la UICN estableció como prioridad de la Educación Ambiental la *naturalización de los espacios escolares*, señalando que es necesario “reconocer la importancia de la conexión con la naturaleza en la población infantil dotando a los centros educativos de las herramientas necesarias para incluir en sus instalaciones elementos naturales que permitan y favorezcan la interacción con el medio natural”, y otras medidas para, en un sentido amplio, “favorecer el desarrollo infantil saludable en contacto con la naturaleza” (Compromisos de Hawái, UICN, 2016).

La presencia de huertos educativos es todavía puntual y relativamente reciente en las universidades españolas. En 2015, algunas de las iniciativas existentes se coordinaron para constituir una asociación de ámbito estatal, la Red Universidades Cultivadas (RUC). Esta Red está formada por docentes de áreas de conocimiento dentro de las Ciencias Experimentales, como Producción Vegetal, o Química y Edafología, que han impulsado la presencia de huertos ecológicos en sus campus para dotar de dimensión práctica a los aprendizajes de sus alumnos, futuros ingenieros de titulaciones relacionadas con la producción agraria o el medio natural (Martín et al., 2016). También por docentes del ámbito de la Ciencias Sociales, particularmente de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que los usan para trabajar contenidos de ciencias naturales y Educación Ambiental mediante metodologías activas, en el contexto de la formación inicial de profesorado (Aragón, 2016; Ceballos, 2016; Eugenio, 2016; Eugenio y Aragón, 2016). Una presentación más detallada de esta asociación, sus miembros y propósitos ha sido publicada recientemente, y se encuentra en Eugenio y Aragón (2017). Cabe aquí señalar que La RUC nace

del reconocimiento, por parte de los docentes que usan huertos ecológicos, de que los huertos constituyen un recurso educativo de gran valor que es necesario incorporar a la Educación Superior, para, por un lado, mejorar la formación del alumnado dotándola de una dimensión práctica imprescindible en el contexto de un modelo pedagógico basado en la enseñanza-aprendizaje por competencias; y por otro, educar en valores y para la acción, con un propósito de transformación social.

El manejo ecológico de los huertos educativos aparece como fundamental en el contexto global actual. Así, en los Compromisos de Hawai'i se señala que:

“La necesidad de proveer alimentos a la población mundial ha provocado la intensificación y la industrialización de la agricultura, incluyendo la acuicultura, mientras se pierden, áreas de agricultura tradicional, los ecosistemas naturales y la biodiversidad y se merman y degradan los recursos hídricos. Las comunidades ecológicas y los procesos evolutivos se han perturbado. El uso constante de pesticidas, herbicidas y fertilizantes afecta a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que sustentan nuestros sistemas de producción de alimentos, menoscabando la diversidad genética de los cultivos, provocando la nitrificación del agua dulce y los ecosistemas costeros y perturbando los mecanismos de polinización. Las prácticas de agricultura tradicional están sometidas a fuerte presión y los conocimientos asociados a ellas se pierden.” (UICN, 2016, pp.4).

El empleo de técnicas de manejo de la permacultura comienza a ser habitual por considerarlas no solo más sostenibles, sino también más capaces de generar conocimientos conceptuales más complejos sobre el funcionamiento de los ecosistemas (García y Cano, 2006). En la permacultura (creación de bancales permanentes): se cuida el aprovechamiento máximo de recursos como el espacio, se usan asociaciones de plantas y diseñan rotaciones de cultivos, en base a las compatibilidades y requerimientos ambientales de las diferentes especies vegetales; se usan sistemas de acolchado que permiten el ahorro de agua, evitan la aparición de malas hierbas, y protegen la vida edáfica; se aprovechan las interacciones biológicas entre especies (por ejemplo, favoreciendo la polinización mediante bandas florales o evitando plagas mediante plantas compañeras); se minimiza la producción de residuos (compostando y/o vermicompostando); se cuida la estructura y la fertilidad química del suelo y no se usan biocidas.

Estas técnicas implican aprendizajes procedimentales, que además van acompañados de aprendizajes conceptuales relevantes sobre los ciclos de materia (en la naturaleza la materia nunca se desecha, siempre se recicla), flujos de energía (inputs y outputs en el agroecosistema, que dependen en gran medida del manejo que se haga del mismo), existencia limitada de recursos (suelo, agua, etc.) y límites a la producción, interacciones bióticas (planta-planta, planta-parásitos, planta-simbiontes, etc.), papel de los descomponedores (bacterias y hongos) en los ecosistemas, el suelo como componente vivo de un ecosistema (y no sólo como sustrato inerte), procesos

de descomposición de la materia orgánica, etc. El aprendizaje actitudinal que fundamentalmente se pretende en este entorno educativo, si se siguen estas pautas de manejo, es muy claro: el respeto y el cuidado de la vida.

Marco teórico

En relación a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por Naciones Unidas (2012), el uso de los huertos educativos ecológicos entronca y facilita la consecución de:

- Objetivo 2, “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”;
- Objetivo 12, “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”; y
- Objetivo 15, “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica”.

¿Qué implicaciones tienen estos ODS dentro de las actividades de la universidad? La necesidad de formar perfiles profesionales capaces de generar cambios en los modelos sociales y económicos desde el respeto a la biodiversidad, para construir sociedades más equitativas, justas e inclusivas en el actual mundo globalizado es muy clara, casi contundente.

Alcanzar el desarrollo sostenible depende del establecimiento de sistemas sociales globales que promuevan la alfabetización ecológica, la administración ambiental y la distribución equitativa de los recursos y el poder. En su papel de liderazgo intelectual, las instituciones de Educación Superior deben innovar para hacerse responsables de impartir los conocimientos y habilidades que produzcan estudiantes alfabetizados ecológicamente, capaces de construir un futuro sostenible desde sus respectivas especialidades. Es necesario potenciar que los estudiantes sean ciudadanos activos con una profunda comprensión de los ecosistemas locales y las formas en que los seres humanos pueden interactuar con ellos de una manera sostenible (CRUE, 2012).

A continuación, se presenta una experiencia de enseñanza de las ciencias naturales contextualizada en un huerto educativo ecológico: el Huerto EcoDidáctico del Campus Duques de Soria (Ilustración 1), en particular con maestros de Infantil en formación inicial. Esta experiencia ilustra cómo, desde estos espacios educativos, todavía escasos e innovadores en las universidades españolas, se pueden implementar iniciativas que repercutan en cambios en las concepciones del alumnado, orientándolas hacia la sostenibilidad.

Ilustración 1. Huerto EcoDidáctico del campus Duques de Soria: (a) localización, previa a su emplazamiento, (b) el acceso actual, (c) y (d) caseta

de herramientas, compostero, vermicompostero, cajones y bancales de cultivo.
Fuente: Marcia Eugenio y Alfredo Morón.



Métodos

Descripción de la intervención educativa

La intervención educativa se llevó a cabo durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2016/2017, en el marco de la asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza”. Ésta es la única asignatura del ámbito de las ciencias experimentales que cursan los estudiantes de Grado en Educación Infantil a lo largo de su formación universitaria. En esta ocasión, se planteó el trabajo en torno al huerto como proyecto, aprovechando que algunas estructuras pre-existentes (bancales elevados, compostero, vermicompostero) se acababan de mover a un nuevo emplazamiento: un espacio vallado orientado al río Duero, con hermosas vistas, y se disponía por tanto de un espacio “a mejorar”. En una visión global, el uso del huerto ecológico no fue anecdótico sino nuclear en la asignatura, implicando a los alumnos en un continuado proceso de aprendizaje activo, y mostrándoselo como recurso valioso para la educación infantil.

Los alumnos trabajaron en grupos de cuatro: por una parte, para diseñar una propuesta de investigación sobre algún aspecto del huerto que les resultara interesante, e implementarla con sus compañeros; y por otra, para mantener el Huerto EcoDidáctico, cuyo manejo se hace siguiendo los principios de la permacultura (uso de acolchados, compostaje, utilización racional de recursos

como suelo y agua, observación de las asociaciones y rotaciones de cultivo, etc.), con objeto de incidir en los valores de la sostenibilidad, basada en la atención y el respeto a los componentes y procesos ecológicos. En el huerto tuvieron lugar 10 sesiones de una duración de 2 horas, durante las cuales la profesora exponía las tareas a realizar y los fundamentos de las mismas para el alumnado, que posteriormente se encargaba de llevarlas a cabo. También se contó con especialistas invitados para talleres sobre esquejado, bosques comestibles, líneas clave, y cuidado de la vid, y con un aula de infantil de un centro de la ciudad para la plantación del bancal de verano (Ilustración 2).

Recogida de datos

Los datos se recogieron mediante un instrumento de naturaleza cualitativa. La científicidad de este método ha sido objeto de debate durante años (Biggerstaff, 2012; Íñiguez Rueda, 1999), y en la actualidad es ampliamente aceptado, particularmente en el campo de la investigación educativa (Anguera, 1986; Tójar, 2006). Se partió de una pregunta abierta, que planteaba una situación-problema para finalmente preguntar al alumnado qué es la Naturaleza. Tras una sistemática y rigurosa apreciación de regularidades en las respuestas, los datos fueron categorizados. A partir de estos grupos, se cuantificaron las ocurrencias de los conceptos o categorías seleccionadas y se examinaron para poder interpretarlas, en un procedimiento que comúnmente se denomina análisis de contenido (Silverman, 1993; Wilkinson y Birmingham, 2003).

La muestra total fue de N=36. El grupo experimental estuvo finalmente constituido por un total de 24 alumnos de 3º curso, y el control por un total de 12 alumnos de 2º curso, todos del Grado de Educación Infantil de la Facultad de Educación de Soria, perteneciente a la Universidad de Valladolid (Uva).

Ilustración 2. Diversas tareas en el Huerto EcoDidáctico: (a) en el compostero y vermicompostero, (b) preparando el semillero, (c) haciendo esquejes, y (d) visita de un aula de Infantil para la plantación del bancal de verano. Fuente: Marcia Eugenio y Alfredo Morón.



Resultados

En sus escritos sobre qué es la Naturaleza, los alumnos generalmente comenzaron con una frase breve, a modo de síntesis o definición. Tras el análisis, se identificaron los distintos significados que contienen estas definiciones (Tabla 1), por ejemplo:

(1) la noción de “conjunto de” (de seres vivos, o de medio biótico y abiótico, por ejemplo), que no ha variado en el grupo experimental de alumnos entre el momento previo (pre, en adelante) y el posterior a la experiencia educativa (post, en adelante), y

(2) la noción de “entorno” (muy frecuentemente las palabras usadas son “aquello que nos rodea”), que tampoco lo ha hecho.

Tabla 1. Recuento de frecuencias de aparición de fragmentos por categorías

	PRE		POST	
	CONTROL	EXPERIMENTAL	CONTROL	EXPERIMENTAL
DEFINICIÓN DE NATURALEZA				
Noción de "conjunto"	0,1	0,2	0,1	0,1
Noción de entorno	0,8	0,5	0,8	0,4
Noción "no creado, modificado"	0,1	0,3	0,0	0,0

Noción de "no necesita al hombre"	0,0	0,0	0,0	0,1
Noción de "fuente de productos"	0,0	0,1	0,0	0,0
Noción de "sistema"	0,0	0,0	0,1	0,3
Otras nociones	0,0	0,0	0,0	0,1
COMPONENTES DE LA NATURALEZA				
Atmósfera	0,0	0,1	0,0	0,0
Biosfera	0,5	0,5	0,6	0,5
Litosfera	0,3	0,3	0,4	0,2
Hidrosfera	0,2	0,1	0,0	0,1
Seres humanos	0,1	0,0	0,0	0,1
Interacciones	0,0	0,0	0,0	0,1
Procesos	0,0	0,0	0,0	0,0
Expresiones genéricas	0,0	0,0	0,0	0,0
RELACIONES CON LA NATURALEZA				
Es una fuente de recursos	0,2	0,2	0,0	0,2
Nos proporciona bienestar	0,2	0,1	0,0	0,1
Es fundamental, dependemos de ella	0,0	0,2	0,0	0,1
Formamos parte de ella	0,2	0,1	0,5	0,0
Nociones de valoración y respeto	0,0	0,2	0,0	0,2
Nociones de "deber" de cuidar	0,5	0,3	0,5	0,3
Noción "la modificamos"	0,0	0,0	0,0	0,0
Noción "depende de nosotros"	0,0	0,0	0,0	0,0
SIGNIFICADO DE NATURAL				
No contaminado	0,0	1,0	0,0	0,0
Lo contrario de artificial	0,5	0,0	0,4	0,8
No modificado por el hombre	0,5	0,0	0,6	0,3
EJEMPLOS DE NATURALEZA				
campo	1,0	1,0	0,0	0,0
huerto	0,0	0,0	0,0	1,0

Los resultados de análisis muestran variaciones respecto algunas nociones, destacando, por un lado, aquellas que decrecen tras la experiencia educativa:

(3) la noción de “no creado” o “no intervenido” por los seres humanos, a la que se adscribieron 10 fragmentos de texto en el grupo experimental inicialmente, y que ha contado sólo con 4 fragmentos en el post; un resultado que es consistente con el relativo a otra categoría: el significado que se le atribuye a la palabra “natural” (Tabla 1, “significado de natural”). Sorprende que el grupo experimental hiciese muchas más referencias que el control, en la recogida post, a “natural” por oposición a “fabricado”, “creado”, “intervenido” por el hombre (no suelen referirse a “seres humanos”, sino a “hombre”), 11 fragmentos *versus* 4, lo cual podría indicar que el grupo que ha vivido la experiencia educativa en el huerto ha encontrado “maneras en positivo” de definir la Naturaleza que el grupo control no tiene, y esto constituye un resultado interesante.

(4) la noción materialista y economicista de “fuente de productos y servicios”, que apareció en 2 sujetos en el pre y en ninguno en el post.

Esta observación se apoya en otra subcategoría, denominada “servicios ecosistémicos”, donde se han situado los fragmentos de texto en que el alumnado enumera qué nos proporciona la Naturaleza, generalmente tras mencionar nuestra dependencia de ella. Para el grupo experimental se ha reducido el número de fragmentos en esta subcategoría entre el pre y el post, a la mitad (de 8 a 4).

Otras variaciones son la aparición de nuevas nociones en el grupo experimental tras la experiencia educativa en el huerto:

(5) la noción de “sistema”, en la que se han incluido 9 fragmentos de texto, por ejemplo:

“Conjunto de elementos bióticos y abióticos que conforman el medio natural, los cuales tienen una relación con dicho medio... todos ellos formando parte de un conjunto global que se interrelaciona” (10_Exp_Post)

(6) aparecen nociones de “nosotros formamos parte de” (2 fragmentos) y de “es el pilar u origen de la vida” (3 fragmentos), que indican el desarrollo de una mayor conectividad con la Naturaleza.

En los textos resultó frecuente encontrar un listado, más o menos extenso, en que el alumno enumeraba los “componentes” de la naturaleza, siendo los más frecuentes las plantas (o flora) y los animales (o fauna). Estos componentes se han clasificado en una serie de categorías “naturalísticas”, como, por ejemplo: la hidrosfera, que incluye las referencias a agua, ríos, mares u océanos, la atmósfera, que incluye las referencias al aire o el clima, o la biosfera, entre otras. Señalamos aquí que las referencias a rocas y minerales, capas de la tierra, relieve y accidentes geográficos se han ubicado en una categoría común, a la que se ha denominado litosfera.

El resultado más relevante en cuanto a la frecuencia de aparición de fragmentos de texto en esta categoría (Tabla 1, “Componentes de la Naturaleza”), es el hecho de que para las descripciones post ha aparecido una categoría nueva exclusivamente en el grupo experimental, a la que se ha denominado “interacciones”, y que recoge las menciones explícitas a la interdependencia entre la parte biótica y la abiótica del medio, por ejemplo:

“las diferentes capas de tierra que hay bajo las raíces de las plantas, donde viven diferentes microorganismos” (26_Exp_Post)

“hábitat de flora y fauna, así como de otros tipos de organismos que trabajan de forma común en el ecosistema” (13_Exp_Post)

Estos aprendizajes pueden relacionarse directamente con la experiencia educativa en el huerto ecológico, en que, entre otros, se ha incidido en la importancia del papel de los suelos como componente vivo de los ecosistemas.

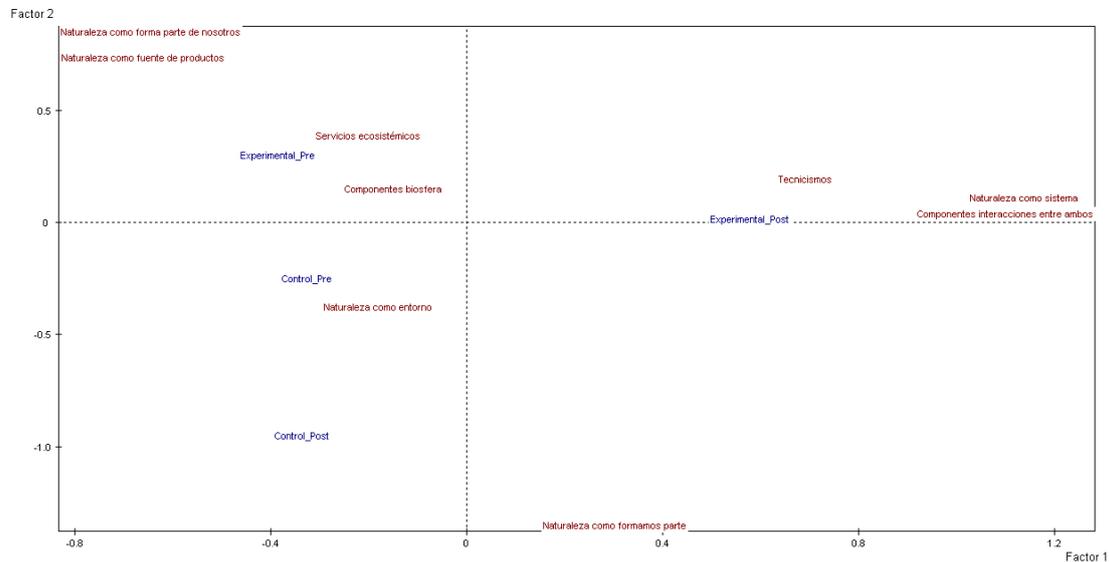
Respecto a la categoría “Relaciones con la Naturaleza” (Tabla 1), no se observan cambios significativos entre ambos momentos, con excepción de la reducción importante (de 32 fragmentos a 23 fragmentos) en el número total de alusiones a las relaciones hombre-Naturaleza, que podría ser indicativa de una evolución hacia concepciones menos antropocéntricas, y más maduras (dado que implica un paso hacia definir la Naturaleza ya no “en función de mí mismo”).

Se ha prestado también atención al vocabulario, considerándose la aparición de términos específicos de Ecología, como biodiversidad, ecosistema, hábitat, etc. A este respecto, se ha detectado una variación notable para el caso del grupo experimental, aumentando de 4 a 12 entre el pre y el post (Tabla 1, “Términos de Ecología”).

En cuanto a ejemplos de Naturaleza, el grupo experimental pone el huerto, mientras que el control habla de “el campo” (Tabla 1, “Ejemplos de Naturaleza”).

En una segunda parte del análisis, y con el objetivo de conocer cómo se agrupan las categorías conceptuales, se realizó un análisis de correspondencias simples con el programa Spad (Ilustración 3). Para ello, se seleccionaron las categorías más relevantes según el criterio del investigador (aparecen en la medida pre pero no en la post y viceversa, u obtienen una frecuencia muy elevada en alguno de los dos momentos), para crear una matriz de datos. Esta matriz de datos se crea con las frecuencias de aparición de las categorías seleccionadas (servicios ecosistémicos, tecnicismos, naturaleza como fuente de productos, naturaleza como forma parte de nosotros, componentes biosfera, componentes, interacciones entre ambos, naturaleza como entorno, naturaleza como formamos parte de ella) y los dos grupos en los dos momentos (control_pre, control_post, experimental_pre, experimental_post).

Ilustración 3. Análisis de componentes



Este análisis pone de manifiesto una agrupación en torno a dos ejes, que explica el 95% de la varianza. Observando los resultados se encuentra que el grupo experimental post queda bien diferenciado de los otros tres (control pre y post, experimental pre). Este grupo, que es el de los alumnos que vivieron la experiencia educativa en el huerto ecológico a lo largo de un cuatrimestre, definió el concepto de Naturaleza con términos más técnicos, del ámbito de la Ecología; lo concibió incluyendo las interacciones entre componentes, como un sistema; y además incorporó la noción de “formamos parte de ella”. Por otra parte, en el grupo control predomina la visión de Naturaleza como entorno, y en el momento previo la Naturaleza como fuente de bienes y productos.

Conclusiones

En una visión de conjunto, los resultados del análisis cualitativo sobre el concepto de Naturaleza que mantienen los estudiantes del Grado en Educación Infantil reveló que el alumnado que vivió la experiencia educativa en el entorno del Huerto EcoDidáctico:

- Enriqueció su visión de la Naturaleza, incorporando nociones ecológicas, como son la existencia de interacciones entre los componentes de los sistemas naturales, y la propia noción de sistema,

- Encontró maneras más “constructivas” o en “positivo” de definir la Naturaleza, y no tanto “por oposición”, como hizo el grupo control (que se refirió a “lo no fabricado, creado o intervenido por el hombre”),

-Pareció haber disminuido en cierto grado la visión materialista y economicista de “bienes y servicios”, y haber aumentado en cierto grado la conciencia de formar parte de la Naturaleza, y de ésta como “dadora de vida”, es decir, de haber aumentado la visión holista.

-Pareció haber evolucionado hacia concepciones más biocéntricas, pasando a definir la Naturaleza menos en función del ser humano

-Mejóro su vocabulario de Ecología, y el conocimiento asociado al mismo

-Pasó a concebir el huerto como Naturaleza

Para concluir, se podría decir que la experiencia que se ha presentado aporta datos empíricos sobre los cambios que sucedieron en relación a la noción de *Naturaleza* en los estudiantes de Grado en Educación Infantil, tras haber participado en una experiencia educativa de enseñanza de las ciencias contextualizada en un huerto ecológico educativo, y aproximada mediante metodologías activas, de cierta duración (10 sesiones). Los resultados apuntan a una evolución hacia una visión menos antropocéntrica y materialista de la realidad, y más científica y holística; cabe aquí señalar que el desarrollo de una visión holística ha sido destacado por la UNESCO (2014) como una competencia clave de la Educación para la Sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

Anguera, M. T. (1986). La investigación cualitativa. *Educar*, 10, 23-50.

Aragón, L. (2016). El Huerto Ecológico Universitario como contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros/as. En: M. Eugenio y L. Aragón (Coords.), *Huertos EcoDidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos* (pp. 27-33). Huesca: Jolube.

Biggerstaff, D. (2012). Qualitative research methods in psychology. En: G. Rossi (Ed.), *Psychology: selected papers* (pp. 175-206). Rijeka, Croatia: InTech.

Ceballos, M. (2016). El huerto escolar en la formación inicial de maestros. En: M. Eugenio y L. Aragón (Coords.), *Huertos EcoDidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos* (pp. 73-77). Huesca: Jolube.

CRUE. (2012). *Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum*. Girona, España.

Recuperado de:

http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf

Eugenio, M. (2016). Huerto ecológico como recurso y contexto para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en formación inicial de

- Maestros/as de Infantil. En: M. Eugenio y L. Aragón (Coords.), *Huertos EcoDidácticos: compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos* (pp. 15-19). Huesca: Jolube.
- Eugenio, M., y Aragón, L. (2016). Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 667-679.
- Eugenio, M., y Aragón, L. (2017). Experiencias educativas en relación a la Agroecología en la educación superior española contemporánea: presentación de la Red Universidades Cultivadas (RUC). *Agroecología* 11, 31-39.
- Íñiguez Rueda, L. (1999). Investigación y evaluación cualitativa: bases teóricas y conceptuales. *Atención Primaria*, 23, 496-502.
- Martín, A. E., Farrán, I., Bescansa, P., Virto, I., Liberal, B., y Aliaga, M. J. (2016). La finca de la ETS de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra como base de proyectos de Aprendizaje Servicio. En: M. Eugenio y L. Aragón (Coords.), *Huertos EcoDidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos* (pp. 95-101). Huesca: Jolube.
- Naciones Unidas. (2012). *Objetivos de Desarrollo Del Milenio: Informe de 2012*. Recuperado de: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/>.
- Silverman, D. (1993). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*. Londres: Sage Publications.
- Tójar, J. C. (2006). *Investigación cualitativa: comprender y actuar*. Málaga: Editorial La Muralla.
- UICN. (2016). World Conservation Congress. *Compromisos de Hawai'i*. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/congress/hawaii-commitments>
- UNESCO (2014). *Road map for implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf>
- Wilkinson, P. y Birmingham, D. (2003). *Using research instruments: A guide for researchers*. Londres: Routledge Falmer.

METODOLOGÍA DOCENTE PARA LA INTEGRACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DE INGENIERÍA

Uruburu, Ángel¹, Miñano, Rafael², Moreno-Romero, Ana, Lumbreras, Julio, Carrasco-Gallego, Ruth, Borge, Rafael.

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

Uno de los objetivos de la integración curricular de la sostenibilidad es que el estudiante aprenda a tomar decisiones y realizar acciones desde criterios sostenibles. Con ese objetivo, se ha diseñado e implementado una metodología docente para integrar dichos criterios en el desarrollo de proyectos de ingeniería. La experiencia comenzó en el curso 2014-15, para estudiantes del Máster de Ingeniería Industrial, enmarcada en una asignatura obligatoria en la que se tiene que desarrollar un proyecto concreto siguiendo la metodología CDIO. La asignatura está orientada al desarrollo de competencias entre las que se incluyen algunas directamente relacionadas con la sostenibilidad y la responsabilidad profesional.

Mediante una metodología de investigación-acción, a lo largo de tres cursos, se ha diseñado un modelo conceptual y una metodología docente para el desarrollo de estas competencias. Desde un enfoque holístico, que integra las diversas dimensiones de la sostenibilidad, se propone un trabajo sistemático de reflexión y análisis con el fin de contribuir a minimizar los impactos negativos del proyecto y potenciar los positivos, aportando valor al mismo.

Los resultados muestran que los estudiantes consideran este trabajo útil para su actividad profesional, han adquirido una mayor conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y han ampliado su visión sobre la complejidad de la actividad de la ingeniería. Las dificultades más importantes están relacionadas con la capacidad de la metodología para adaptarse a las diferentes temáticas y características de los proyectos abordados, y a la necesidad de integración en una asignatura compleja, con profesorado multidisciplinar.

¹ Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid

² Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos, Universidad Politécnica de Madrid

Abstract

One of the main objectives of the curricular integration of sustainability in Engineering Degrees and Masters is to guarantee that students are able to make decisions and take actions based on sustainable criteria. With this aim in mind, we present the results and reflections of the implementation of a specific teaching methodology that has been designed to incorporate such criteria in the development of engineering CDIO courses. Starting in the 2014-15 academic year and after three periods, the study focuses on a compulsory subject of a

Master of Industrial Engineering in which a somehow innovative product or service has to be conceived, designed, implemented and operated.

Our conceptual model and teaching strategy eventually pursues the acquisition of related competences, by means of a holistic approach that integrates all the different sustainability dimensions, yet facilitating the analysis and reflections of how to minimize the negative impacts and maximize the positive ones, and eventually generating shared value to various stakeholders in every project.

The analysis of the results within the framework of an action-research methodology, firstly shows that the students value positively the subject, increasing their awareness on sustainability issues and expanded its vision on the complexity of engineering activity. Secondly, from the point of view of the instructors, the designed methodology successfully meets the objectives previously defined. Thirdly, some difficulties and improvement options found during the action-research period have led to the implementation of minor modifications in the methodology, mainly oriented to a better project-specific adaptation and to a better integration into a complex academic context with multidisciplinary teaching staff.

Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos, Ingeniería, Sostenibilidad, Responsabilidad social, Ética

Keywords

Project-based courses, Engineering, Sustainability, Social Responsibility, Ethics

Introducción

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM en adelante) inició hace más de 10 años una apuesta por la Responsabilidad Social, con el convencimiento de que ello contribuiría a reforzar su misión de “preparar profesionales de alto nivel que contribuyan al desarrollo de la sociedad”. Dentro de esa estrategia, “se ha apostado por que las personas formadas en la ETSII-UPM se conviertan en profesionales éticos y profesionalmente conscientes y responsables de las implicaciones de su actividad, impulsando el desarrollo sostenible” (ETSI-UPM, 2016).

En el ámbito docente, se ha potenciado el trabajo de las competencias transversales y ha aumentado el número de asignaturas que fomentan la formación en sostenibilidad. Como referencia, se tienen los resultados de aprendizaje de ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), dentro de los cuales hay tres directamente relacionados con el desarrollo sostenible: (c) *“Diseña: habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones*

realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad”; (f) “Es responsable: Comprensión de la responsabilidad ética y profesional”; y (h) “Entiende los impactos: educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global” (ABET, 2015).

Especialmente relevantes en el ámbito docente han sido las innovaciones para el desarrollo de competencias en el marco del aprendizaje basado en proyectos siguiendo la metodología CDIO (Díaz Lantada et al., 2014). Esta metodología va más allá del aprendizaje basado en proyectos, aportando un enfoque holístico de la educación en ingeniería. Se centra en el establecimiento de un contexto educativo innovador para la formación de los ingenieros del futuro que, haciendo hincapié en los fundamentos de la ingeniería, propone a los estudiantes *“Concebir, Diseñar, Implementar y Operar”* sistemas, procesos y productos del mundo real (Crawley, et al., 2007).

La experiencia que se explica en el presente artículo tiene como objetivo el desarrollo de las competencias de sostenibilidad mencionadas anteriormente dentro del marco de una asignatura cuyo desarrollo está basado en la metodología CDIO. Dicha asignatura es obligatoria en el plan de estudios del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (habilitante) de la ETSII-UPM que tiene más de 300 estudiantes matriculados por curso.

Las asignaturas “INGENIA” se basan en plantear la realización de un proyecto, sistema o producto en el ámbito de la ingeniería, atendiendo a una serie de restricciones o requisitos previamente definidos. Se pretende que el alumnado trabaje en condiciones similares a las que, con mucha probabilidad, se desenvolverá en su vida profesional futura, de forma que desarrolle determinadas competencias transversales. Así, deberá: trabajar en equipo, decidir qué información necesita, cómo encontrarla y gestionarla, cómo organizar el trabajo, comunicar los resultados que obtiene y, sobre todo, desarrollarlo aplicando ciertas habilidades personales que le permitan manejar la situación de forma eficiente. Además, todos los trabajos desarrollados incluirán un análisis del impacto ambiental y las implicaciones sociales, políticas, éticas, de seguridad y salud del proyecto o producto (Miñano et al., 2016).

Los estudiantes tienen que eligen una opción entre una oferta de 10 o 12 diferentes tipos de proyectos, que cubren la mayoría de las especialidades de ingeniería de la ETSII.

Estas asignaturas son de 12 ECTS, que corresponden a una carga de trabajo de 300 a 360 horas, distribuidos a lo largo de dos semestres con la siguiente estructura: 120 horas de trabajo en clase más 180-240 horas de trabajo personal de estudiante normalmente organizado en el trabajo en equipo. Este trabajo se distribuye a lo largo de las 28 semanas de los dos semestres del primer año, con 5 horas semanales de conferencias o sesiones prácticas presenciales, concentradas en un día de la semana. El trabajo de clase de las asignaturas INGENIA se estructura en tres módulos:

- Módulo A (Técnico): 30 horas dedicadas a la adaptación de los conocimientos teóricos básicos derivados de otros temas a los directamente relacionados con el proyecto, y un segundo conjunto de 60 horas dedicado al trabajo práctico en el laboratorio, con sesiones supervisadas por el profesor.
- Módulo B (Destrezas transversales): 15 horas dedicadas a la realización de talleres para orientar el desarrollo de las competencias de trabajo en equipo, creatividad y habilidades y técnicas de comunicación.
- Módulo C (Sostenibilidad): 15 horas para conferencias y talleres sobre temas relacionados con la responsabilidad social, sostenibilidad ambiental y social, ética y responsabilidad profesional, salud y seguridad, propiedad intelectual, etc. Este módulo cubre el desarrollo de las competencias de responsabilidad profesional, la comprensión de los impactos de la ingeniería en un contexto global, y complementa el desarrollo de la competencia (c) de ABET, integrando los aspectos ambientales, sociales, éticos, de salud y seguridad, y sostenibilidad en el diseño y desarrollo del producto o servicio.

La sostenibilidad en las asignaturas INGENIA

Varios autores han discutido la integración de la sostenibilidad y la ética en el contexto de la educación en ingeniería con la metodología CDIO (Augusto et al., 2012, Hussmann et al, 2010, Palm & Törnqvist, 2015, Wedel et al, 2008), y el Syllabus 2.0 del CDIO (2011) incluye explícitamente aspectos de responsabilidad ética y social, y criterios de sostenibilidad para cada una de las etapas del ciclo de vida (Tabla 1). Sin embargo, aunque muchos programas de ingeniería establecen objetivos y resultados de aprendizaje en estas áreas, pocos han desarrollado estrategias eficaces de enseñanza y aprendizaje que las aborden de manera integral y sistemática (Brodeur, 2013).

Tabla 1. Temáticas relacionadas con las competencias de sostenibilidad y ética profesional en la propuesta de la metodología CDIO (CDIO, 2011).

2. PERSONAL AND PROFESSIONAL SKILLS AND ATTRIBUTES
2.3 System Thinking
2.4.3 Creative Thinking
2.4.4 Critical Thinking
2.5 Ethics, Equity and Other Responsibilities
4. THE INNOVATION PROCESS: CDIO SYSTEMS IN THE ENTERPRISE, SOCIETAL AND ENVIRONMENTAL CONTEXT.
4.1 External, Societal and Environmental Context
4.2 Enterprise and Business Context
4.3 Conceiving, Systems Engineering and Management
Environmental needs. Ethical, social, environmental, legal and regulatory influences. Risks and alternatives

4.4 Designing
4.4.6 Design for Sustainability, Safety, Aesthetics, Operability and Other Objectives
4.5 Implementing
4.5.1 Designing a Sustainable Implementation Process.
4.6 Operating
4.6.1 Designing and Optimizing Sustainable and Safe Operations

La estrategia más común utilizada se basa en la integración en cursos o asignaturas de temas específicos de desarrollo sostenible y/o ética siempre que se considere apropiado, o bien establecer cursos específicos para garantizar que se incluyan aspectos fundamentales sobre estas temáticas (Enelund et al., 2012). Sin embargo, también hay experiencias en asignaturas basadas en proyectos, en donde se incluyen la evaluación ética, el diseño empático y la integración de criterios de sostenibilidad (Malheiro et al., 2015; Palm & Törnqvist, 2015).

En nuestro contexto académico, el objetivo es el diseño e implementación de una metodología:

- que tenga un enfoque holístico, considerando las diferentes dimensiones de la sostenibilidad, incluyendo los aspectos éticos y estratégicos,
- que introduzca estos aspectos de forma sistemática a lo largo de todo el proceso de desarrollo del proyecto,
- que sea suficientemente flexible para adaptarse a los distintos aspectos sociales, ambientales, económicos, estratégicos y éticos específicos de cada proyecto.

En última instancia, pretendemos que nuestros alumnos aprendan a identificar y valorar los posibles impactos relacionados con sus proyectos de ingeniería, de forma que puedan identificar oportunidades de creación de valor compartido, minimizando los daños y potenciando los beneficios.

Método

Metodología de investigación

Para llevar a cabo la investigación sobre la integración de las competencias de sostenibilidad en las asignaturas Ingenia, se ha optado por una metodología de investigación-acción que permitiera observar y reflexionar a lo largo del proceso e ir introduciendo mejoras a partir de la experiencia.

A partir de un trabajo inicial de investigación bibliográfica, de los resultados obtenidos en experiencias previas y de una reflexión conjunta con el

profesorado del módulo de sostenibilidad, se elaboró una primera propuesta de trabajo que se llevó a la práctica en el curso 14-15 en todas las asignaturas Ingeniería.

Para llevar a cabo la observación a lo largo del proceso, se diseñaron diversos cuestionarios de evaluación (pre y post), que permitieran tener datos (cuantitativos y cualitativos) sobre el progreso del alumnado en la adquisición de competencias y sobre el propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

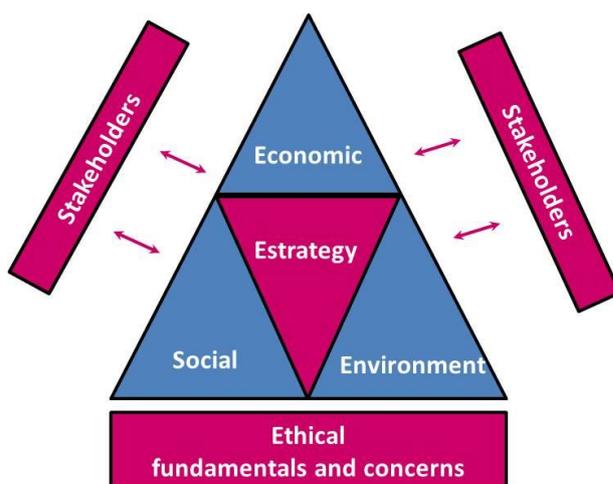
A lo largo de cada curso, el profesorado del módulo de sostenibilidad tenía reuniones periódicas para compartir la evolución del curso, reflexionar sobre la misma y trabajar en las mejoras a implementar. Así mismo, al final de cada curso se realizaron sesiones específicas para valorar los resultados de las evaluaciones y planificar el curso siguiente.

Metodología docente

Para que nuestra metodología tenga un enfoque holístico, hemos tomado como referencia un modelo conceptual que tiene como pilares las tres dimensiones clásicas de la sostenibilidad: económica, ambiental y social, pero al que se han añadido otras dimensiones (Ilustración 1).

El concepto de desarrollo sostenible se basa en el compromiso ético con el bienestar y con la mejora de las oportunidades de las generaciones contemporáneas y futuras. Por lo tanto, la integración de la sostenibilidad en la educación de la ingeniería requiere una mejor comprensión de los conceptos éticos y un enfoque de responsabilidad que haga preguntas acerca del "para qué" y el "cómo" (Brodeur, 2013, Chua & Cheah, 2013).

Ilustración 1. Marco conceptual para la integración de la sostenibilidad en las asignaturas INGENIA.



En esta línea, hemos añadido en nuestro modelo conceptual una dimensión estratégica que siempre debe ser considerada en cada fase del proyecto, identificando sus principales particularidades, planteándose el "para qué" del

proyecto y buscando cómo crear valor compartido a largo plazo con el desarrollo del mismo. Estos aspectos no pueden ser estudiados por separado, y ha de considerarse también “para quiénes” se está desarrollando el proyecto y “a quiénes” puede afectar, por lo que nuestro marco también incluye las relaciones con los diferentes actores que pueden verse afectados por la tecnología / servicio / producto desarrollado en el proyecto.

Para integrar el trabajo de las competencias de sostenibilidad de forma sistemática a lo largo del desarrollo del proyecto, se planifican diversas sesiones y actividades. En la sesión inicial de presentación general de las asignaturas INGENIA, se da un tiempo para explicar el módulo de sostenibilidad, el marco conceptual a considerar y la propuesta metodológica:

- **Fundamentos teóricos.** Antes de la primera sesión, los estudiantes han de haber trabajado un material básico de Fundamentos de Sostenibilidad que combina texto y referencias audiovisuales. Es útil para aclarar conceptos e introducir el enfoque holístico con el que se quiere trabajar. En la primera sesión presencial, se hacen algunas preguntas sobre el mismo y da pie a comenzar la identificación de aspectos de sostenibilidad y grupos de interés (GGII) relacionados con su proyecto concreto.
- **Fase inicial.** Descripción del contexto, identificación de grupos de interés y de los principales aspectos de sostenibilidad relacionados con el proyecto concreto y su ámbito tecnológico, considerando el ciclo de vida en toda su amplitud. Al final de esta fase, cada grupo ha de seleccionar los asuntos que considera más relevantes (AARR) para profundizar en su análisis y/o para integrar en el proyecto.
- **Investigación en el ámbito social o ético.** Es un trabajo eminentemente cualitativo en el que se pide profundizar en el análisis de alguno/s de los impactos seleccionados anteriormente. Tiene un formato abierto y se adaptará a las características del proyecto concreto.
- **Evaluación ambiental.** Aprovechando algunos conceptos de la metodología de *Análisis de Ciclo de Vida*, se realiza un análisis global del proyecto y posteriormente se profundiza en la cuantificación de algún aspecto que se considere relevante para el diseño, y para valorar y/o mejorar la sostenibilidad del proyecto.
- **Integración en el INGENIA.** En función de cada INGENIA específico, se acordará con los coordinadores los tiempos y el modo en que se desarrollará este trabajo, de forma que la identificación de impactos y el análisis de los mismos pueda reflejarse en la concepción, diseño, implementación y operación del proyecto. El objetivo es que los análisis previos contribuyan a minimizar los impactos negativos del proyecto y a potenciar sus impactos positivos.
- **Preparación del documento final.** Todo este proceso se reflejará en un documento final, que servirá para la evaluación de este módulo (12,5%

de la calificación final). En función del INGENIA específico, se puede acordar otro formato o bien integrar este documento en la documentación que se tenga que elaborar en el desarrollo general de la asignatura.

Lo explicado es la propuesta actual, que ha sido el resultado de diversas mejoras fruto de las evaluaciones y reflexión posterior sobre los resultados obtenidos en cada curso y que queda sintetizado en la Ilustración 2.

Ilustración 2. Propuesta metodológica para la integración de la sostenibilidad en los proyectos de las asignaturas INGENIA



Resultados

La experiencia desarrollada a lo largo de estos cursos ha sido analizada desde dos perspectivas: el progreso de los estudiantes en relación a sus competencias de sostenibilidad y el propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para analizar el progreso en la adquisición de competencias de sostenibilidad, se diseñó un cuestionario de conocimientos sobre responsabilidad profesional e impactos de la ingeniería, y un cuestionario de autopercepción de capacidades para la integración de la sostenibilidad en proyectos. Ambos cuestionarios individuales fueron completados por el alumnado al principio y al final de los cursos 14-15 y 15-16.

Para valorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se realizaron reuniones con el profesorado y los estudiantes también completaron un cuestionario de valoración al final de todos los cursos (14-15, 15-16 y 16-17).

Resultados de los cuestionarios sobre el progreso de los estudiantes en competencias de sostenibilidad.

En el primero de los cuestionarios, los estudiantes tenían que responder a preguntas abiertas sobre aspectos de ética profesional:

P1. Indica los valores y/o principios éticos que consideras fundamentales en relación a la práctica profesional en el ámbito de la ingeniería (4 máximo).

P2. ¿Conoces algún código deontológico relacionado con la ingeniería? En caso afirmativo, indica cuál.

Y sobre conocimientos sobre impactos relevantes de la ingeniería en un contexto global (3 como máximo):

P3. Impactos ambientales negativos

P4. Impactos ambientales positivos

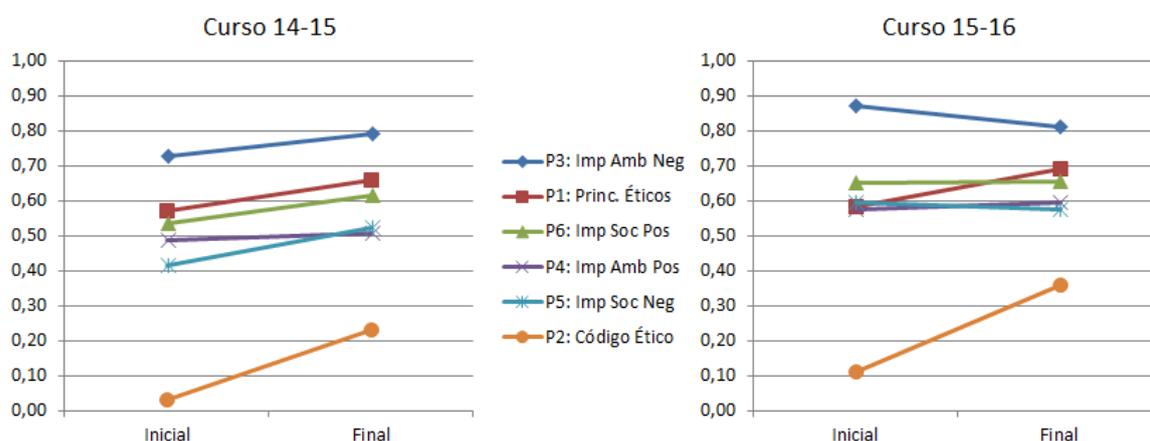
P5. Impactos sociales negativos

P6. Impactos sociales positivos.

Para el análisis de los resultados, se consideraron muestras pareadas (N=65 en el curso 14-15 y N=141 en el curso 15-16), seleccionando las respuestas de los alumnos que contestaron los cuestionarios tanto al principio como al final del curso. Para realizar un análisis cuantitativo se consideraron el número de respuestas válidas en cada una de las preguntas.

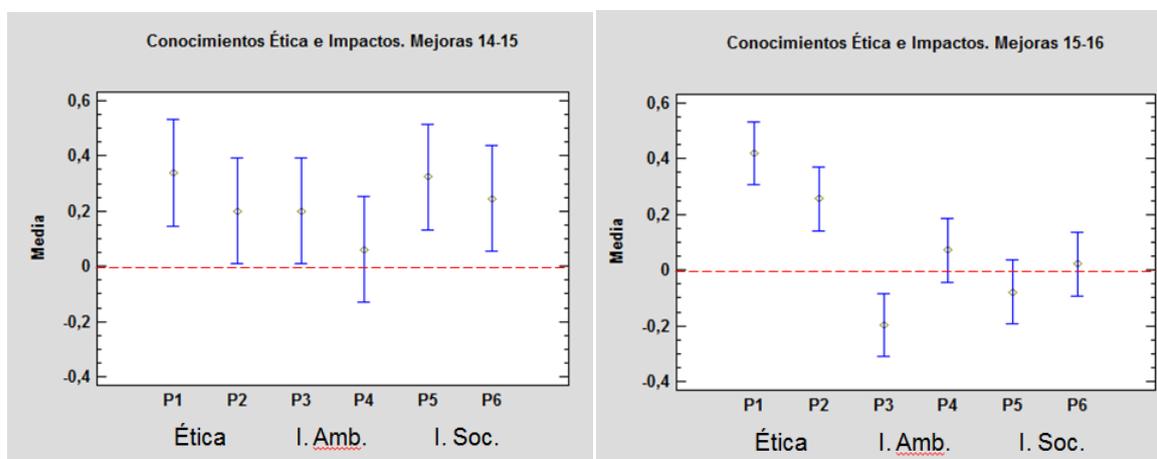
Como observaciones relevantes, destaca el sesgo hacia el conocimiento de los impactos ambientales negativos, considerablemente mayor que el de impactos ambientales positivos y que el de impactos sociales en general. En éstos, se observa un mayor reconocimiento de los impactos positivos de la ingeniería que de los negativos. Dicho sesgo se mantiene en los resultados finales (Ilustración 2).

Ilustración 2. Media del número de respuestas válidas en cada pregunta del cuestionario (normalizadas a 1 para facilitar la comparación).



En el primer curso (14-15) se obtuvieron unos resultados bastante satisfactorios, con mejoras significativas en casi todos los ítems. En el curso siguiente (15-16) los resultados iniciales fueron bastante mejores que en el curso precedente, y los resultados finales también son mejores que en el curso 14-15, sin embargo solamente se observan mejoras significativas en las preguntas relativas a los aspectos éticos, y en los impactos negativos hubo peores resultados en los cuestionarios finales (Ilustración 3).

Ilustración 3. Mejoras en las respuestas a los cuestionarios sobre conocimientos de aspectos éticos e impactos de la ingeniería. Intervalos de confianza 95% para la media de la diferencia de resultados pre y post test (muestras pareadas: N=65 en el curso 14-15, N=141 en el curso 15-16).



Es sorprendente el bajo conocimiento que se tiene sobre los códigos éticos profesionales. Aunque en ambos cursos ha habido más menciones a códigos concretos en los cuestionarios finales, las dos terceras partes del alumnado no han contestado esa pregunta. En un aspecto más cualitativo, se ha observado cierta confusión en cuanto al significado de principios éticos, confundiéndolos con habilidades o competencias deseables del profesional, como el trabajo en equipo o la comunicación. Sí se ha observado una fuerte vinculación de la responsabilidad profesional con la sostenibilidad ambiental, los derechos humanos y la responsabilidad social. En algunas de las respuestas del cuestionario final se ven algunas influencias del módulo de sostenibilidad: “Dar la solución más sostenible posible, considerando a todos los grupos de interés” o “Considerar los impactos sociales y ambientales que pueda tener cualquier proyecto”.

Resultados de los cuestionarios sobre la autopercepción de los estudiantes sobre sus capacidades en sostenibilidad.

Siguiendo las fases del modelo metodológico (identificar, analizar e integrar) se les pidió valorar en una escala de 0-5 sus capacidades para identificar impactos (preguntas C1, ambientales, y C2, sociales), realizar un análisis y valoración de los mismos (preguntas C3, ambientales, y C4, sociales), y para introducir cambios en los proyectos que optimicen dichos impactos (preguntas C5, minimizar impactos negativos, y C6, promover impactos positivos).

Para el análisis de los resultados también se consideraron muestras pareadas (N=59 en el curso 14-15 y N=143 en el curso 15-16), seleccionando las respuestas de los estudiantes que contestaron los cuestionarios tanto al principio como al final del curso. Las Ilustraciones 4 y 5 muestran los resultados en las pruebas iniciales y finales en ambos cursos, tomando como indicador las medias de la valoración dada en cada pregunta, así como las mejoras significativas (o no) en los aspectos medidos.

Ilustración 4. Autopercepción de capacidades para la integración de la sostenibilidad en proyectos de ingeniería. Evolución de la medias de los distintos aspectos medidos.

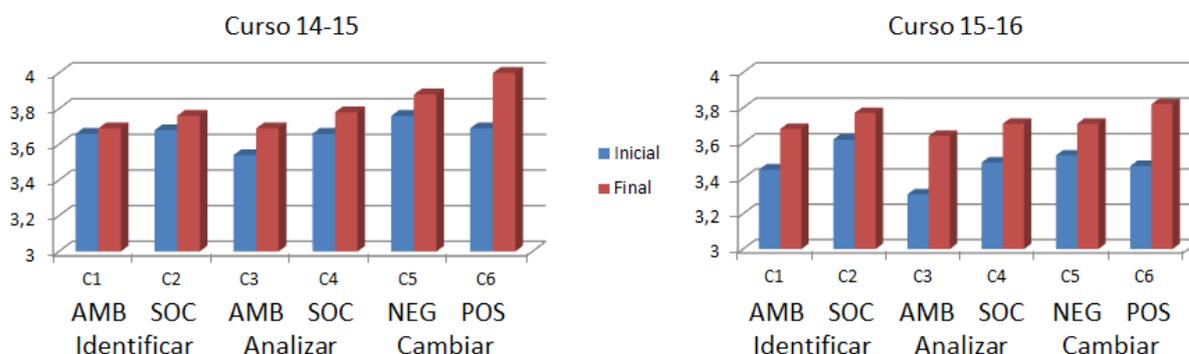
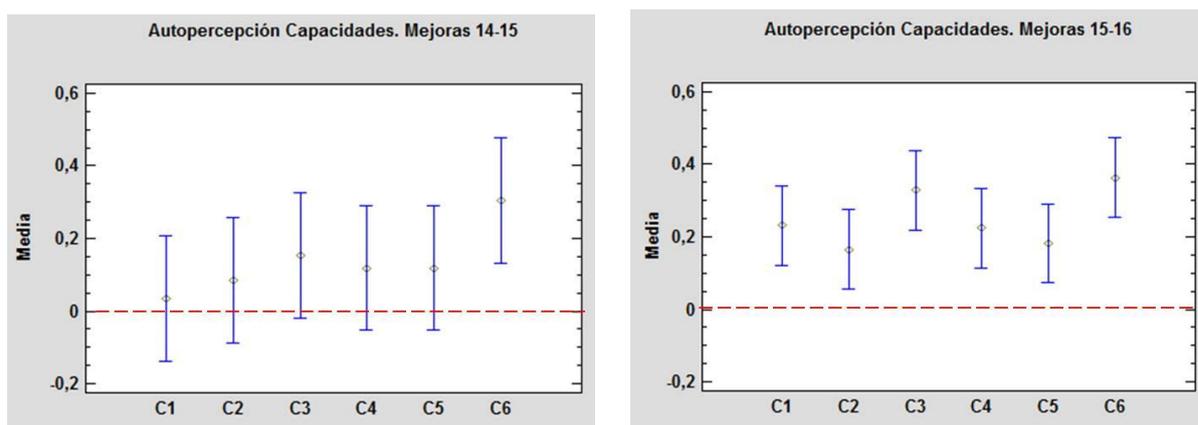


Ilustración 5. Mejoras en la autopercepción de capacidades para la integración de la sostenibilidad en proyectos de ingeniería. Intervalos de confianza 95% para muestras pareadas (N=59 en el curso 14-15, N=143 en el curso 15-16).



En general, el alumnado tiene una percepción bastante positiva de sus capacidades. La mediana en casi todas las variables (excepto en C1 y C3 del cuestionario inicial del curso 15-16) es de 4, lo que indica que más del 50% de los estudiantes tiene una percepción bastante buena de sus capacidades en estos aspectos, y el primer cuartil es 3 en todas las preguntas (más del 75% se valora con una puntuación mayor o igual a 3).

Sin embargo, como esta puntuación es bastante subjetiva, se considera más significativa la comparación entre ítems, y sus diferencias al inicio y al final. En este sentido, se observa que se perciben menos capaces en lo relacionado con el análisis de los impactos, y entre ellos, menos capaces para analizar los impactos ambientales. Además, también se consideran menos competentes para identificar impactos ambientales que sociales.

En cuanto a las mejoras entre la valoración inicial y final, todos los aspectos mejoran después de haber cursado las asignaturas INGENIA, siendo todas ellas estadísticamente significativas (95%) en el curso 15-16 (el tamaño de la muestra fue mayor). La mejora más relevante se da en la capacidad para potenciar los impactos positivos. En ambos cursos, los cuestionarios finales muestran un cambio de tendencia, y el alumnado se percibe en ese momento más capacitado para potenciar los impactos positivos mientras que al principio se percibían más capacitados para minimizar los negativos.

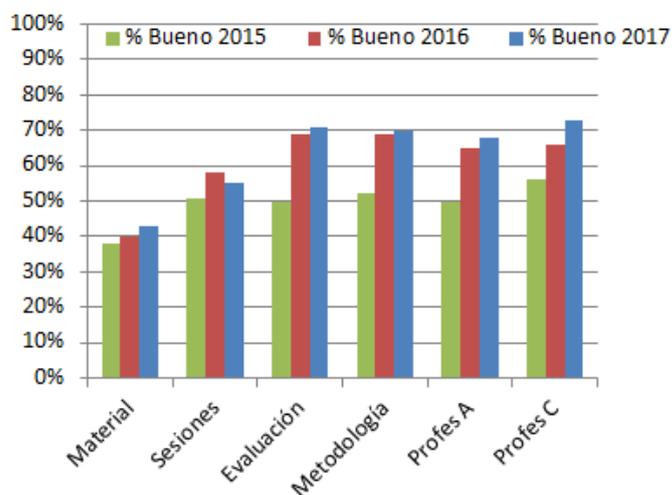
El otro aspecto que mejora bastante es el análisis de los impactos ambientales, en el que se percibían menos capacitados. Esto hace que las diferencias entre ítems disminuyan con respecto a las que se observaban al inicio del curso, lo cual es un dato positivo sobre la influencia del trabajo desarrollado en el módulo de sostenibilidad.

Resultados de los cuestionarios sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para obtener información sobre la valoración del alumnado acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje se recogieron datos cuantitativos (valoración numérica de 1 a 5 sobre distintos aspectos) y cualitativos (preguntas abiertas sobre lo más positivo, lo más negativo y propuestas de mejora).

Los resultados cuantitativos muestran que los aspectos más valorados por los estudiantes fueron el apoyo del profesorado, tanto del módulo C (sostenibilidad) como del módulo A (técnico), y la metodología docente y de evaluación. En el último curso, más de dos tercios del alumnado valoraron el desempeño en dichos aspectos como “buenos” o “muy buenos”. También se observa que los resultados han ido mejorando con los cursos, especialmente en dichos ámbitos (en el primer curso evaluado, el porcentaje de alumnos que lo valoraban positivamente estaba en torno al 50%).

Ilustración 6. Evolución de la valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje del módulo de sostenibilidad en las asignaturas INGENIA durante 3 cursos. Porcentaje de respuestas con valoración 4 o 5 (bueno o muy bueno).



Los aspectos menos valorados son el material de apoyo proporcionado (más de la mitad del alumnado lo considera regular o mal) y las sesiones presenciales, que son valoradas bien o muy bien por poco más de la mitad de los alumnos. Es relevante que en casi todos los aspectos se puede observar una evolución positiva con el paso de los cursos. La Ilustración 6 muestra dicha evolución con los datos de las 6 asignaturas INGENIA de las que teníamos datos de los tres años (no todos los cursos se imparten las mismas asignaturas).

Respecto a los aspectos que el alumnado considera como más positivos, los aprendizajes en conocimientos, habilidades y actitudes, han sido lo más mencionado en todos los cursos. El primer año, aparecieron más referencias a aprendizajes más prácticos, sobre todo en la dimensión ambiental (*“Aprender la metodología del ACV”*), y en los cursos posteriores aparecen comentarios más frecuentes sobre la identificación y análisis de impactos, y a su aplicación en casos concretos (*“El aspecto más positivo ha sido que he podido aprender a identificar los impactos que puede tener un proyecto de ingeniería, tanto en el medio ambiente como en la sociedad, así como a cuantificarlos adecuadamente, y me ha parecido bastante interesante”*).

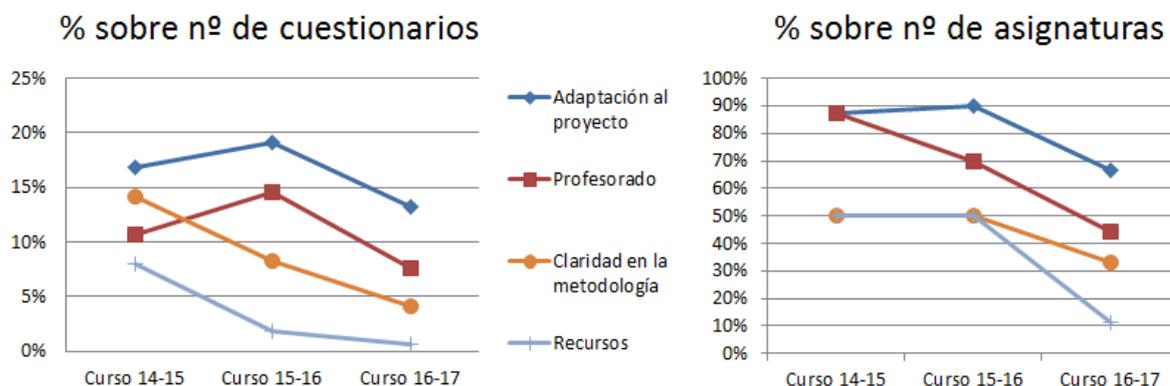
En los dos últimos cursos, lo más frecuente fueron los comentarios relativos a una mayor conciencia de la importancia de la sostenibilidad y a tener una visión global (*“El módulo de sostenibilidad aporta una visión más amplia de todo lo que hay que tener en cuenta cuando lo que uno se plantea es cuantificar los impactos e intentar minimizarlos”, “Por primera vez en una asignatura se nos ha hecho hincapié de la importancia de la sostenibilidad en el desarrollo de un producto”*). En todos los cursos, dichos aspectos han sido mencionados en el 100% de las asignaturas INGENIA.

También se valora positivamente la metodología seguida y, según han ido avanzando los cursos se ha valorado más la atención y orientación recibida por parte del profesorado.

En cuanto a los aspectos que los estudiantes consideran más negativos y las propuestas de mejora, la necesidad de una mayor *adaptación al proyecto*, es lo más mencionado: *“Falta de integración, considerado como un módulo externo y supervisado externamente. Quizá para el INGENIA realizado no tienen sentido realizar un documento aparte relativo a estos aspectos porque ya se habían ido desarrollando a lo largo de todo el trabajo”, “Tratar de centrarse más en la evaluación de la sostenibilidad aplicada al producto concreto que estemos desarrollando en el INGENIA”, “Integrarlo desde el principio en la planificación del producto. Crear productos orientados a ser sostenibles”*.

Otros temas, como los *contenidos*, las *sesiones* y la *planificación* se mencionan en un porcentaje alto de asignaturas INGENIA, tomando más relevancia en el apartado de propuestas. En muchos casos, se mencionan como el medio para favorecer una mayor adaptación al proyecto concreto. En el último curso (16-17) han aumentado significativamente las referencias a la *carga de trabajo*, como algo a mejorar y ajustar.

Ilustración 7. Evolución de las categorías de comentarios negativos que disminuyen sus porcentajes a lo largo de los tres cursos.



No obstante, si se considera el porcentaje de cuestionarios que mencionan cada aspecto y el número de asignaturas en donde se mencionan, se ha observado una tendencia decreciente en los comentarios negativos relativos a la *adaptación al proyecto*, *profesorado*, *claridad de la metodología* y *recursos*, lo que refleja una mejora a largo de estos años en esos aspectos (Ilustración 7).

Valoraciones por parte de los coordinadores de las asignaturas INGENIA

Al final del curso 16-17 se realizó una sesión de trabajo con los coordinadores de las asignaturas INGENIA en donde se hizo una valoración específica del trabajo desarrollado en el módulo de sostenibilidad. La reflexión se focalizó en el marco conceptual propuesto, la metodología empleada y en escuchar sus propuestas de mejora.

En relación al marco conceptual, aparecen valoraciones similares a las del alumnado, considerando el trabajo en competencias de sostenibilidad como *“algo importante y fundamental en la formación en ingeniería”* y valorando *“la visión global que aporta, integrando dimensiones que frecuentemente se olvidan en la formación en ingeniería”*. También se comentó la dificultad de adaptarlo a las características específicas del proyecto, del contacto directo con los grupos de interés y la diversidad de visiones sobre algunos aspectos, como los éticos.

Respecto a la metodología docente, se considera válida y útil con distintos matices (*“completa”, “lógica”, “sistemática”, “interesante”, “útil”*) y se considera apropiado elaborar un documento específico de sostenibilidad. Se identifican algunas debilidades, como el riesgo de que el alumnado pierda la visión de conjunto al dividirse las tareas en un grupo grande o al centrarse en exceso en la elaboración del documento. De nuevo, aparece como dificultad principal la integración en el proyecto concreto, tanto en lo relativo a la temática, como al proceso de desarrollo y evaluación del INGENIA. Las propuestas, más frecuentes, por tanto, fueron relativas a la flexibilidad para adaptarse a las

características de cada proyecto, indicando qué aspectos concretos creían que se deberían reforzar o modificar en su asignatura concreta.

Estas aportaciones han sido fundamentales para planificar el curso actual (17-18), en el que la prioridad está siendo precisamente la coordinación con el profesorado del módulo técnico, de modo que el módulo de sostenibilidad se adapte lo mejor posible a las características de cada asignatura.

Discusión/Conclusiones

Como fruto de este trabajo de análisis y reflexión sobre la experiencia de estos tres años se han sintetizado algunas conclusiones. En primer lugar, la percepción general del profesorado es que la experiencia ha alcanzado un buen nivel de madurez, de forma que, manteniendo un modelo conceptual común y una estructura metodológica básica, puede adaptarse a las circunstancias concretas de cada una de las diferentes asignaturas, y en esa línea se debe de seguir trabajando.

Se ha tomado conciencia de que la experiencia se desarrolla en un contexto complejo y diverso (por la alta exigencia académica del máster en el que se enmarcan las asignaturas INGENIA, los diferentes perfiles y motivaciones del alumnado, restricciones de tiempo, gran diversidad de temáticas y orientación de las asignaturas INGENIA, rotación de profesorado, diversidad de perfiles en el profesorado, etc.). Por otra parte, la temática de nuestros objetivos docentes también es en sí misma compleja, con diversidad de enfoques, dimensiones y metodologías de trabajo.

Esto nos ha llevado a reajustar los objetivos docentes, sintetizando lo esencial, para poder adecuarlos a la realidad del contexto académico en el que se trabaja. El objetivo fundamental será transmitir la importancia de tener en cuenta los aspectos de sostenibilidad en el desarrollo de un proyecto y todas sus posibles implicaciones, asumiendo su complejidad y la diversidad de dimensiones. Como objetivo secundario, quedaría el adquirir habilidades y/o técnicas específicas, asumiendo que el alcance del módulo de sostenibilidad en las asignaturas INGENIA, no es suficiente para cubrir con todo rigor esos aspectos más técnicos.

El modelo conceptual propuesto se ha mostrado útil por la visión global que aporta y por hacer presentes aspectos importantes de la práctica profesional que no suelen abordarse en la formación académica. La consideración de los grupos de interés es algo a lo que no están acostumbrados los alumnos y les resulta novedoso. Los aspectos éticos han sido uno de los ámbitos en los que se ha identificado una mejora significativa de los estudiantes, así como en la autopercepción que tienen de promover impactos positivos, relacionada con una visión estratégica orientada a la creación de valor compartido.

Además, esa visión global y una mayor conciencia de los estudiantes de la importancia de la sostenibilidad como parte de un proyecto de ingeniería, están

entre los resultados que los propios estudiantes consideran como más positivos del trabajo desarrollado en el módulo de sostenibilidad. Otro de los aspectos que han destacado en las valoraciones del alumnado es la utilidad de los aprendizajes adquiridos, siendo éstos muy diversos, desde técnicas concretas de análisis ambiental a habilidades para identificar posibles impactos o grupos de interés.

En cuanto a la metodología docente, se ha ido depurando con los años, y el requisito de la entrega de un documento final está bastante aceptado y bien valorado. Se ha mejorado la claridad de la propuesta, el material y el apoyo del propio profesorado.

El mayor reto es lograr una mayor adaptación a las circunstancias particulares de cada asignatura INGENIA, de forma que la sostenibilidad no se perciban como algo aparte o sin conexión con el proyecto a desarrollar. Para ello se ha visto que es esencial mejorar la coordinación con el profesorado del módulo técnico para planificar las sesiones en los momentos más adecuados y seleccionar los contenidos y tareas que más favorezcan que la integración de criterios de sostenibilidad aporten valor al proyecto.

Los cambios propuestos para el curso 17-18 están orientados a mejorar esos aspectos. En algunos casos, se simplificará el modelo, en otros se integrará el documento de sostenibilidad en la documentación que se genera en el desarrollo del proyecto, y en otros se profundizará en algunos aspectos considerados como relevantes por los profesores del módulo técnico (asuntos económicos, sostenibilidad tecnológica,...).

Por último, otro reto importante es el de la evaluación. En el último curso (16-17) se adaptaron los criterios a la nueva estructura del documento de evaluación, diseñando una rúbrica de referencia para todos los INGENIA, dejando cierta libertad para valorar de forma distinta algunos aspectos en función de las características de cada proyecto. También queda por conseguir que se impliquen todos los alumnos (complicado cuando la calificación es común para todo el grupo) y ajustar la planificación de las sesiones y entregas dentro del marco general de la asignatura.

Consideramos que la experiencia desarrollada estos años ha sido fructífera, consolidando la inclusión de la sostenibilidad como algo importante en el desarrollo de proyectos tecnológicos, y creando un marco metodológico sobre el que seguir avanzando y mejorando la formación de los futuros profesionales de la ingeniería.

Referencias bibliográficas

ABET, Accreditation Board for Engineering and Technology (2015). Criteria for Accrediting Engineering Programs 2016/17.

Augusto, H., Ramírez, P., Poblete, P. & Vargas, X. (2012). Ethics Learning Outcome: An Integrated Learning Experience. In Proceedings of the 8th

International CDIO Conference, Queensland University of Technology, Brisbane.

Brodeur, D. 2013, mentoring young adults in the development of social responsibility. *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 19, no. 1, pp. 13-25.

CDIO (2011). The CDIO Syllabus. Disponible en:
<http://www.cdio.org/framework-benefits/cdio-syllabus>

Chua, P. H., & Cheah, S. M. (2013). Education for Sustainable Development using Design Thinking and Appropriate Technology. *Proceedings of the 9th International CDIO Conference*, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 9 – 13, 2013.

Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S. & Brodeur, D. (2007). Rethinking engineering education, *The CDIO Approach*, vol. 302, pp. 60-62.

Diaz Lantada, A., Hernández Bayo, A., Sevillano, M., de Juanes, J., Martínez González, S., Matía Espada, F., Lumbreras Martín, J., Romero Olleros, I., Riesgo Alcaide, T. & Sánchez Naranjo, M.J. (2014). Evolution and implementation of CDIO initiatives at ETSII-UPM, *Proceedings of the 10th International CDIO Conference*, Universitat Politècnica de Catalunya, June 16-19, 2014.

Enelund, M., Wedel, M.K., Lundqvist, U. & Malmqvist, J. (2012). Integration of education for sustainable development in a mechanical engineering programme. *Proceedings of the 8th International CDIO Conference*, Queensland University of Technology, Brisbane, July 1 - 4, 2012

ETSII-UPM (2016). Memoria de Responsabilidad Social 2014/2015. Disponible en:
https://www.etsii.upm.es/la_escuela/responsabilidad_social/MemoriaRS_1415.pdf

Husmann, P.M., Trandum, C. & Vigild, M.E. (2010). How to Include Sustainability in Engineering Education? – The “Green Challenge” at DTU is one way. *Proceedings of the 6th International CDIO Conference*, École Polytechnique, Montréal, June 15-18, 2010.

Malheiro, B., Silva, M., Ferreira, P. & Guedes, P. (2015). CDIO and the European Project Semester: A match for capstone projects? *Proceedings of the 11th International CDIO Conference*. Chengdu, Sichuan, P.R. China, June 8-11, 2015.

Miñano, R., Uruburu, A., Moreno-Romero, A., Lumbreras, J., Carrasco-Gallego, R., Borge, R. (2016). Designing a Comprehensive Methodology to Integrate Sustainability Issues in CDIO Projects. *Proceedings of the 12th International CDIO Conference*, pp 710-721. Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland, June 12-16, 2016.

Palm, E. & Törnqvist, E. (2015). How to integrate ethical aspects in a technical project course. Proceedings of the 11th International CDIO Conference. Chengdu, Sichuan, P.R. China, June 8-11, 2015.

Wedel, M.K., Malmqvist, J., Arehag, M. & Svanström, M. (2008). Implementing engineering education for environmental sustainability into CDIO programs. Proceedings of the 4th International CDIO Conference, Hogeschool Gent, Gent, Belgium, June 16-19, 2008.

INTEGRACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL E INGENIERÍA INFORMÁTICA EN UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS.

Rafael Miñano Rubio

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

Tras la adaptación al EEES, los grados relacionados con la ingeniería incluyen competencias relacionadas con la sostenibilidad, la responsabilidad social y la ética profesional. Con el fin de conocer su nivel de integración real en la docencia, se han analizado los planes de estudio de grados de Ingeniería industrial e Ingeniería informática de 25 universidades españolas. Para ello, se han estudiado cómo aparecen en las guías docentes de las asignaturas y en sus temarios. Se ha estudiado de forma específica si dicha integración se está haciendo de forma holística y sistemática.

Los resultados muestran una gran diversidad en el enfoque, modelos y nivel de integración efectiva de dichas competencias en los planes de estudio. Al estudiar el tratamiento holístico de la sostenibilidad, un hecho relevante es que se ha observado un déficit significativo en el trabajo de temas ambientales en informática y un escaso trabajo de aspectos éticos en industriales. En cuanto a la integración sistemática de estas competencias, en las titulaciones de informática, el trabajo se suele concentrar en una asignatura obligatoria de Humanidades (aspectos éticos, sociales y/o legales), mientras que en las de Industriales, el peso lo llevan asignaturas específicas de aspectos ambientales y las de proyectos (sobre todo aspectos ambientales, sociales y legales).

El estudio ha servido para identificar buenas prácticas, que orientan una propuesta para integrar de forma holística y sistemática las competencias de sostenibilidad en el marco actual de los planes de estudio en ingeniería.

Abstract

After the Bologna process, every engineering degree program in Spain includes competences related to environmental, social, ethical and professional responsibility. In order to know their level of real integration in teaching, we have analyzed the curricula of the degrees related to industrial engineering and information technology engineering of 25 different Spanish universities. The study has identified the courses that include in fact such competences in their syllabus. We have also studied if this integration is being done both holistically and systematically throughout the curriculum.

The results show that there are a great diversity of approaches, but only in a few cases these competences are developed in a holistic and systematic way. In general, IT engineering studies lack a good treatment of environmental

issues, while industrial engineering degrees show a scarce work of ethical topics. Regarding the systematic integration of these competences, IT engineering degrees usually concentrate this work in a compulsory course of Humanities or Social Sciences (ethical, social and / or legal issues), while the industrial engineering studies include sustainability topics into specific Environmental Technology courses and Project courses (focusing especially environmental, social and legal issues).

The study has been useful to identify some good practices and they can be of great help to deal with the challenge of integrating sustainability in the present framework of the engineering curricula at the Spanish universities.

Palabras clave

Ingeniería, Sostenibilidad, Competencias, Currículo

Keywords

Engineering, Sustainability, Competences, Curriculum

Introducción

Las demandas externas para incluir en la formación universitaria en ingeniería competencias relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional son diversas y, a pesar de que provienen de diferentes campos, están convergiendo en muchas maneras. Por simplificar la redacción, integramos estas diferentes temáticas en lo que denominamos *competencias para el desarrollo sostenible* (en adelante *CDS*), considerando como tales los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para integrar los aspectos sociales, ambientales y éticos relacionados con la actividad profesional de la ingeniería de un modo equilibrado y responsable.

En el contexto de la Unión Europea, el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) incluye en los denominados “Descriptor de Dublín” algunos resultados de aprendizaje pertinentes para la formación en la responsabilidad ética y social. Desde el ámbito de la sostenibilidad, la Declaración Ubuntu, la Declaración de Barcelona y las propuestas de la década de la UNESCO para la formación en sostenibilidad, también reflejan claramente la relevancia de desarrollar tales habilidades además de otras competencias más directamente relacionadas con el ámbito ambiental (International Association of Universities, 2002; Engineering Education for Sustainable Development, 2004; UNESCO).

En el campo de la ingeniería, diferentes organismos de acreditación, como ABET o EUR-ACE, o iniciativas internacionales como CDIO (Conceiving-Designing-Implementing & Operating), también han formulado resultados de aprendizaje relacionados con la responsabilidad ética, social y ambiental, y apoyan la necesidad de introducir esos elementos educativos (ABET, 2015;

CDIO, 2011; ENAEE, 2015). Además, en España, las recomendaciones sobre las competencias que han de desarrollar las titulaciones oficiales de las profesiones de ingeniería informática y de ingeniería industrial, incluyen algunas que entran dentro del marco que se pueden considerar como *CDS* (ver Tabla 1).

Sin embargo, hay indicios de que el impacto global de estas demandas externas es limitado y no hay evidencia de que la forma en que actualmente las universidades preparan a los estudiantes de ingeniería para la responsabilidad social sea adecuada o suficiente (Zandvoort, 2013).

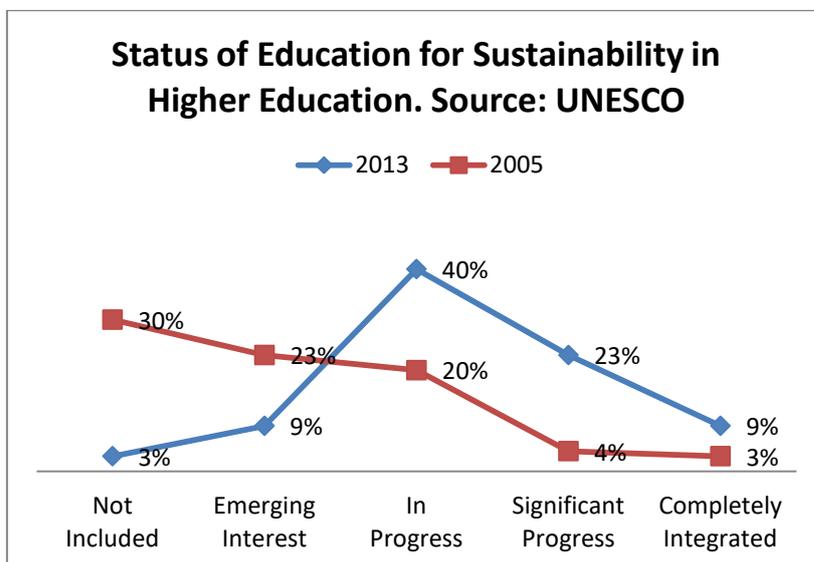
Tabla 1. Competencias recomendadas en las directrices para los grados adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior y que están relacionadas con la sostenibilidad, la responsabilidad social y la ética profesional.

Todos los grados (Real Decreto 1393/2007)	
Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social , científica o ética	
INGENIERÍA INDUSTRIAL Grados (BOE-A-2009-2893)	INGENIERÍA INFORMÁTICA Grados (BOE-A-2009-12977)
Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.	Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero TI.
Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión.	Capacidad para conocer, comprender y aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática y manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
Comunes a la Rama Industrial	Comunes a la Rama de Informática

<p>Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.</p>	<p>Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, asegurando su fiabilidad, seguridad y calidad, conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.</p> <p>Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social.</p> <p>Conocimiento de la normativa y la regulación de la informática en los ámbitos nacional, europeo e internacional.</p>
--	--

El informe final sobre la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (Buckler & Creech, 2014), muestra significativos progresos en el reconocimiento de la importancia de estas temáticas por parte de los gobiernos, las empresas y las universidades, pero el grado de integración efectiva de la formación en las CDS es aún bajo (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Evolución de la integración de la Educación para la Sostenibilidad en los estudios universitarios (Buckler & Creech, 2014).



En este artículo se presentan los resultados de un estudio exploratorio realizado sobre la integración de estas competencias en titulaciones de grado relacionadas con la ingeniería informática y la ingeniería industrial en las universidades españolas. Este estudio se enmarca en un trabajo más amplio cuyo objetivo es contribuir a la mejora de la formación de los estudiantes de ingenierías en competencias de responsabilidad social, sostenibilidad y ética

profesional, y que incluye algunos estudios de caso y experiencias de aplicación en escuelas de Ingeniería de la UPM (Miñano et al., 2015; Miñano et al., 2016; Miñano et al. 2017).

Método

El estudio se ha realizado de forma exhaustiva en las universidades de la Comunidad de Madrid. Para completarlo, se han seleccionado otras universidades españolas, hasta completar un total de 25. Entre ellas están las universidades politécnicas y otras universidades de las que se tenían referencias de buenas prácticas en el ámbito de la sostenibilidad y la responsabilidad social.

Se han considerado como CDS de referencia las competencias recomendadas en diversos documentos oficiales (ver Tabla 1) y se han distinguido 4 aspectos fundamentales (en adelante *aspectos CDS*): éticos y de responsabilidad profesional, ambientales, sociales, y legales y normativos.

Para cada universidad, se ha revisado sus páginas web para seleccionar información relevante sobre la integración efectiva de las distintas dimensiones de las CDS en los grados de ingenierías industriales y de informática. Se ha analizado su presencia en distintos niveles: estratégico (misión, visión, valores, planes estratégicos, etc., de la universidad); en las competencias y objetivos del grado, y en las guías docentes de las asignaturas (competencias especificadas, inclusión concreta en el temario, así como aspectos metodológicos y de evaluación). Además, se ha analizado de forma específica si dicha integración se está haciendo de forma holística y sistemática a lo largo del plan de estudios.

Para el análisis de las asignaturas, éstas han sido agrupadas en diferentes categorías, según su especificidad:

- Asignaturas técnicas relacionadas con las dimensiones de la sostenibilidad, que incluyen cuatro categorías: *Ambiental* (asignaturas orientadas a aportar conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad), *Seguridad* (asignaturas relacionadas con aspectos de seguridad, como materia con un impacto social relevante dentro de ambas ingenierías, aunque con distintos matices en cada una de ellas), *Economía* (asignaturas del ámbito de la economía, la empresa y la organización industrial) y *Otras* (asignaturas técnicas que no están en las categorías anteriores pero que incluyen de forma transversal temas de sostenibilidad en sus programas).
- Asignaturas *Humanísticas*, relativas a distintos ámbitos de las humanidades o ciencias sociales. Aunque hay diversidad temática, suelen estar centradas en la ética profesional, las relaciones entre tecnología y sociedad, aspectos legales o historia.

- Asignaturas relacionadas con competencias de aplicación e integración de conocimientos en proyectos profesionales, en donde se han distinguido dos categorías: *Proyectos* (asignaturas específicas de gestión y desarrollo de proyectos de ingeniería) y el *Trabajo Fin de Grado* (en adelante *TFG*).

Para estudiar si la integración de las *CDS* en los planes de estudio se hace de forma sistemática, se han analizado los datos relativos al número de asignaturas que incluyen específicamente en temario las *CDS* y a la categoría a la que pertenecen dichas asignaturas.

Para estudiar si la integración de las *CDS* en los planes de estudio se hace de forma holística, se analizarán los datos relativos al número y tipo de aspectos *CDS* que se incluyen específicamente en el temario de las asignaturas del plan de estudios y en las de cada categoría.

La metodología utilizada para este estudio tiene algunas limitaciones. Los resultados cuantitativos sólo son representativos en lo relativo a las universidades de la Comunidad de Madrid, en donde el estudio ha sido exhaustivo en todas ellas. A nivel cualitativo, seguramente habrá experiencias interesantes en otras universidades españolas que no se han incluido en este estudio. Otra limitación asociada a la necesidad de acotar el alcance del estudio es el número de aspectos *CDS* estudiados.

Además, la fuente principal de información, las guías docentes de las asignaturas, aportan una información que no siempre se corresponde con el trabajo real para el desarrollo de competencias; por ejemplo, no es fácil que se recojan matices como el fomento de la reflexión o el razonamiento crítico, el enfoque holístico o sistémico de los temas, actividades específicas, etc.

No obstante, los resultados obtenidos aportan información relevante sobre los diferentes modos en que se están trabajando las *CDS* en los grados de ingeniería informática e industrial de las universidades españolas y puede ser útil para orientar futuras acciones, tanto en dichas titulaciones como en otras.

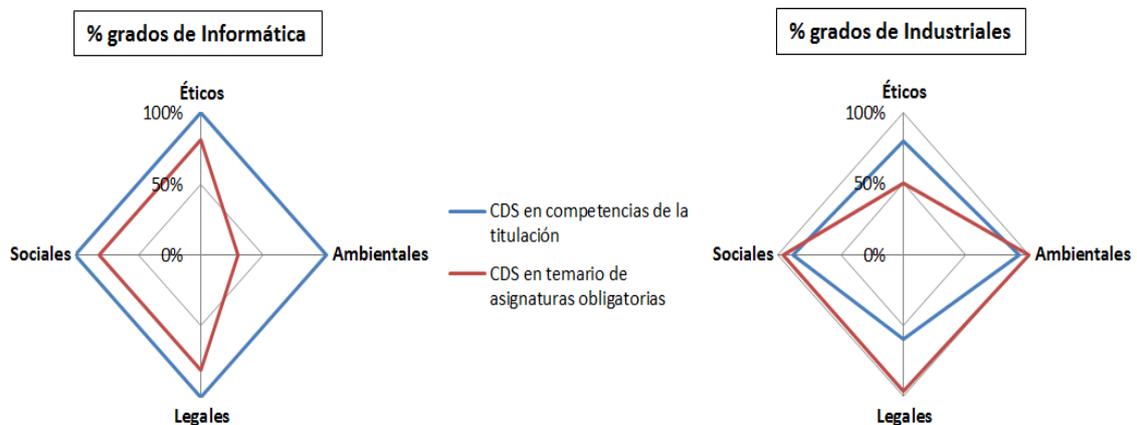
Resultados

Los resultados del análisis en el nivel estratégico de las universidades, muestran que la mayoría de ellas incluyen referencias a la responsabilidad social, la sostenibilidad o la ética profesional, pero no siempre considerándola explícitamente como parte de la docencia. Lo más frecuente son los aspectos sociales de la formación, orientada a contribuir al bienestar social y al progreso de la sociedad, junto con la responsabilidad profesional y aspectos éticos. Esto, no siempre se verá reflejado en los planes de estudio de los grados estudiados.

Al estudiar las competencias que incluyen las titulaciones en su definición, se encuentran las primeras diferencias relevantes entre los grados del ámbito de la ingeniería informática y los del ámbito de la ingeniería industrial (en adelante, Informática e Industriales respectivamente). En la Ilustración 2 se refleja como

todos los grados de Informática incluyen *CDS* en su definición, mientras que no todos los de Industriales lo hacen. Sin embargo, el porcentaje de titulaciones que incluyen *aspectos CDS* en los programas de sus asignaturas es mayor en Industriales que en Informática; además, se ha observado un déficit significativo en el trabajo de la dimensión ambiental en Informática y un escaso trabajo de los aspectos éticos en Industriales.

Ilustración 2. Comparación entre los *aspectos CDS* que aparecen incluidos en las competencias de los grados y los que aparecen en los programas de asignaturas obligatorias (porcentaje de titulaciones que los incluyen).

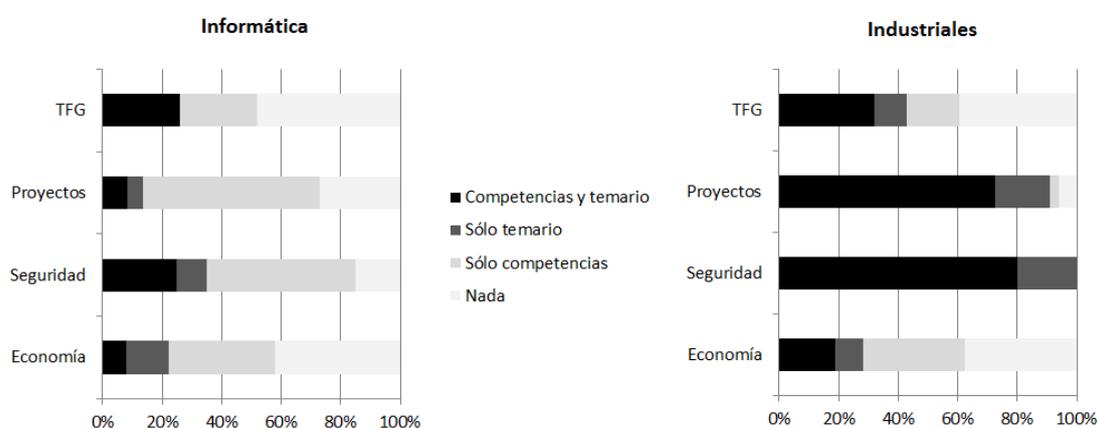


Esta situación refleja una de las debilidades identificadas en nuestro estudio: la incoherencia entre las competencias declaradas y su inclusión efectiva en el programa de las asignaturas. Es relevante el caso de las competencias de ética y responsabilidad profesional, que se incluyen en un alto porcentaje tanto a nivel estratégico, como de titulaciones y asignaturas, pero su presencia explícita en los temarios es bastante reducida. También se da el caso de competencias que no se mencionan, pero que luego sí aparecen en el desarrollo de las asignaturas.

Las asignaturas que son más coherentes entre las competencias especificadas y las que se incluyen explícitamente en sus programas, son las agrupadas en la categoría de *Humanidades* (en ambas áreas de la ingeniería) y se ha observado que son un contexto propicio para dar un enfoque holístico e integrado de los *aspectos CDS*, así como para fomentar la reflexión y el pensamiento crítico. Las asignaturas específicas de *Tecnologías Ambientales* (presentes en todas las titulaciones de Industriales) también incluyen tanto competencias como *aspectos CDS* en sus temarios, pero se centran fundamentalmente en los aspectos técnicos y no hay muchas en donde se aproveche para promover la reflexión y las interacciones de las cuestiones ambientales con el resto de las dimensiones de la sostenibilidad.

La Ilustración 3 muestra los resultados en el resto de las categorías, observándose diferentes situaciones según el tipo de titulación. Las asignaturas de *Proyectos* de los grados de Industriales suelen integrar distintos *aspectos CDS*, aunque reflejen algunas incoherencias, como el poco trabajo de los temas éticos aunque sí se mencionen como competencias a desarrollar, y la presencia en el temario de temas legales aunque no se especifiquen en las competencias. Sin embargo, es relevante la escasa integración de las *CDS* en las asignaturas de *Proyectos* en los grados de Informática.

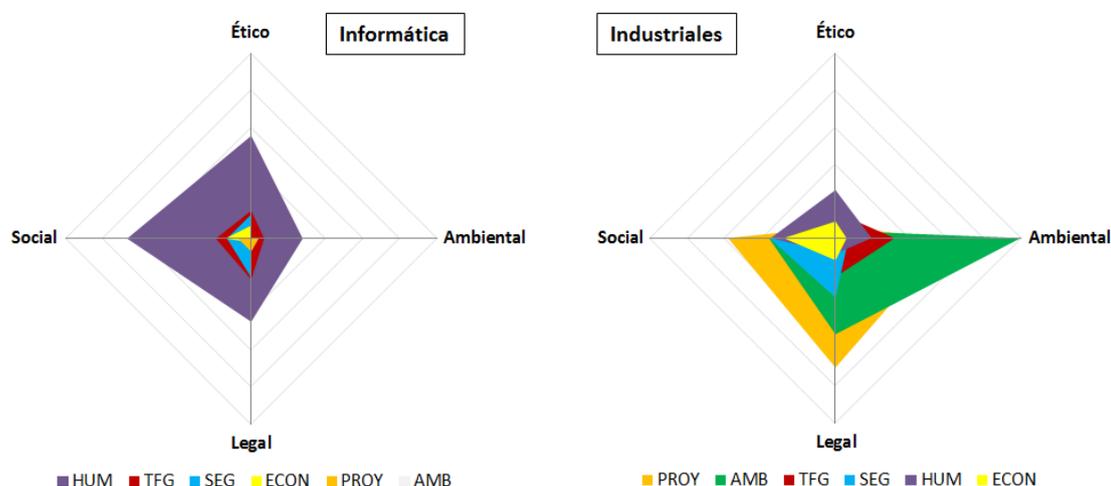
Ilustración 3. Porcentajes de asignaturas obligatorias (por categorías) que incluyen *CDS* entre sus competencias e incluyen *aspectos CDS* en sus temarios.



Todas las asignaturas de *Seguridad* en los grados de Industriales incluyen en temario aspectos *CDS*, mientras que en los grados de Informática, en torno al 70% de dichas asignaturas incluyen *CDS* entre sus competencias, pero no llega al 30% las que incluyen algún *aspecto CDS* en el programa; esto se da especialmente en los aspectos éticos, que suelen incluirse en las competencias pero no suelen reflejarse en el programa. Las categorías de *Economía* y el *TFG* son las que muestran una menor integración explícita de *aspectos CDS* en su desarrollo, aunque es algo mayor en Industriales que en Informática, quizás debido a que los informes de impacto ambiental y de seguridad laboral es algo más estandarizado en la actividad profesional del ámbito industrial.

Al estudiar si la integración de las *CDS* se hace de forma sistemática, se han observado modelos diferentes según la titulación. En Informática, el trabajo se suele concentrar en asignaturas de *Humanidades* (aspectos éticos, sociales y/o legales fundamentalmente), mientras que en Industriales el peso recae fundamentalmente en asignaturas específicas de *Tecnologías Ambientales* y las de *Proyectos* (abordando aspectos ambientales, sociales y legales, con muy poca presencia de los éticos). Esta situación se refleja en la Ilustración 4.

Ilustración 4. Contribución de cada categoría de asignaturas al trabajo de cada uno de los aspectos CDS. Porcentaje de asignaturas de cada categoría que incluyen cada aspecto CDS en temario.⁶



Teniendo en cuenta los resultados del estudio, y asumiendo la diversidad observada, una titulación de ingeniería Informática “media”, trabajaría *aspectos CDS* en 2 o 3 asignaturas, una de ellas sería de *Humanidades*, la segunda podría ser de *Seguridad, Economía u Otras*, y si lo hace en una tercera asignatura, ésta sería el *TFG* o de *Proyectos*. Solo los aspectos sociales, y quizás los éticos, se trabajarían de forma sistemática (en dos o más asignaturas). No obstante, se han identificado algunos casos en donde las *CDS* se trabajan de forma holística y sistemática, como son algunos grados de la UPC, UPM y de DEUSTO (García et al., 2014; Miñano, 2015).

El perfil de una titulación “media” de grado en ingeniería Industrial sería diferente, asumiendo que también hay una gran diversidad. Los *aspectos CDS* se trabajarían en 3 o 4 asignaturas, siendo lo más probable que dos de ellas sean asignaturas *Ambientales* y de *Proyectos*; las otras dos, podrían ser de *Economía* y el *TFG*, aunque también podrían darse distintas combinaciones con asignaturas de *Humanidades* o *Seguridad*. Los aspectos ambientales, sociales y legales se trabajarían de forma sistemática, en 2 o más asignaturas. Además, se han identificado bastantes casos (casi un 30%) en los que hay un buen nivel de trabajo holístico y sistemático de las *CDS* (trabajo de al menos 3 *aspectos CDS* en 3 o más asignaturas): UDIMA, UEM, UV, UPC, UPM, UPV-EHU, URJC.

⁶ En el caso de las categorías de *Humanidades* y las de *Seguridad* en Industriales, se ha ajustado por el porcentaje de titulaciones que tienen asignaturas de dichas categorías en el plan de estudios.

Discusión/Conclusiones

Consideramos como una oportunidad relevante el que las competencias RSSE ya estén incluidas en el BOE y en la mayoría de las titulaciones oficiales de grado. El estudio ha permitido identificar experiencias que pueden servir de referencia para introducir de forma integradas las temáticas relacionadas con el desarrollo sostenible, tanto a nivel de titulación como en asignaturas concretas. A partir de ellas, se han identificado oportunidades y retos para mejorar el desarrollo de las *CDS* en los estudios de ingeniería y se resumen en la Tabla 2.

En concreto, se ha observado que existe una “estructura” común en todos los grados en la que puede apoyarse el desarrollo de estas competencias y que puede permitir el que se haga de una forma sistemática, en varios momentos a lo largo de la carrera, y holística, cubriendo los distintos ámbitos. Los pilares de dicha “estructura” serían los siguientes:

- *Asignaturas de Economía, Empresa, Organización y/o Gestión* (permiten abordar *aspectos CDS* con temáticas como la RSC, la calidad integral, la economía del bien común, etc., y pueden ser un contexto propicio para promover la reflexión crítica sobre los modelos de desarrollo económico y su influencia para el desarrollo sostenible).
- *Asignaturas técnicas* pero relacionadas con aspectos ambientales o sociales. Todos los grados de Industriales tienen asignaturas relacionadas con tecnologías ambientales que son propicias para aportar conocimientos y competencias técnicas en este ámbito, pero también para ir más allá y dar una visión global de la sostenibilidad y promover la reflexión sobre la situación actual; se han encontrado algunas experiencias interesantes, pero en la mayoría de los casos estas asignaturas se ciñen a los aspectos técnicos. Por otra parte, todos los grados de Informática tienen asignaturas sobre *Seguridad* que pueden ser adecuadas para conocer y reflexionar sobre diversas problemáticas sociales muy relevantes relacionadas con las tecnologías de la información; de nuevo, se ha observado que la mayoría de ellas se centran exclusivamente en aspectos técnicos. El reto, con este tipo de asignaturas es que amplíen su foco y promuevan en alguna medida el conocimiento y la reflexión sobre las problemáticas ambientales y sociales relacionadas con el ámbito de la ingeniería en el que se estudian.

Tabla 2: Oportunidades y retos para la integración de las CDS en los planes de estudio de los grados de ingeniería Informática e Industrial.

Oportunidades	
Informática	Industriales
Inclusión de las <i>CDS</i> en BOE y en planes de estudio	
<i>Economía</i> Están en todas las titulaciones Temáticas apropiadas ya tratadas: RSC, calidad integral Mejoras propuestas: Más reflexión crítica Introducir conceptos de economía inclusiva, social, del bien común, circular,...	
<i>Humanidades</i> Están en alto porcentaje de titulaciones Consolidar Referencia para otras asignaturas	<i>Ambientales y Proyectos</i> Propicio para visión global de sostenibilidad Más reflexión Más enfoque holístico e integrador
<i>Seguridad</i> Consolidar inclusión <i>CDS</i> Más reflexión crítica	
Retos	
Informática	Industriales
<i>TFG</i> Entorno propicio para: enfoque holístico <i>CDS</i> integración <i>CDS</i> en la actividad profesional	
Inclusión de aspectos ambientales (<i>Otras, Economía, Humanidades</i>)	Inclusión de aspectos éticos (<i>Humanidades, Economía, ¿¿Otras??</i>)
<i>Proyectos</i> Integrar aspectos <i>CDS</i> Entorno propicio para enfoque holístico <i>CDS</i>	<i>Humanidades</i> Aumentar presencia Entorno propicio para enfoque holístico <i>CDS</i>
Formación y compromiso del profesorado Implicación institucional Evaluación interna y externa Trabajo de las <i>CDS</i> como herramienta transformadora de la educación universitaria	

- *Asignaturas de Humanidades o Ciencias Sociales*, que pueden estar centradas en la ética profesional, legislación, tecnología y sociedad, etc. En Informática están en los planes de estudio de un alto porcentaje de titulaciones (en torno al 80%), pero en Industriales no son tan frecuentes. Se ha observado que estas asignaturas permiten tratar temáticas relacionadas con el desarrollo sostenible con una mayor profundidad y promover la reflexión sobre las mismas, además de aportar una visión más integrada de las mismas. Hay muchas buenas experiencias de trabajo de *CDS* en este tipo de asignaturas. Un reto a medio plazo sería consolidar y aumentar la presencia de este tipo de asignaturas en los planes de estudio de los grados de ingeniería.
- *Asignaturas de proyectos y el Trabajo Fin de Grado*. Todos los grados incluyen alguna en sus planes de estudio, y son un contexto muy apropiado para aplicar los conocimientos y competencias adquiridos en otras asignaturas. Se ha observado que en Industriales, estas asignaturas incluyen *aspectos CDS*, principalmente en los informes de impacto ambiental y de seguridad, pero el reto sería ir más allá de los requerimientos legales. En Informática, el reto es que se incluyan estas temáticas, pues es muy raro que se trabajen de alguna forma, ni siquiera los aspectos legales, salvo algunas excepciones relevantes (López et al., 2014). Para un desarrollo coherente de las *CDS* se considera imprescindible que, al final de sus estudios, el alumnado muestre que sabe integrar los *aspectos CDS* en su trabajo profesional y que es consciente de la importancia de que se haga.

Tras este trabajo, está prevista la realización de entrevistas con expertos y grupos de discusión para contrastar los resultados del mismo, principalmente la identificación de oportunidades y retos, de forma que se pueda establecer una líneas de trabajo para mejorar la integración de las competencias de sostenibilidad en los estudios de ingeniería y, con ello, mejorar la formación de los futuros profesionales y su contribución a un desarrollo más sostenible.

Referencias bibliográficas

ABET (2015). Criteria for Accrediting Engineering Programs.

<http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/>

Buckler, C., & Creech, H. (2014). Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report. UNESCO.

CDIO (2011). The CDIO Syllabus 2.0. <http://www.cdio.org/framework-benefits/cdio-syllabus>

ENAAE-European Network for Accreditation of Engineering Education (2015). EUR-ACE Framework Standards and Guidelines. <http://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2015/04/EUR-ACE-Framework-Standards-and-Guidelines-Mar-2015.pdf>

Engineering Education for Sustainable Development (2004). Declaration of Barcelona. https://www.upc.edu/eesd-observatory/who/declaration-of-barcelona/BCN%20Declaration%20EESD_english.pdf

García, J.; Sánchez, F.; López, D.; Vidal, E.; Cabré, J.; García, H, & 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. En Actas de las XX JENUI (pp. 253-260). Universidad de Oviedo, julio 2014.

International Association of Universities (2002). Ubuntu Declaration on Education, Science and Technology for Sustainable Development. <http://www.icsu.org/publications/other-key-icsu-statements/ubuntu-declaration-on-education-science-and-technology-for-sustainable-development>

López, D., Sanchez, F., Vidal, E. & Pegueroles, J.M.A. (2014). A methodology to introduce sustainability into the final year project to foster sustainable engineering projects. In Proceedings of Frontiers in Education Conference (FIE). Ed. IEEE, (Madrid, Spain, 22-25 Oct. 2014), pp. 1-7.

Miñano, R.; Fernández Aller, C.; Anguera, A. & Portillo, E. (2015). Introducing ethical, social and environmental issues in ICT engineering degrees. Journal of Technology and Science Education, 5(4), 272-285.

Miñano, R., Moreno-Romero, A., Uruburu, A., Pérez-López, D. (2017) Strategies for teaching professional ethics to IT engineering degree students and evaluating the result. Science and Engineering Ethics 23(1), 263-286.

Miñano, R., Uruburu, A., Moreno-Romero, A., Lumbreras, J., Carrasco-Gallego, R., Borge, R. (2016). Designing a Comprehensive Methodology to Integrate Sustainability Issues in CDIO Projects. Proceedings of the 12th International CDIO Conference, pp 710-721. Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland, June 12-16, 2016.

Zandvoort, H., Børsen, T., Deneke, M. and Bird, S.J. (2013). Editors' Overview Perspectives on Teaching Social Responsibility to Students in Science and Engineering. Science and Engineering Ethics, vol. 19, pp. 1413-1438.

Necesidades formativas en sostenibilidad en el Profesorado Universitario: Diseño del cuestionario EDINSOST⁷

Pere Busquets, Jordi Segalàs, Fermín Sánchez

Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

Uno de los objetivos específicos del proyecto EDINSOST es hacer un diagnóstico del estado de la EDS en el profesorado universitario y elaborar una propuesta de capacitación profesional del mismo. Para ello se analizan diferentes titulaciones, que se clasifican en cuatro ámbitos: ingenierías, educación, ciencias ambientales y administración y dirección de empresas.

Para el diagnóstico de las necesidades formativas del profesorado se ha realizado un análisis documental y se ha diseñado un cuestionario que tiene en cuenta tres áreas del proceso de enseñanza aprendizaje: las competencias, las estrategias didácticas y la práctica docente. El diagnóstico se complementará con entrevistas y grupos de discusión con expertos.

El cuestionario utiliza una escala de valoración adaptada a cada una de sus áreas del proceso de enseñanza aprendizaje. Su validación se ha realizado mediante grupo de expertos y prueba piloto.

Con la ayuda de esta herramienta se podrán diagnosticar las necesidades formativas en sostenibilidad y las estrategias metodológicas y evaluativas del profesorado universitario, que son necesarias para incidir en el desarrollo de las competencias en sostenibilidad de los estudiantes.

Abstract

One of the specific objectives of the EDINSOST project is to make a diagnosis of the state of the Education for Sustainability in the university teaching staff and to elaborate a proposal of faculty professional training in Education for Sustainability. The Project analyzes four knowledge areas: engineering, education, environmental sciences and administration and business management.

For the diagnosis of the training needs of the teaching staff, a documentary analysis has been carried out and a questionnaire has been designed that takes into account three aspects of the teaching-learning process: the competences,

⁷ EDUCACION E INNOVACION SOCIAL PARA LA SOSTENIBILIDAD. FORMACION EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS DE PROFESIONALES COMO AGENTES DE CAMBIO PARA AFRONTAR LOS RETOS DE LA SOCIEDAD. Proyecto subvencionado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Reino de España. EDU2015-65574-R.

the teaching strategies and the teaching practice. Interviews and discussion groups will complement the diagnosis.

The questionnaire uses a rating scale adapted to each of aspect of the teaching-learning process. The questionnaire has been validated through expert group meetings and a pilot test.

With the help of this tool, it will be possible to diagnose the training needs in sustainability and the methodological and evaluative strategies of the university teaching staff, which are necessary to influence the development of students' sustainability competencies.

Palabras clave

Proyecto EDINSOST, educación para la sostenibilidad, formación en sostenibilidad.

Keywords

EDINSOST project, Education for sustainability, Sustainability training.

Introducción y antecedentes

Los problemas globales (sociales, económicos, ambientales) a los que la sociedad mundial debe enfrentarse se ponen en evidencia con más frecuencia y con mayor continuidad. En este mundo globalizado, que nos ha tocado vivir, cada vez se hace más necesario actuar bajo el prisma del Desarrollo Sostenible.

Universidad y Educación para el Desarrollo Sostenible

La UNESCO (1998), mencionaba que cada vez más, las universidades están llamadas a ejercer una función de liderazgo en el desarrollo de formas de educación interdisciplinarias y transdisciplinarias y éticamente orientadas, para idear soluciones para los problemas vinculados al desarrollo sostenible.

Las universidades no se constituyen solamente en centros de generación de conocimiento, sino que a través de la formación de los estudiantes, la investigación, la promoción de una conciencia crítica, ..., asumen un rol de responsabilidad sin precedentes en la historia de los estudios superiores, de difusión de conocimientos, valores, actitudes y comportamientos favorables a un desarrollo humano ambientalmente sostenible a aplicar por los nuevos titulados universitarios en el ejercicio de sus respectivas profesiones (Ull et al., 2010).

Han sido numerosas las reuniones, cumbres y conferencias internacionales que han puesto de realce la gran importancia de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en el ámbito educativo, evidenciado en un gran número de acuerdos y declaraciones.

En relación a la conceptualización de la EDS en la Universidad, se manifiesta la necesidad de enmarcar la educación en la universidad en el referente social en que la propia universidad está inmersa. En este sentido se han considerado unos puntos comunes a la sostenibilización curricular, estos son: ir más allá de la perspectiva ambiental y profundizar en la visión social de la sostenibilidad en la Universidad; el pensamiento crítico y el paradigma de la complejidad, el aprendizaje en valores por un cambio de actitudes, y destacar la importancia de los procedimientos de aprendizaje más que en los contenidos.

La sostenibilización curricular no implica solamente la inclusión de contenidos ambientales a los temarios de las asignaturas, también comporta cambios más globales en la concepción del proceso educativo, teniendo en cuenta algunos aspectos de los que Barrón et al. (2010), hicieron una adaptación de la propuesta metodológica de orientación hacia la sostenibilidad en los e estudios superiores de la red ACES (Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores).

La relevancia del tema condujo a la Comisión Sectorial de la CRUE en Sostenibilidad (CSCS) a elaborar las “Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Currículum” (CADEP-CRUE. 2012). Actualmente el Grupo de Trabajo de “Sostenibilización Curricular” (GTSC) de la CSCS, sigue apostando por fomentar la introducción de la sostenibilidad en los currículos de las diferentes titulaciones, que permite proporcionar al alumnado las competencias transversales en sostenibilidad.

Los trabajos realizados por este grupo han detectado un importante problema para la implementación de la sostenibilización curricular: son los propios docentes los que tienen problemas para entender este concepto y el cómo integrarlo en las distintas asignaturas, con independencia del área de conocimiento, ya que para esta integración se requiere una práctica interdisciplinaria e innovadora (Barrón et al., 2010).

Al tratarse la sostenibilización curricular de una cuestión interdisciplinar y transdisciplinar, hace necesario que se trate a través de diversos grupos de trabajo coordinados. Este es el camino adoptado por el proyecto EDINSOST que engloba diferentes equipos de investigación e instituciones dentro del Sistema Universitario Español.

En el proyecto EDINSOST se incluyen 15 titulaciones pertenecientes a los ámbitos de la educación, la ingeniería, Ciencias Ambientales y Administración y Dirección de Empresas. Las titulaciones a las que se aplicará el proyecto se imparten en 10 universidades españolas (Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Cádiz, Universidad Camilo José Cela, Universidad de Córdoba, Universitat de Girona, Universitat Internacional de Catalunya, Universitat Politècnica de Catalunya, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Salamanca y Universidad de Sevilla). En este proyecto trabajan 55 investigadores. Las 10 universidades trabajan la sostenibilidad en el marco de la CSCS y en colaboración con otras universidades enmarcadas dentro del GTSC.

El Proyecto EDINSOST

Bajo el título “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” (EDINSOST), se presentó al Programa Estatal de I+D+i un proyecto cuyo objetivo es avanzar en la innovación educativa en EDS en las universidades españolas para formar a los futuros titulados en competencias que les permitan catalizar el cambio hacia una sociedad más sostenible. El proyecto (www.edinsost.upc.edu) 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.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Objetivo 1: Definir el mapa de competencias en sostenibilidad (CS) de las titulaciones objeto del proyecto.
- Objetivo 2: Validar las estrategias didácticas para la adquisición de las CS.
- Objetivo 3: Diagnosticar el estado de la EDS en el profesorado y elaborar una propuesta de capacitación profesional del profesorado.
- Objetivo 4: Diagnosticar el estado del aprendizaje de la CS y elaborar una propuesta de capacitación.

Objetivo 3 del proyecto EDINSOST: Diagnosticar el estado de la EDS en el profesorado y elaborar una propuesta de capacitación profesional del profesorado.

En este objetivo se diagnostica el estado de la EDS en el profesorado universitario a partir de un cuestionario adaptado a las diferentes titulaciones objeto de estudio. Se diagnostican las necesidades de formación en sostenibilidad y estrategias metodológicas y evaluativas del profesorado universitario, necesarias para incidir en el desarrollo de las competencias en sostenibilidad de sus estudiantes.

El trabajo se realiza en distintas titulaciones con tres niveles de incidencia.

- En primer lugar, tres titulaciones de Grado y Master relacionadas con las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica): el Grado en Ciencias Ambientales, el Master en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad y el Master Interuniversitario en Educador/Educadora Ambiental.
- Atendiendo a su efecto multiplicador y de largo plazo, se trabaja 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: los grados en Pedagogía, Educación

Social, Maestro en Educación Infantil y Maestro en Educación Primaria, y el Máster en Formación de Profesorado de Secundaria.

- Finalmente, siete grados con gran incidencia sobre los retos de la sociedad a corto plazo: los Grados en Administración y Dirección de Empresas, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Diseño, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Informática, Ingeniería Química y Arquitectura.

Método

El diagnóstico del estado de la EDS en el profesorado universitario se realizará a través de un cuestionario diseñado específicamente para tal fin. Este cuestionario se estructura en tres bloques:

- Competencias (contenidos)
- Estrategias didácticas
- Buenas prácticas

El primer bloque, competencias, se basa en los mapas de la competencia de sostenibilidad generados en el trabajo realizado en el objetivo 1 del proyecto EDINSOST. Estos mapas parten de las cuatro competencias relacionadas con la sostenibilidad definidas por la CSCS, cada competencia se estudia desde la perspectiva de las tres dimensiones de la sostenibilidad más la dimensión holística, y para cada dimensión se definen una o más unidades de competencia (diferentes aspectos de la competencia que se consideran y que definen la misma de una forma más precisa) y niveles de dominio. A partir de estas unidades de competencia y niveles de dominio, se generan las preguntas de esta parte del cuestionario.

El segundo bloque, estrategias didácticas, se nutre del trabajo realizado en el objetivo 2 del proyecto EDINSOST. La finalidad de este objetivo es validar las estrategias didácticas para la adquisición de las CS, analizando la aplicación de las estrategias didácticas constructivistas y de enfoque comunitario (Aprendizaje Servicio, Aprendizaje orientado a Proyectos, Aprendizaje basado en Problemas, Simulación y Estudio de Casos) y validando la aplicación de dichas estrategias según las dimensiones de la CS. Las preguntas de esta parte del cuestionario son fruto del trabajo realizado por el Grupo de Expertos en la reunión celebrada en Valsaín (junio 2017).

El tercer bloque, buenas prácticas, es fruto de la colaboración con el grupo de trabajo de sostenibilidad de la CRUE, que facilitó y adecuó la parte correspondiente de su cuestionario de autoevaluación CS-CRUE.

La variedad de titulaciones dónde administrar el cuestionario plantea serias dificultades a la hora de hacer un único cuestionario, ya que se parte de distintos mapas de competencias. Este problema no se presenta en los bloques 2 y 3. Así pues se realizarán distintos cuestionarios para la parte de competencias, siendo común a todos la parte de estrategias didácticas y

buenas prácticas. El trabajo realizado en el objetivo 1 con los mapas de competencias, permite finalmente poder realizar únicamente 4 cuestionarios distintos según titulaciones en que participan los docentes: ingenierías, educación, Ciencias Ambientales y Administración y Dirección de Empresas.

Para la validación de estos cuestionarios se ha seguido la siguiente metodología:

- Bloque de competencias: Primero se ha trabajado una propuesta por el grupo de trabajo del objetivo 3 según literatura y trabajo realizado por el grupo de trabajo del objetivo 1. Validación de la propuesta mediante grupo de expertos (miembros de la CSCS) y una prueba piloto.
- Bloque de estrategias didácticas: Primero se ha trabajado una propuesta por el grupo de trabajo del objetivo 3 según literatura y trabajo realizado por el grupo de trabajo del objetivo 2. Validación de la propuesta mediante grupo de expertos (miembros de la CSCS) y una prueba piloto.
- Bloque de buenas prácticas: Se adapta el formato del bloque de buenas prácticas del cuestionario de autoevaluación de CS-CRUE ya validado.

Validación del cuestionario

Para la validación del cuestionario se distribuyó el mismo a un grupo de expertos, a los que se les pedía si consideraban que pertinente las preguntas del mismo (con respecto al mapa de sostenibilidad de educación o ingeniería, según el caso) y si consideraban que la pregunta estaba claramente redactada.

Esta validación se realizó para las partes de competencias y estrategias didácticas, ya que la parte de buenas prácticas ya estaba validada por CS-CRUE.

Los resultados obtenidos sobre el grado de pertinencia de la pregunta y por la claridad de la redacción se pueden observar en las Ilustraciones 1 y 2.

Resumen de resultados de las validaciones. Se puede observar que tanto en pertinencia como en claridad la gran mayoría de preguntas superan con creces la valoración muy alta. Si sumamos las valoraciones alta y muy alta los porcentajes son mucho mayores, mayoritariamente entre el 90y el 100%.

Se prestó especial atención a las preguntas cuya pertinencia y claridad eran menores, procediendo a las correcciones pertinentes de cara a su inclusión en el cuestionario final.

Ilustración 1. Resumen de resultados de las validaciones del Bloque 1
 .Competencias

<i>Pregunta</i>	<i>Pertinencia (%)</i>		<i>Claridad (%)</i>	
	<i>Alta / Muy Alta</i>	<i>Muy Alta</i>	<i>Alta /Muy Alta</i>	<i>Muy Alta</i>
1	100	83	92	50
2	97	75	92	58
3	92	67	83	58
4	83	50	100	42
5	75	42	83	42
6	100	92	100	75
7	100	92	92	58
8	100	83	100	67
9	100	83	92	58
10	92	67	100	75
11	92	67	100	67
12	92	67	67	42
13	100	75	92	50
14	92	75	100	75
15	100	75	92	75
16	100	67	92	67
17	83	59	100	67
18	100	67	100	83
19	100	67	83	50
20	100	75	100	67
21	92	67	92	75
22	92	75	83	58
23	100	58	67	33
24	100	69	83	58
25	100	67	92	42
26	100	67	100	82
27	92	67	100	82
28	92	83	100	67
29	92	83	100	75

30	100	83	100	67
31	92	75	100	58
32	92	83	92	67
33	92	83	92	58
34	100	83	92	58

Ilustración 1. Resumen de resultados de las validaciones del Bloque 2.
Estrategias Didácticas

<i>Pregunta</i>	<i>Pertinencia (%)</i>		<i>Claridad (%)</i>	
	<i>Alta / Muy Alta</i>	<i>Muy Alta</i>	<i>Alta /Muy Alta</i>	<i>Muy Alta</i>
1	100	44	89	78
2	100	67	100	78
3	100	56	100	78
4	89	78	89	78

Prueba piloto del cuestionario

La prueba piloto del cuestionario se realizó sobre una muestra de 40 profesores que imparten docencia en titulaciones de educación o ingeniería. A la vez que se les solicitaba que respondieran al cuestionario, se les ofrecía la posibilidad de comentar las posibles deficiencias que encontraban en el mismo y el tiempo que destinaron en completarlo.

Se analizaron por separado las respuestas de los profesores de educación y de los de ingeniería. El resultado obtenido no ofrecía diferencias significativas entre ellos. Para evitar reiteraciones, solamente exponemos los resultados obtenidos en educación, que se pueden observar en la Ilustraciones 3, 4 y 5.

Ilustración 3. Tabla resultados de la prueba piloto (educación). Bloque 1.
Competencias

El objetivo de las siguientes preguntas es obtener información sobre su formación en competencias relacionadas con la **sostenibilidad**.

Por favor, seleccione la respuesta más apropiada (en su caso particular) para cada una de las siguientes afirmaciones.

Use la siguiente escala: Estoy (1.- Totalmente en desacuerdo / 2.- En desacuerdo / 3.- De acuerdo / 4.- Totalmente de acuerdo)

		1	2	3	4
		porcentaje			
1	Conozco la interrelación entre los sistemas naturales, sociales y económicos.	0	8	59	33
2	Analizo y comprendo las relaciones entre los sistemas naturales y los sistemas sociales y económicos.	4	26	44	26
3	Preveo las repercusiones de los cambios en los sistemas naturales, sociales y económicos.	4	15	63	18
4	Conozco procedimientos y recursos para integrar la sostenibilidad en las asignaturas,	8	26	52	14
5	Analizo las oportunidades que se presentan en las asignaturas para planificar proyectos educativos para integrar la sostenibilidad,	15	30	37	18
6	Diseño proyectos educativos desde la perspectiva de la sostenibilidad.	8	42	37	13
7	Identifico los posibles impactos socioambientales derivados de mis actuaciones educativas.	6	16	50	28
8	Sé cómo desarrollar actuaciones educativas que minimicen impactos socioambientales negativos.	11	20	45	24
9	Diseño y desarrollo actuaciones educativas en las que tengo en cuenta los impactos socioambientales negativos e incorporo acciones correctoras.	11	33	45	11
10	Conozco programas educativos comunitarios que fomentan la participación y el compromiso en la mejora socioambiental.	15	37	37	11
11	Sé desenvolverme de manera satisfactoria en proyectos educativos comunitarios, fomentando la participación.	4	30	48	18
12	Diseño y llevo a cabo actividades socioeducativas en procesos comunitarios participativos que promueven la sostenibilidad, sintiéndome parte integrante de mi entorno.	12	31	45	12
13	Conozco los principios éticos de la sostenibilidad.	5	20	52	23
14	Comprendo e integro los principios éticos de la sostenibilidad en mis acciones profesionales y personales.	5	24	49	22
15	Diseño y/o gestiono proyectos educativos tomando en consideración la ética ecológica, para mejorar la calidad de vida y	5	34	56	5

	promover el bien común.				
16	Considero la promoción del desarrollo humano sostenible, como una finalidad fundamental de la formación ciudadana.	0	5	35	60
17	Analizo críticamente y valoro las consecuencias que mi actuación personal y profesional puede tener en el desarrollo integral de los educandos y en la promoción de un desarrollo humano sostenible.	4	4	56	36
18	Diseño y desarrollo propuestas de intervención educativa que integren valores de sostenibilidad y redunden en la justicia y el bien común.	8	30	37	25

Ilustración 4. Tabla resultados de la prueba piloto (educación). Bloque 2. Estrategias Didácticas

<i>Estrategias Didácticas</i>		<i>Aprendizaje Servicio</i>				<i>Aprendizaje Basado en Problemas</i>				<i>Aprendizaje Orientado a Proyectos</i>				<i>Simulación</i>				<i>Estudio de Casos</i>			
		<i>Servicio</i>				<i>Problema</i>				<i>Proyecto</i>				<i>Roles</i>				<i>Casos</i>			
<i>Tipo de reto</i>		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		<i>porcentaje</i>																			
19	<i>En la elección y definición del reto (servicio, problema, proyecto, etc.) participan todos los actores implicados (profesorado, estudiantado y/o comunidad)</i>	0	7	43	50	0	25	50	25	0	23	23	54	8	31	46	15	7	43	3	14
20	<i>En la toma de decisiones durante la planificación y ejecución del reto participan todos los actores implicados</i>	0	28	28	44	6	31	44	19	1	5	6	9	1	5	5	3	2	4	5	3
21	<i>En la evaluación del reto (aprendizaje, resultados) participan todos los actores implicados</i>	1	1	3	8	0	5	6	5	0	6	7	9	2	4	4	3	2	3	4	5
22	<i>En el reto, los actores implicados reflexionan sobre cómo la experiencia contribuye al desarrollo de las competencias en sostenibilidad</i>	0	4	4	6	1	3	7	3	0	6	9	5	1	4	5	3	1	3	6	4

<i>Utilizan estrategia didáctica</i>	<i>Porcentaje profesorado piloto</i>
<i>Aprendizaje Servicio</i>	<i>50</i>
<i>Aprendizaje Basado en Problemas</i>	<i>57</i>
<i>Aprendizaje Orientado a Proyectos</i>	<i>78</i>
<i>Simulación</i>	<i>46</i>
<i>Estudio de Casos</i>	<i>50</i>
<i>No utilizan ninguna de estas estrategias didácticas</i>	<i>2</i>
<i>Utilizan las cinco estrategias didácticas</i>	<i>32</i>

Ilustración 5. Tabla resultados de la prueba piloto (educación). Bloque 3. Buenas Prácticas

Finalmente, le pedimos que exprese en qué grado se ajusta su comportamiento PERSONAL a las siguientes afirmaciones relativas a “Buenas prácticas” sobre sostenibilidad.

Use la siguiente escala: *nada/nunca (1) a veces (2) normalmente (3) con mucha frecuencia (4)*

		1	2	3	4
		porcentaje			
23	<i>Consumo solo la energía que necesito, aprovechando luz y ventilación natural y buscando un rango temperatura eficiente, asegurando el apagado de todos los dispositivos al finalizar.</i>	4	11	32	53
24	<i>Priorizo el uso de plataformas virtuales para facilitar apuntes o solicitar trabajos.</i>	0	11	25	44
25	<i>Si he de usar o requerir el uso de papel, escojo reciclado o ecológico, además de utilizarlo a doble cara.</i>	10	18	36	36
26	<i>Reutilizo los materiales que uso en clase para evitar generar residuos y, aquellos que produzco, los destino a separación selectiva.</i>	4	7	32	57
27	<i>Planifico mis clases teóricas y prácticas teniendo en cuenta los posibles riesgos para la seguridad, salud y medio ambiente.</i>	14	25	32	29
28	<i>Planifico mis asignaturas reforzando la atención y respuesta educativa a estudiantes con necesidades específicas.</i>	4	14	40	42
29	<i>Tengo en cuenta la diversidad de mi alumnado (educativa, socioeconómica, cultural, de género...) en mi actividad docente.</i>	4	4	40	52
30	<i>Comunico a mi alumnado la importancia de las buenas prácticas en sostenibilidad que desarrollamos en la actividad docente.</i>	8	33	26	33

Resultados

Después del proceso de validación y de la prueba piloto, se determinó la necesidad de generar dos cuestionarios distintos: ingeniería y educación. También se puso en evidencia la necesidad de hacer una adaptación de los mismos para las titulaciones de Ciencias Ambientales y Administración y Dirección de Empresas.

Así pues finalmente se han generado cuatro cuestionarios:

- Cuestionario para profesores de Ingeniería
- Cuestionario para profesores de Educación
- Cuestionario para profesores de Ciencias Ambientales

- Cuestionario para profesores de Administración y Dirección de Empresas

En la Ilustración 6 podemos ver las preguntas tipo para los tres bloques que se administrará a los profesores de los Grados de Ingeniería

Ilustración 6. Preguntas tipo Cuestionario para los Grados en Ingeniería

Bloque 1. Competencias

10. Respecto al impacto ambiental del ejercicio de la ingeniería:

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Bastante de acuerdo	Totalmente de acuerdo	NS/NC
Conozco métricas para medir el impacto ambiental de un proyecto y tecnologías para su reducción.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se medir el impacto ambiental de un proyecto tecnológico usando las métricas apropiadas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soy capaz de tener en cuenta los efectos ambientales en los proyectos y soluciones tecnológicas en los que participo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bloque 2. Estrategias Didácticas

15. En la elección y definición del reto (servicio, problema, proyecto, roles, casos) participan todos los actores implicados (profesorado, estudiantado y/o comunidad).

Marca solo un óvalo por fila.

	Nunca	A menudo	Normalmente	Siempre	NS/NC
Aprendizaje Servicio	<input type="radio"/>				
Aprendizaje Basado en Problemas	<input type="radio"/>				
Aprendizaje Orientado a Proyectos	<input type="radio"/>				
Simulación	<input type="radio"/>				
Estudio de casos	<input type="radio"/>				

Bloque 3. Buenas Prácticas

19. **Consumo solo la energía que necesito, aprovechando luz y ventilación natural y buscando un rango temperatura eficiente, asegurando el apagado de todos los dispositivos al finalizar.**

Marca solo un óvalo por fila.

	Nunca	A menudo	Normalmente	Siempre	NS/NC
Respuesta	<input type="radio"/>				

Conclusiones

Los cuatro cuestionarios generados serán administrados antes de finalizar el año en las Universidades que participan en el proyecto EDINSOST, para posteriormente proceder a analizar los resultados y complementarlos con grupos de expertos.

Es especialmente interesante observar que estos cuestionarios pueden ser utilizados por muchas de las Universidades del sistema universitario, aunque impartan titulaciones distintas de las que contempla el proyecto EDINSOST, ya que con pequeñas variaciones, siguiendo la metodología establecida, se pueden generar cuestionarios aptos para otras titulaciones.

Esta herramienta (cuestionario) es la que nos permitirá avanzar en uno de los objetivos principales del proyecto EDINSOST, que es el diagnóstico de las necesidades formativas en sostenibilidad y las estrategias metodológicas y evaluativas del profesorado universitario.

Referencias bibliográficas

Barron, A., Ferrer-Balas, D y Navarrete, A. (2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas ¿Ha llegado la hora de actuar? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7, pp. 388-399.

CADEP-CRUE. (2012). Directrices para la introducción de la Sostenibilidad en el Curriculum. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. 2012. Recuperado de http://www.crue.org/Documetos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf. Consultado noviembre 2017.

Segalas, J. (2009). Enginneereing Educations for a Sustainable Future. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Tesis Doctoral.

Ull, M.A.; Martínez, M.P.; Piñero,A.; Aznar, P. (2010). Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: compromisos institucionales y propuestas curriculares. Eureka (7): La sostenibilidad en la universidad, pp.413-432.

UNESCO. (2005). United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014): Draft International Implementation Scheme. Paris.

Recuperado de:

http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/e13265d9b948898339314b001d91fd01draftFinal+IIS.pdf. Consultado, Noviembre 2017.

RESPONSABILIDAD SOCIAL Y EDUCACIÓN EN Y PARA LA SOSTENIBILIDAD. UNA EXPERIENCIA INTERGENERACIONAL DE APRENDIZAJE ACTIVO

Barrón Ruíz, Ángela. Caballero Franco, David. Muñoz Rodríguez, José Manuel.

Facultad de Educación. Universidad de Salamanca

Resumen

La Comunicación que presentamos está enmarcada en una experiencia, ya consolidada, de innovación educativa: HECOUSAL –Huertos Escolares Comunitarios de la Universidad de Salamanca– (Barrón y Muñoz, 2015). Una Red de Huertos puesta en marcha por el equipo de Educación Ambiental de la Universidad de Salamanca, en colaboración con la Oficina Verde de la USAL y las fundaciones Tormes-EB y ASPRODES, para fomentar la cultura de la sostenibilidad tanto entre alumnos universitarios como entre las comunidades educativas de los centros escolares participantes (<http://qr209.usal.es/huertosescolares/>).

La experiencia que mostramos a continuación está basada en la idea de integrar en la Red de Huertos Escolares, el Programa Interuniversitario de la Experiencia, formado por personas mayores de 55 años, alumnos de la Universidad de Salamanca; un programa que fomenta el desarrollo científico, cultural y social a través del crecimiento personal con la idea de aprendizaje a lo largo de la vida. El objetivo de esta experiencia es el de mostrar que, desde el desarrollo compartido, la asociación humana y el reconocimiento de intereses comunes, la intervención educativa intergeneracional optimiza la acción educativa, más aún cuando se tiene como elemento transversal de la misma un huerto escolar comunitario. Para ello adoptamos desarrollos metodológicos próximos al *learning by doing*, tratando de que los participantes aprendan a través de la experiencia práctica reflexiva y cooperativa mediante procesos de investigación-acción participativa y de aprendizaje servicio.

La finalidad de la Red es conseguir, a partir de los huertos escolares ecológicos e integrando a la Comunidad, en este caso al Programa Interuniversitario de la Experiencia, construir espacios socioeducativos transversales de gran valor educativo y social, en favor de una cultura comprometida con la sostenibilidad. Esto permite a su vez romper las barreras de la universidad y de los centros escolares e integrar a la comunidad en el proceso educativo, como elemento nuclear para la configuración de espacios socioeducativos en y para la sostenibilidad. Este es el principal argumento que sostiene y justifica la potencialidad educativa de esta propuesta.

Palabras Clave. Huertos Escolares Ecológicos, Aprendizaje Intergeneracional, Pedagogía Comunitaria, Formación Universitaria en Sostenibilidad, Educación Ambiental. Responsabilidad Social.

EDUCATION *IN AND FOR* THE SUSTAINABILITY AND SOCIAL RESPONSIBILITY. AN INTERGENERATIONAL EXPERIENCE OF ACTIVE LEARNING

Abstract

The Report that present is framed in an experience, already consolidated, of educational innovation: HECOUSAL - Community School orchards of the University of Salamanca- (Barrón y Muñoz, 2015). A Network of Orchards set up by the team of Environmental Education of the University of Salamanca, in collaboration with the Green Office of the USAL and the TORMES-EB foundations and ASPRODES, to encourage the culture of the sustainability so much between university students as between the educational communities of the school centres participants (<http://gr209.usal.es/huertosescolares/>).

The experience that are to continuation is based in the idea to integrate in the Network of School Orchards the Interuniversity Program of the Experience, formed by greater people of 55 years, students of the University of Salamanca, where incentive the scientific development, cultural and social through the personal growth with the idea of lifelong learning. The objective of this experiment is to show that since the shared development, human association and recognition of common interests, intergenerational education, educational activity, especially when you have as a crosscutting element thereof a community school garden is optimized. For that, we adopt methodological developments close to *learning by doing*, trying to get participants to learn through reflective and cooperative practice through participatory action-research and service learning processes.

The purpose of the Network is to achieve, from the school orchards and integrating to the Community, in this case to the Interuniversity Program of the Experience, build spaces socials and educational transversal of big educational and social value, in favor of a committed culture with the sustainability. This allows to his time break the barriers of the schools and university and integrate to the community in the process educational school, as the main element for the configuration of spaces socials and educational and for the sustainability. This is the main argument that sustains and justifies the educational potentiality.

Keywords. Ecological School Gardens, Intergenerational Learning, Community Pedagogy, University Training in Sustainability, Environmental Education. Social responsibility.

1. Introducción

La sociedad en la que vivimos debe afrontar una serie de riesgos y problemas ecológicos, tales como riesgos nucleares, sobreexplotación de recursos naturales, contaminación de elementos vitales, incremento de desigualdades sociales, entre otros, que obligan a plantear, como criterio general, la búsqueda de la sostenibilidad en todo proceso social, cultural o educativo que pongamos en marcha, buscando promover culturas y sociedades sostenibles. Siendo así, la Pedagogía, desde una concepción crítica y científica, y la educación ambiental, desde posicionamiento más prácticos y deliberativos, plantean y desarrollan pensamientos y procesos formativos que justifican y enmarcan la sostenibilidad demandada. Una justificación basada en una interdependencia vital, en base al vínculo establecido, entre el ser humano y el entorno inmediato. De este modo, el desarrollo humano integral y sostenible ha pasado a formar parte de los asuntos llamados pedagógicos, y el desarrollo de procesos y actitudes responsables, en práctica habitual dentro del mundo de la educación.

El Programa Interuniversitario de la Experiencia desarrollado en la Universidad de Salamanca responde, tal y como está configurado y diseñado, a los planteamientos de educación a lo largo de toda la vida, propiciando el aprendizaje y el crecimiento personal, facilitando el acercamiento a la cultura y a la ciencia como fórmula para tener un mejor conocimiento de la realidad social actual, e intenta ser un vehículo de expresión de la experiencia acumulada a lo largo de toda la vida. Sin embargo, no hay que dejar a un lado, que uno de los rasgos más característicos de la sociedad actual es la rapidez en la que se producen los cambios, tanto a nivel tecnológico y científico, como en el ámbito de las comunicaciones. Es por ello que, en el mundo de la educación, los programas para mayores deben ofrecer enseñanzas para un mundo caracterizado por un cambio permanente, y dar respuestas a las necesidades de los adultos, ofreciendo una educación que prepare para la anticipación y la innovación, dentro de los esquemas sostenibles de cultura y sociedad.

La experiencia que presentamos parte de una idea bien sencilla: estamos en la sociedad llamada del conocimiento, de la información, infocomunicacional, donde las variables espacio-temporales quedan de alguna forma alteradas, modificadas, obligando, en muchos casos, a reformular los procesos sociales.

Una sociedad en la que las herramientas web 2.0 y sus distintos aplicativos que se instalan en los netbooks, en las tablet, o en los ordenadores portátiles, forman parte de la cotidianeidad, obligando a los diferentes colectivos, incluidos las personas mayores, a re-entenderse con la sociedad.

Y es en estos escenarios globales y tecnológicos en donde adquieren sentido otro tipo de recursos en los que se mezclan elementos tradicionales, locales,

rústicos, comunitarios, racionales, donde las personas mayores se encuentran más cómodas; con otros más vanguardistas, coloridos, afectivos.

Uno de ellos son los huertos escolares, no como recurso contrapuesto a la pizarra digital o al aula multimedia sino, muy al contrario, como elemento complementario que dicha aula tecnológica demanda. La expansión de los huertos escolares y su inclusión en los currícula de los alumnos permite una adecuada convergencia entre la formación mediada tecnológicamente y aquellas que requieren “bajar de la nube” y “pisar tierra”. Esto hace enriquecer y multiplicar la diversidad de recursos y de escenarios en los que implementar los procesos de enseñanza y aprendizaje y los procesos convivenciales, también intergeneracionales.

Presentamos una Experiencia que ha sido conformada siguiendo las *Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum* (CADEP-CRUE, 2012), así como el principio de responsabilidad social por el que entendemos que tanto la Universidad como los centros escolares deben asumir la responsabilidad de contribuir al desarrollo integral y sostenible de la humanidad, comprometiéndose con el deber de capacitar al alumnado en las *competencias en sostenibilidad* necesarias para avanzar en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se ha planteado la humanidad en la Agenda 2030 de ODS (UNESCO, 2017). La experiencia ha sido llevada a cabo por los alumnos de la Universidad de la Experiencia y alumnos que cursan el Grado de Educación Social de la Universidad de Salamanca, junto a los escolares y profesores de diferentes colegios de la ciudad de Salamanca (Barrón, Caballero y Muñoz, 2016).

Los principios directrices que guían este proyecto, expresados de manera sintética son:

- Mayor apertura de la institución universitaria a la sociedad, a través de una metodología de aprendizaje promotora de servicio a la comunidad, a la vez que una metodología de servicio a la comunidad promotora de aprendizaje. Este principio nos obliga a repensar las metodologías docentes desde un modelo de interdependencia con el tejido social.
- La promoción de una cultura de colaboración en la comunidad educativa universitaria, tanto de puertas hacia dentro como de puertas hacia fuera, haciendo un esfuerzo por integrar metodologías de trabajo interdisciplinar, al menos en la docencia práctica.
- La promoción de una formación integral del alumnado, tanto universitario como escolar, trabajando importantes competencias transversales de desarrollo personal como son: las competencias para el trabajo autónomo y la iniciativa personal, para el acceso y gestión de información y comunicación digital, para el trabajo en equipo, para la comunicación tanto oral como escrita, competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, competencia

social y ciudadana, así como una formación ética en valores como la tolerancia, la solidaridad, la no discriminación, valores democráticos y de preservación del medio natural y desarrollo sostenible.

- La incorporación de metodologías de aprendizaje activo centradas en el desarrollo de proyectos funcionales y relevantes, tanto para la formación integral de los alumnos como para una mayor contribución a la sociedad. Estas metodologías tienen que ver con el aprendizaje a través de la experiencia, el pensamiento crítico y la creatividad, así como el aprendizaje basado en proyectos de aprendizaje-servicio.

A partir de aquí explicamos cuales son los objetivos, metodología, resultados y las conclusiones que extraemos de la experiencia planteada.

2. Objetivos de la Experiencia

Con esta iniciativa, llevada a cabo desde la Universidad de Salamanca, de aprendizaje intergeneracional, entre alumnos universitarios mayores y jóvenes con escolares de infantil y primaria, pretendíamos conseguir los siguientes objetivos: i) Promocionar el intercambio de relaciones entre los alumnos mayores y otros grupos de edad, conformando el entorno universitario en un marco de interrelación social e intergeneracional. ii) Fomentar relaciones intergeneracionales a través de la educación ambiental y la horticultura en los centros escolares, desde un punto de vista comunitario. iii) Estudiar las diferentes formas en las que el recurso del huerto escolar puede facilitar la colaboración entre escuela y universidad. iv) Desarrollar estrategias para fomentar la educación ambiental y la formación en sostenibilidad de los alumnos participantes, mediante el trabajo colaborativo e intergeneracional, a través del huerto ecológico escolar. v) Apreciar la cultura sostenible tradicional, agrícola y gastronómica, de la comunidad y sus mayores. vi) Favorecer el desarrollo de competencias sociales y habilidades para la vida, a través de la participación en temas de salud, nutrición y educación medio ambiental, vii) Fomentar la conciencia crítica ante las consecuencias sociales, económicas y ambientales de la agricultura industrial frente a la agricultura ecológica; viii) Reforzar la formación de Comunidades de Aprendizaje, contando con la implicación familiar y comunitaria.

3. Metodología

La metodología de trabajo ha consistido en una aplicación de la investigación-acción participativa (IAP) en la que los actores implicados se han convertido en protagonistas de la detección de necesidades y problemas para llevar a cabo sus intervenciones educativas con los alumnos de los diferentes grupos de educación infantil y primaria, en torno al centro de interés del huerto escolar ecológico.

Desde un enfoque sociocrítico, la IAP asume que el conocimiento debe transformar la realidad, vinculando la investigación con la acción social, mediante una metodología dialógica transformadora. A través del análisis participativo, los actores implicados se convierten en protagonistas de la detección de necesidades y problemas, así como de la elaboración de propuestas y soluciones. Con ello se pone en marcha un proceso de IAP, basado en el diálogo, la participación y la negociación como vías para que los participantes reflexionen y den solución a las diferentes necesidades y problemas que el proyecto va planteando. Dichas propuestas de acción son más funcionales y ajustadas a la realidad en la medida en que han sido consensuadas y compartidas por los agentes implicados en el proceso de investigación-acción.

Una vez consensuado y planificado el desarrollo de las tres sesiones de clase con cada grupo escolar, los grupos intergeneracionales de alumnos universitarios han ido elaborando soluciones a cada una de las necesidades o problemas que se han ido presentado, en base al diálogo y la negociación, con el fin de hacer sus propuestas más funcionales y ajustadas a la realidad.

Antes de comenzar las sesiones en los Centros, mantuvieron una reunión con los tutores y tutoras de cara grupo para conocer previamente a los escolares y también saber que parte del temario convenía trabajar. Estas sesiones han sido muy importantes porque han obligado a reestructurar algunas actividades y repensar otras para que todo saliera de la mejor manera y de este modo las niñas y niños aprendieran y disfrutaran de las actividades preparadas.

Tras preparar y llevar a cabo las tres sesiones con los escolares sobre temáticas variadas (semillas, plantas, injertos, agua, reciclaje, contaminación, cambio climático, residuos, compost ...), los alumnos universitarios, jóvenes y mayores, han rellenado un cuestionario de reflexión y evaluación de la experiencia vivida y han participado en un seminario de puesta en común para realizar una valoración compartida de las diferencias cuestiones analizadas (aspectos positivos y negativos de la experiencia, dificultades encontradas, forma de superación, sentimientos despertados, valor formativo de la práctica, resultados conseguidos, valoración global).

El análisis de las respuestas se ha basado en técnicas descriptivas de tendencia central y dispersión, lo que nos ha proporcionado una descripción global de los resultados conseguidos.

El seminario se ha llevado a cabo para obtener información más allá de los cuestionarios y profundizar en los aspectos de interés. Fue llevado a cabo en un ambiente agradable y confortable donde los participantes expusieron sus ideas y opiniones con libertad. La sesión fue grabada con videocámara para su posterior valoración detenidamente por el equipo evaluador.

Se respondieron preguntas de tipo *vivencial* (aspectos positivos de la experiencia, sentimientos que ha despertado, dificultades encontradas, etc.); de *intervención práctica* (cómo se han desarrollado las sesiones, qué aspectos

positivos destacan y cuáles han sido las dificultades en el trabajo, qué estrategias y mecanismos han utilizado en los colegios para el trabajo con los alumnos), de *experiencia intergeneracional* (qué piensan los alumnos de Educación Social de los alumnos de la Universidad de la Experiencia y viceversa, y sobre trabajar todos juntos con los niños y niñas de los colegios). Y por último reflexiones y valoraciones personales.

4. Resultados

La valoración de la experiencia en el aula y el valor educativo de la misma está basada en los datos obtenidos en los cuestionarios y en el seminario de puesta en común.

En el grupo de alumnos del Grado en Educación Social, la valoración global que hacen de la experiencia es muy positiva. Destacan la colaboración y coordinación con los mayores, comentan que la experiencia ha sido muy enriquecedora y participativa ya que no sólo valoran momentos puntuales de trabajo sino espacios personales que han surgido a partir del trabajo intergeneracional. *Ha sido una vivencia única y que de otra forma no hubiera podido ser*, comenta uno de los chicos de Educación Social. Destacan el aporte que han mostrado los niños, el interés y la motivación por las actividades que preparaban, se han sentido muy acogidos y acompañados en todo momento.

A la hora de trabajar, los grupos intergeneracionales, primero han establecido unas necesidades que había que cubrir, posteriormente han determinado unas actividades para paliar esas necesidades. Acciones planteadas de forma colaborativa entre los diferentes miembros en las que cada uno ha aportado sus ideas y conocimientos, teniendo en cuenta a todas las personas del grupo, al igual que sus posibilidades y limitaciones.

Otra alumna de Grado expresan: *nos parece muy adecuado este tipo de prácticas pues para nosotras como futuras Educadoras Sociales, no solo aprendemos contenido teórico sino también práctico y eso siempre se agradece mucho pues el aprendizaje siempre es mayor por medio de la práctica.*

Valoran de forma muy positiva la experiencia con los alumnos del Colegio y con los alumnos de la Universidad de la Experiencia. Un tema que ha salido en casi todo el grupo de Educación Social es que no sabían demasiado del tema de los huertos escolares y que han ido formándose según los contenidos de la asignatura y según la bibliografía recomendada. En este aspecto han encontrado mucha ayuda y apoyo en los mayores, se han sentido acompañados, acogidos y han aprendido mucho de ellos. En el tema de la agricultura estaban algo perdidos, pero gracias a que los alumnos de la Universidad de la Experiencia dominaban el tema, ellos se han dejado enseñar y han aprendido rápidamente.

Por otro lado, tenemos la valoración de los alumnos de la Universidad de la Experiencia, y una de las frases más repetidas es: *somos capaces*, dicen que cuando llegan a una edad, sobre todo los más mayores del grupo, a partir de 66-70 años, la sociedad no les tiene en cuenta o creen que ya no están preparados para aportar nada a la misma. Gracias a esta experiencia intergeneracional se han dado cuenta de que han ayudado y han servido al grupo con el que han trabajado y se han sentido útiles. En general, todos valoran de forma muy positiva la experiencia. Buena coordinación y comunicación entre los miembros del grupo y la relación entre las 3 generaciones, mayores, jóvenes, y niños, ha sido muy bonita, productiva y positiva. Una de las mayores dice que le ha llenado de alegría, es una experiencia para repetir y para juntar más a las tres generaciones en trabajos comunes. Les encanta estar con gente joven y les agradecen todo el cuidado y respeto que han mostrado.

Según expresa una de las alumnas de este grupo: *Desde una manera sencilla, hemos preparado el tema ajustándolo a los niños y su razonamiento. Procurando no cansarlos para que mantuviesen la atención. Se iban planteando actividades y cuestiones para suscitar su interés, lo que creó un clima muy participativo en el aula.* Otra valora la experiencia en estos términos: *Para mí ha sido una experiencia maravillosa, hemos trabajado en el aula llevando la actividad y con el apoyo de la tutora, hemos estado muy a gusto y cómodas en el Colegio.* Uno de los compañeros manifiesta: *Hemos trabajado en equipo y las jóvenes alumnas preocupadas de poder enseñar a los niños cosas nuevas para preparar su huerto ecológico. Me he sentido muy a gusto con la alegría de los niños y la voluntad de aprender cosas nuevas, valoro que las estudiantes del Grado de Educación Social estuvieran pensando en mí y mi compañera de la Experiencia en todo momento para que estuviéramos cómodos.*

En el grupo de discusión destaca la opinión de una alumna de la Universidad de la Experiencia: *La sociedad nos llama los invisibles y esta vez no nos hemos sentido como invisibles. Nos hemos contagiado de los jóvenes y hemos aprendido junto a ellos, todos aprendemos de todos.*

Ambos colectivos, jóvenes y mayores destacan el valor educativo para los niños, el aprendizaje que han realizado desde su práctica, el proceso de poner en práctica los conocimientos teóricos que les dan los profesores en clase, la oportunidad de ver a los mayores y a los jóvenes trabajando juntos por un proyecto común.

5. Reflexiones finales

Los resultados obtenidos evidencian que los mayores y los jóvenes han quedado altamente satisfechos. Ambos grupos de alumnos destacan la implicación y el enriquecimiento personal y profesional que les ha proporcionado la experiencia. Al comienzo de esta iniciativa ambos grupos de

alumnos comenzaban con dudas y temores sobre todo por el salto generacional que existía. Todos ellos compañeros de la Facultad de Educación, compartiendo espacios, aunque sin apenas relación y de hecho esto hubiera seguido así de no ser por esta experiencia que les ha unido. No solo a ellos, sino también la Universidad ha traspasado sus muros para adentrarse en los Colegios con sus profesores y alumnos.

Cuando comienza a fraguarse esta idea y sus protagonistas comienzan a ser conscientes de su papel en el proyecto, es cuando comienzan las primeras dudas y temores sobre si ejercerán un buen papel cada uno desde su posición. Todos expresaban dudas acerca de cómo saldría el experimento, pero todos tenían ilusión, ganas de trabajar y de que saliera bien. Y así comenzó el trabajo, se constituyeron los grupos y autorregularon el trabajo, a su manera.

En las primeras sesiones las ideas preconcebidas y los prejuicios dieron paso a la creatividad, al trabajo conjunto y al buen hacer de aquellos que más tarde irían a los Colegios a realizar las actividades. Comenzaron a programar, a desarrollar sesiones para que los niños disfrutaran de los temas que habían adaptado para ellos en torno al medio ambiente y los huertos ecológicos. No ha sido todo un camino de rosas, pues cada uno tenía su opinión y reflexión sobre el trabajo a realizar, pero al sumar esfuerzos y ver la complementariedad de los diferentes miembros del grupo surgieron grandes iniciativas.

Al comenzar las actividades en las aulas vieron que no iba a ser tarea fácil, “los niños, al fin y al cabo”, como dice una alumna de la Universidad de la Experiencia, “son niños”. Con un reto por delante, con muchas ganas de empezar y de trabajar se fueron conociendo, jóvenes, niños y mayores y fueron adaptándose unos a otros y todos juntos en el aula. Desde el más pequeño con 4 años hasta el más mayor con 78 trabajaron unidos para aprender *en, sobre y a favor* del huerto que tenían en el patio del Colegio.

Cada participante ha enseñado y ha aprendido, porque, y en boca de los jóvenes y mayores ellos también han aprendido mucho de los niños, se han descubierto y redescubierto como educadores sociales, como personas visibles y capaces de trabajar en proyectos comunes por el bienestar de todos.

Los receptores de este trabajo, es decir, los niños y niñas de los Colegios han quedado encantados, con ganas de volver a ver a estos alumnos universitarios, de edades tan dispares, por sus patios y por sus huertos. Los jóvenes constatan que han aprendido muchísimo de la experiencia, la sabiduría, la paciencia y el saber hacer de los mayores y estos agradecen a los más jóvenes toda la vitalidad, el empuje y el trabajo realizado. Ha sido una combinación muy positiva y sobre todo ha sido un trabajo bien hecho, ya que cada uno desde su rol ha sabido poner el granito de arena que necesitaban para sacar adelante sus proyectos de enseñanza- aprendizaje.

Ha sido, por tanto, una experiencia para compartir, para repetir y para difundir. Este tipo de proyectos dan sentido a la educación comunitaria para el

desarrollo sostenible. La universidad debe ser, no solo partícipe, sino promotora de este tipo de iniciativas de desarrollo comunitario ante el reto de la sostenibilidad.

6. Referencias

Barrón, A., Caballero, D., y Muñoz Rodríguez J.M. (2016) *Sembrando educación ambiental una experiencia intergeneracional*. Salamanca: Ed. Kadmos

Barrón Ruiz, A., y Muñoz Rodríguez, J.M. (2015) Los huertos escolares comunitarios: fraguando espacios socioeducativos en ya para la sostenibilidad. *Foro de Educación*, 13 (9), 213-239. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.010>

CADEP-CRUE (2012). *Directrices para la introducción de la sostenibilidad en el curriculum*. Actualización de la declaración institucional aprobada en 2005. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de http://www.crue.org/Documentos%20compartidos/Declaraciones/Directrices_Sostenibilidad_Crue2012.pdf

UNESCO (2017) *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. París: UNESCO. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002524/252423s.pdf>.

UN INDICADOR DE CALIDAD PARA LOS JUEGOS ON LINE SOBRE EL AGUA⁸

Galván Pérez, Laura; Ouariachi Peralta, Tania; Gutiérrez Pérez, José.

Resumen

Los videojuegos o juegos on line se han convertido en herramientas educativas, comunicativas y de socialización entre los más jóvenes, favoreciendo la adquisición de habilidades, capacidades y valores, abarcando un sinfín de temas, y favoreciendo vivenciar y hacer frente, en primera persona, a una gran diversidad de situaciones y problemáticas. Por ello, el presente artículo tiene como objeto elaborar y aplicar un indicador de calidad de juegos on line sobre agua, basado en los aspectos de narratología, jugabilidad y didáctica, a una muestra de 20 juegos, que nos permita obtener un ranking. Los resultados obtenidos en el estudio reflejan que de los 20 juegos, 4 de ellos se situaron en un escenario de alta calidad, 11 de ellos en un escenario medio, y 5 en un escenario de baja calidad. Las conclusiones finales permiten establecer que los juegos de simulación y aventuras tiene más probabilidades de situarse en un nivel medio-alto de calidad, frente a otros juegos de otra naturaleza, así como aquellos juegos cuyos objetivos están orientados al diseño y gestión de un territorio o ciudad de manera sostenible.

Abstract

Video games or online games have become educational tools, communicative and socialization among the youngest, favoring the acquisition of skills, abilities and values, covering several topics, and favoring experience and coping, in first person, to a great diversity of situations and problems. Therefore, this article aims to develop and apply a quality indicator of online games on water, based on the aspects of narratology, gameplay and didactics, to a sample of 20 games, which allows us to obtain a ranking. The results obtained in the study show that of the 20 games, 4 of them were placed in a high quality scenario, 11 of them in a medium scenario, and 5 in a low quality scenario. The final conclusions allow to establish that simulation games and adventures are more likely to be placed at a medium-high level of quality, compared to other games of another nature, as well as those games whose objectives are oriented to the design and management of a territory or city in a sustainable way.

Palabras clave

Juegos on line, agua, educación ambiental.

Keywords

⁸ En su caso, inserte una nota a pie de página para hacer referencia al proyecto de investigación y a la entidad financiadora del trabajo recogido en esta contribución.

Online games, water, environmental education,

Introducción

En la actualidad, en lo que ha venido a denominarse las sociedades de la información y del conocimiento, sustentadas en gran medida en las tecnologías de la información y la comunicación, no se puede obviar, que suponen una fuente enorme y clave en la construcción del conocimiento, en la interpretación de la realidad y en la concepción del imaginario colectivo (Aparici, 2010; Matarranz, 2013). En ese sentido, es sabido que los jóvenes pasan gran parte de su ocio y tiempo libre usando las redes sociales y los videojuegos teniendo además, los juegos on line bastante aceptación entre este público (Muros, Aragón, Busto, 2013).

Los videojuegos o juegos on line favorecen la motivación por el aprendizaje, así como las potencialidades cognitivas (Carvajal, 2014), sugiriendo además, que favorecen la autonomía personal, el compromiso social y cultural; en palabras de MacGonigal (2010): “Los videojuegos pueden hacernos mejores personas y ayudar a cambiar el mundo”. Algunos otros estudios realizados sobre los efectos de los videojuegos en los jóvenes destacan: “la utilidad de los videojuegos para completar algunas de las competencias adquiridas en el sistema educativo formal, favorecer la formación de identidades y el conocimiento de las reglas sociales (Del Castillo, Herrero, García, Checa y Monjelt, 2012), así como favorecer el desarrollo de habilidades organizativas o el desarrollo de cierta capacidad crítica” (Haste, 2010 y Aragón, 2011).

De hecho, los juegos serios o “serious game” tienen como objetivo transmitir ideas, valores e influenciar los pensamientos y acciones de los jugadores en contextos de la vida real. (Frasca, 2007) Estos juegos también denominados “juegos para el cambio” o “juegos de impacto social”, han experimentado un rápido crecimiento en la última década, debido a la popularidad de los videojuegos como tecnología audiovisual para los medios de comunicación, las ONGs, los políticos, los activistas, el profesorado y el sector artístico (Bogost, 2007; Flanagan, 2009 y Macgonigal, 2011), ya que pueden abarcar múltiples objetivos de aprendizaje, englobar diversas áreas y dirigirse a diferentes grupos de edad (Mouaheb, Fahli, Moussetad y Eljamal, 2012).

Por otro lado, el aprendizaje basado en juegos on line o videojuegos tiene grandes ventajas en los procesos formativos al permitir al alumnado ser activo y dirigir su proceso; en este tipo de aprendizaje se obtiene retroalimentación inmediata, se aprende a través de la solución de problemas y el alumnado se centra solo en su aprendizaje (Medina, 2012; Villalustre y del Moral, 2015). Esto es lo que ha venido a denominarse gamificación: “potenciar

procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego, en este caso de los videojuegos para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos, los cuales faciliten la cohesión, integración, la motivación por el contenido y el fomento de la creatividad de las personas”.

Por lo tanto, si los juegos serios aspiran a ser validados como herramientas útiles y constructivas para fomentar el aprendizaje, el cambio social o la comprensión anticipada de las cuestiones sociales, sería interesante que la calidad de su diseño debe ser evaluado. En ese sentido, algunas investigaciones se han llevado a cabo con el objeto de establecer herramientas de evaluación que permitan identificar criterios que han de tener los juegos serios en diversas dimensiones (Gunter, Kenny y Vick; 2008; Fu, Su y Yu, 2009; Neville, 2010; Mitgutsch y Alvarado, 2012; Belloti, Kapralos, Lee, Moreno y Berta, 2013), así como el estudio de las características que poseen los buenos videojuegos comerciales (Gee, 2007) o los que hacen referencia a analizar las potencialidades educativas de los videojuegos comerciales en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Rankin et al., 2008; Williams et al., 2008; Kim, Park y Baek, 2009; Barbour, Evans, y Toker, 2009; Marques y Silva, 2009; Cuenca y Martín, 2010).

En relación a la temática que nos ocupa, el agua y los ecosistemas acuáticos, apenas existe referencias bibliográficas que aborden la evaluación de juegos on line, y sólo autores como Katsaliaki y Mustafee (2014), Reckien y Eisenack (2013), y Wu y Lee (2015) han llevado a cabo recientemente evaluaciones de videojuegos sobre cambio climático; sin embargo, sin contemplar una integración de los aspectos narratológicos y de jugabilidad, ya que tradicionalmente los criterios de análisis aplicados a los videojuegos se ha venido realizado desde una perspectiva comunicativa o pedagógica, obviando su integración (Liarakou, Sakka, Gavrilakis, y Tsolakidis, C., 2012; Liu y Ding, 2009; Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez, Giménez-Fita, y Queiro-Ameijeiras, 2015), y tampoco sin incorporar el aspecto didáctico o pedagógico del juego.

Otros estudios planteados sobre la cuestión han girado en torno a: 1.) clasificaciones de los serious games en función de diferentes criterios (Sawyer, Smith, 2008; Morales, 2011; Rodríguez-Hoyos, João, 2013); 2.) uso de los juegos serios como herramienta de enseñanza y evaluación de competencias genéricas en educación superior, mediante el diseño de niveles, indicadores y descriptores (Bezanilla, Arranz, Rayón, Rubio, Menchaca, Guenaga y Aguilar, 2014) y 3.) Cómo los juegos on line pueden influenciar los estilos de vida de manera individual de las personas jugadoras (Rahayu, Edy 2015). Sin embargo, aún no se ha llevado a cabo ningún estudio que aborde la necesidad de establecer indicadores que permitan evaluar la calidad de los juegos on line con objeto de establecer diferentes escenarios de calidad en los que clasificar dichos juegos, teniendo en cuenta las 3 dimensiones establecidas anteriormente.

Por último, en investigaciones recientes se ha puesto de manifiesto la necesidad de dotar de mayor complejidad discursiva a la temática agua en las diferentes iniciativas, prácticas y recursos educativos que desde la educación ambiental se llevan a cabo con el objeto de favorecer la conservación del agua y sus ecosistemas acuáticos (Cano, 2007; Fernández, 2012; Marcén, 2012; Galván y Gutiérrez, 2014; Fernández, 2015). Por ello, parece de suma importancia, conocer cómo se está tratando la temática agua desde la ventana de los juegos virtuales, e indagar, si como en otras iniciativas, se necesita dar un paso más en la construcción de discursiva hacia una complejidad de la misma, además de identificar cuáles son las características que reúnen los juegos *on line*, que están abordando el agua. Con este objetivo, se cree indispensable llevar a cabo el diseño y aplicación de un indicador de calidad, que permita conocer qué juegos son mejores en relación a 3 aspectos fundamentales como son la narratología, la jugabilidad, y la didáctica en la temática del agua y los ecosistemas acuáticos bajo el paradigma de la complejidad.

Método

Caracterización de la Muestra

Se entiende por juegos on line sobre el agua, aquellos juegos disponibles en Internet, que tratan específicamente sobre temas relacionados con el agua, con propuestas educativas y comunicativas, así como elementos de diversión y entretenimiento. Este tipo de juegos son llamados “juegos serios”, entendido como juegos con un objetivo o propósito concreto y que promueve la adquisición de ideas y valores (Frasca, 2007), los cuales han adquirido un gran avance en los últimos 10 años (Reckien & Eisenak, 2013).

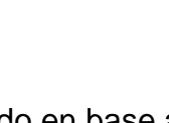
Para llevar a cabo la selección de la muestra de juegos on line en agua se realizó una búsqueda en la web bajo los siguientes ítems complementarios: */videojuego/*, */juego on line y agua/*, */ciclo del agua/*, */ecosistemas acuáticos/* durante los meses de septiembre y enero 2016. Por otro lado, también se tuvo en cuenta que cumplieran con los siguientes requisitos: que estuviera alojada en una plataforma web con acceso gratuito desde internet, que tuvieran objetivos comunicativos y educativos; y que estuvieran focalizados en temas relacionados con el agua como: el ciclo del agua, la gestión del agua, los ecosistemas acuáticos, y el derecho humano al agua; y por último, cuyo destinatario fueran adolescentes (+12 años).

Finalmente, la muestra está compuesta por 20 juegos, que se detallan a continuación: *Martín Pescador* (Consortio de Aguas de Guipúzcoa); *SAIH Ebro* (Confederación Hidrográfica del Ebro); *Plant it Green* (National Geography); *Darfur is dying* (International Crisis Group & Reebok Humanrights Foundation); *Fish game* (Cloud Institute); *Catchment* (ABC Catchment Australia SA); *Pipe dreams* (Gobierno Inglés); *Riverbed* (Mary wharmby); *Citizen Science* (Game, Learning and Society GSL); *Fluvi* (Ayuntamiento de Zaragoza); *Climántica*

(Xunta de Galicia); *Water river meet the sea* (NOAA); *Stop disaster* (Naciones Unidas); *Water alert* (Unicef); *Simbiocity* (Gobierno sueco); *Floodsim* (Gobierno Inglés) *Sumérgete en el Guadiana* (Confederación Hidrográfica del Guadiana); *Project Wet* (Water Education for Teacher Foundation); *Moviéndote por el agua* (Cruz Roja); *El ciclo del agua* (AEMET). En la siguiente tabla 1. Muestra de juegos, se describen cada uno de los juegos.

Tabla 1. Muestra de juegos

Nombre	Organización	Descripción	Imagen
<i>Stop disaster</i>	Naciones Unidas	Juego de simulación cuyo objetivo es planear y construir una ciudad segura frente a los desastres naturales	
<i>Water alert</i>	UNICEF	Juego de aventuras cuyo objetivo es asegurar la supervivencia de los habitantes de un poblado mediante el acceso al agua potable.	
<i>Simbiocity</i>	Suecia	Juego de simulación cuyo objetivo es gestionar una ciudad de manera sostenible frente a los diversos desafíos y conflictos económicos, sociales y ambientales	
<i>Floodsim</i>	Inglaterra	Juego de simulación basado en la toma de decisiones políticas y toma de conciencia ciudadana en torno a la gestión de las inundaciones.	
<i>Project Wet</i>	Water Education for Teacher Foundation;	Juego de preguntas sobre el ciclo del agua, los ecosistemas acuáticos, la huella hídrica y los buenos hábitos en el hogar	
<i>Moviéndote por el agua</i>	Cruz Roja	Juego de aventura sobre la importancia del agua en nuestra calidad de vida y la conservación del planeta	
<i>El ciclo del agua</i>	Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)	Juego de preguntas sobre el ciclo del agua y hábitos eficientes en su uso	
<i>Sumérgete en el Guadiana</i>	Confederación Hidrográfica del Guadiana	Juego de aventura sobre el ciclo del agua, los ecosistemas acuáticos y el río <i>guadiana</i>	

Nombre	Organización	Descripción	Imagen
<i>Martin Pescador</i>	Consorcio de Aguas de Guipúzcoa	Juego de preguntas relacionadas con cuestiones sobre la nueva cultura del agua, personificado mediante el ave: el Martin Pescador.	
<i>SAIH Ebro</i>	Confederación Hidrográfica del Ebro;	Juego de simulación-habilidad relacionado con la gestión de la cuenca del Ebro.	
<i>Plant it Green</i>	National Geography	Juego de simulación con el objetivo de diseñar una ciudad verde, gestionando los recursos de forma ecológica, aplicando criterios medioambientales a la planificación urbanística y potenciando la creación de empleos ecológicos.	
<i>Darfur is dying</i>	International Crisis Group & Reebok Humanrights Foundation	Juego de simulación basada en la narrativa de un refugiado desplazado, superan las fuerzas que amenazan la supervivencia del campamento, como la gestión y el saneamiento del agua.	
<i>Fish game</i>	Cloud Institute	Juego de simulación sobre la gestión pesquera sostenible y la conservación del ecosistema	
<i>Catchment</i>	ABC Catchment Australia SA	Juego de simulación relacionado con la gestión de la Cuenca de un río y de una ciudad sostenible	
<i>Pipe dreams</i>		Juego de simulación relacionado con la gestión productiva de un territorio y la calidad ambiental del mismo	
<i>Citizen Science</i>	Game, Learning and Society GSL	Juego de aventura con el objeto de recuperar lago eutrofizado mediante diferentes medidas de conservación ecológica y concienciación ciudadana.	
<i>Fluvi</i>	Ayuntamiento de Zaragoza	Juego de plataforma cuyo objetivo es ayudar a Fluvi a salvar los ríos de la contaminación, cuidar las aguas subterráneas y vigilar el funcionamiento de las fábricas.	
<i>Riverbed</i>	Mary warumby.	Juego de aventuras sobre la crisis del agua, enfocado a mejorar la gestión del agua y favorecer la toma de conciencia con dicha problemática	
<i>Climántica</i>	Xunta de Galicia	Juego de simulación para gestionar un territorio de manera sostenible	
<i>Water river meet the sea</i>	NOAA	Juego de aventuras cuyo objetivo es concienciar sobre la problemática de la contaminación de los ecosistemas acuáticos.	

Indicador de calidad

El indicador se ha construido en base a una serie de categorías que hacen referencia a 3 aspectos fundamentales como son: la narratología, la jugabilidad y la didáctica. Por otro lado, el sistema de categorías está formado por una serie de ítems temáticos (IT) asociados a un sistema de puntuación (SP), que permita obtener un ranking de calidad.

En relación al aspecto narratológico, principalmente se ha desarrollado incorporando el paradigma de la complejidad en la construcción del conocimiento en torno el agua, siempre bajo la mirada de la nueva cultura del agua y los servicios eco sistémicos, al entender que estas corrientes de pensamiento posibilitan el cambio de paradigma hacia una complejización del contenido en este caso que nos ocupa, del agua. Por otra parte, respecto al aspecto de jugabilidad, tras un estudio bibliográfico y documental, se han seleccionado los siguientes items: el perfil del jugador, el nivel de exigencia, la retroalimentación, y las recompensas. Y por último, en relación al aspecto didáctico, se han tenido en cuenta las competencias básicas definidas en la legislación; así como en relación a las habilidades se ha tomado como referencia la Taxonomía de Bloom (Anderson, et. al., 2001), que plantea una pirámide en orden ascendente, donde para llegar a crear, se debe pasar por evaluar, analizar, aplicar, comprender y recordar. Y por último, también se incluye el tipo de aprendizaje que favorece. A continuación, se muestran cada una de las categorías en las siguientes tablas 2,3, 4.

Tabla 2. Categoría 1. Narratología

Categoría 1. Narratología.		
IT	SP	Observaciones
Nº de elementos	Valor 2: Detecta de 1 a 2 elementos; Valor 3: de 3 a 4; Valor 5: 5 o más de 5.	Los posibles elementos a valorar, son aquellos en los que el agua cumple un papel o una función determinado, como pueden ser: hidráulica, hidrológica, ecológica, social, cultural, humanitaria, ect
Nivel espacial	V2. Detecta solo 1 nivel; V3. Detecta 2 niveles; V5. Detecta 3 niveles.	Los posibles niveles a tener en cuenta son: micro, meso y macro.
Grado de organización	V2. Identifica alguna relaciones lineales causa-efecto; V3. Identifica mayor número de relaciones lineales y algunas relaciones complejas; V5. detecta diversas redes complejas	
Grado de evolución	V2. Mirada estática, sin cambios en el tiempo; V3. Situación intermedia; V5. Evolución en el tiempo con cambios e incertidumbres.	
Lenguaje	V2. Utiliza un lenguaje plagado de tópicos, mitos, conceptos erróneos, usando un tono alarmista y sensacionalista; V3. Lenguaje en transición; V.5. Utiliza un lenguaje amplio con diversas miradas.	
Historia	V2. No presenta ninguna historia; V3. Medio: Presenta una historia sin impacto emocional ni personajes inspiradores; V5. Presenta una historia con impacto emocional y personajes inspiradores	
Objetivos	V2. Conocimiento generalista; V3. Deslumbra alguna relación lineal de causa y consecuencias; V5. favorece el cambio de actitudes y de comportamiento	
Temáticas	V2. Centrada únicamente en elementos hidráulicos-hidrológicos; V3. En elementos ecosistémicos; V5. En elementos socioecosistémicos.	
Causas	V2. No presenta; V3. Causas naturales; V.5. Causas humanas	
Acciones	V2. Promueve cambios de actitudes y de comportamiento sólo individual; V3. Cambios de actitudes y de comportamiento sólo colectivas; V5. Tanto individuales como colectivas.	

Tabla 3. Categoría 2. Jugabilidad

Categoría 2. Jugabilidad		
IT	SP	Observaciones
Perfil del jugador/a	V2. Promueve un solo perfil de jugador/a; V3. Dos perfiles; V4. Más de dos perfiles	El juego puede encajar en distintos perfiles de jugador: *Creador: preferencia por construir, diseñar, crear, personalizar, escoger *Competidores: preferencia por ganar, comparar, desafiar *Exploradores: preferencia por descubrir, coleccionar, revisar, votar *Colaboradores: preferencia por comentar, compartir, dar, compartir con otros, formar comunidad, ayudar
Nivel de exigencia	V2. El nivel de dificultad no se corresponde con el nivel cognitivo del jugador, llegando a ser demasiado fácil o demasiado difícil; V3. el juego no demanda suficiente esfuerzo y se limita a un sólo nivel; V4. Se empuja al jugador al límite de sus capacidades para llegar a la meta, teniendo que pasar varios niveles en el juego	
Retroalimentación	V2. El jugador no recibe feedback tras tomar una decisión en el juego; V3. El jugador recibe feedback sólo al final de una partida o misión; V4. El jugador recibe feedback inmediatamente después de tomar una decisión en el juego, ya sea positivo o negativo	
Dinámicas	V2. Utiliza sólo 1 dinámica; V3. Utiliza 2 dinámicas; V4. Utiliza más de dos dinámicas.	El juego de alta calidad emplea más de dos dinámicas, es decir, elementos que provocan la inmersión del jugador. Ejemplo: fantasía, altruismo, descubrimiento, etc... Las dinámicas se corresponden con mecánicas, es decir, retos que propone el juego. Ejemplo: toma de decisiones, recolección de objetos, retención de memoria, puntería, etc
Recompensa	V2. No se concede ninguna recompensa ni elogio al tomar una decisión correcta; V3. Se conceden elogios pero no recompensas al tomar una decisión correcta; V4. Se conceden recompensas y elogios al tomar una decisión correcta	

Tabla 4. Categoría 3. Didáctica

Categoría 3. Didáctica		
IT	SP	Observaciones
Competencias	V4. Promueve 1 competencia; V6. Promueve 2 competencias; V10. Más de 2 competencias	Las posibles competencias a evaluar son: lingüísticas, matemáticas, de interacción con el medio, social y ciudadana, cultural y artística, aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal.

Habilidad	V4. el/la jugador/a trae a la memoria información relevante y es capaz de interpretar significados (recordar y comprender); V10. el jugador es capaz de aplicar conocimientos aprendidos, descomponerlo en partes y pensar cómo se relacionan con su estructura global (aplicar y analizar); V10. el jugador es capaz de evaluar, planificar y producir, llegando a crear algo nuevo (evaluar y crear)
Aprendizaje	V4. Se basa en un aprendizaje de corte teórico; V6. Se basa en un aprendizaje interactivo; V10. Se basa en un aprendizaje participativo.

El sistema de categorías conformados por sus indicadores con una puntuación determinada nos reflejaría diferentes escenarios de calidad de los juegos (baja, media, alta), es decir, nos perfilaría definitivamente los intervalos de calidad en las que pueden situarse una muestra de juegos, como puede observarse en la tabla 5.

Tabla 5. Indicador de calidad

Indicador de calidad			
Aspectos	Escenarios		
	Baja calidad	Media calidad	Alta calidad
Narratología	20	30	50
Jugabilidad	10	15	20
Didáctica	12	18	30
Puntuación total	42	63	100

Resultados

A continuación, en la tabla 6., se muestran los resultados obtenidos en el análisis de cada uno de los aspectos (ítems) a evaluar por cada categoría: narratología, jugabilidad y didáctica.

Tabla 6. Análisis de las categorías

<i>Muestra de juegos</i>	<i>Narratología</i>	<i>Jugabilidad</i>	<i>Didáctica</i>	<i>Puntuación total</i>
<i>1. Martín Pescador</i>	28	13	12	53
<i>2. Saih Ebro</i>	25	14	18	57
<i>3. Plant it Green</i>	37	20	26	83
<i>4. Dafur is dying</i>	36	14	18	68
<i>5. Fish game</i>	36	11	26	73
<i>6. Catchment</i>	43	18	30	91

7. <i>Riverbed</i>	42	10	18	70
8. <i>Pipedreams</i>	31	17	14	62
9. <i>Citizen Science</i>	50	18	30	98
10. <i>Fluvi</i>	24	15	16	55
11. <i>Climática</i>	42	20	30	92
12. <i>Water river meet the sea</i>	41	16	16	73
13. <i>Stop disaster</i>	38	16	30	84
14. <i>Water alert</i>	34	20	14	68
15. <i>Simbiocity</i>	50	19	30	99
16. <i>Floodsim</i>	34	18	18	70
17. <i>Sumérgete por el Guadiana</i>	38	16	14	68
18. <i>Project Wet</i>	34	18	12	64
19. <i>Moviéndote por el agua</i>	40	17	16	73
20. <i>El ciclo del agua</i>	24	13	14	51

En la tabla 7., se obtendría el ranking de juegos ordenados de mayor a menor puntuación total, así como el intervalo de calidad en el que se situarían cada uno de los diferentes juegos.

Tabla 7. Ranking de juegos

Muestra de juegos	Puntuación total	Escenarios
<i>Simbiocity (15)</i>	99	Alta calidad
<i>Citizen Science (9)</i>	98	
<i>Climática (11)</i>	92	
<i>Catchment (6)</i>	91	
<i>Stop disaster (13)</i>	84	Media calidad
<i>Plant it Green (3)</i>	83	
<i>Water river meet the sea (12)</i>	73	
<i>Moviéndote por el agua (19)</i>		
<i>Fish game (3)</i>		
<i>Riverbed (7)</i>	70	
<i>Floodsim (16)</i>		

<i>Dafur is dying (4)</i>	68	
<i>Water alert (14)</i>		
<i>Sumérgete en el Gudiana (17)</i>		
<i>Proyect wet (18)</i>	64	
<i>Pipedreams</i>	62	Baja calidad
<i>Saih Ebro (2)</i>	57	
<i>Fluvi (10)</i>	55	
<i>El Martín Pescador (1)</i>	53	
<i>El ciclo del agua (20)</i>	51	

Discusión/Conclusiones

Si observamos los resultados tendríamos: 5 juegos se sitúan en un escenario de baja calidad, cuya puntuación iría de 42 a 63 puntos; 11 juegos se sitúan en un escenario de media calidad que iría entre los 64 y 90 puntos; y finalmente, 4 juegos se situarían en un escenario de alta calidad, con una puntuación que rondaría los 90 puntos, muy cercano a los 100 puntos.

Tras el análisis de los resultados obtenidos en el ranking de juegos, se puede afirmar que aquellos juegos que se sitúan en un escenario de alta calidad, tanto en sus aspectos de narratología, jugabilidad y didáctica, hacen referencia a juegos de simulación (Simbiocity, Climática, Catchment), así como a juego de aventura (Citizen Science). En ese sentido, principalmente estos juegos tiene por objeto crear, diseñar y gestionar (ya sea un territorio, una cuenca o una ciudad) de manera sostenible incluyendo diferentes aspectos ecológicos, sociales y económicos a lo largo del tiempo, cuya herramienta principal para ello es la toma de decisión entre diferentes variables y modelos (energéticos, agrícolas, urbanístico, de gestión de residuos, de conservación de espacios naturales, ect). También, como juego de alta calidad, se encuentra Citizen Science, juego de aventura enfocado a la lucha contra la eutrofización de un lago, abarcando tanto medidas de conservación ecológica y de concienciación ciudadana, siendo capaz de incorporar numerosos y diversos elementos desde un punto de vista narratológico, así como diferentes perfiles (ciudadanía, ecologistas, científicos, usuarios del lago, entre otros) feedback y dinámicas (comprensión del fenómeno, medición y recolección de datos, conversación con los agentes locales, etc) en relación a la jugabilidad. Por último, en relación al aspecto didáctico, éstos juegos de alta calidad promueven diferentes competencias (interacción con el medio físico, social y ciudadana, cultural y artística, etc), diferentes habilidades (comprender, analizar, evaluar) y favorece un aprendizaje participativo

Por otra parte, los juegos situados en un escenario de calidad media, engloban a un sin fin de diversas tipologías como son juegos de simulación, de aventura y de preguntas, con diferentes objetivos abarcan desde la gestión

sostenible pesquera, la concienciación de la importancia del agua y la contaminación como problema, la lucha contra las inundaciones y otro tipo de desastres naturales, la supervivencia de los refugiados, entre otras. Dependiendo del juego a tratar, se observa que algunos de ellos obtienen mayor o menor puntuación dependiendo del aspecto que se esté analizando, aunque la mayoría se sitúan en el siguiente rango: narratología (32-42) siendo el máximo 50, jugabilidad (14-18) siendo el máximo 20, y didáctica (12-26) siendo la máxima puntuación 30. Así por ejemplo, tendríamos que *Project wet* obtiene 34 en narratología, 12 en didáctico, siendo las puntuaciones más baja de dicho rango, pero 18 en jugabilidad, ya que contiene diferentes dinámicas y perfiles. Al contrario, se puede observar que *Dafur is dying*, obtiene 36 de narratología y 18 de didáctica, es decir buena puntuación en dicho rango, y obtiene 14 en jugabilidad, es decir, bastante pobre en las dinámicas que ofrece el juego, el feedback o los posibles perfiles a desarrollar.

En relación a los juegos de baja calidad, se encuentra juegos como *Fluvi*, el *Martín Pescador*, *Pipedreams*, *Saih Ebro* y *el ciclo del agua*. Éstos juegos son de diferente naturaleza como juego de plataforma, juego de simulación y juego de preguntas, y responden a juegos de baja calidad al incluir pocos elementos narratológicos de bajo contenido, principalmente generalista; así como con pocas dinámicas, perfiles y retroalimentación entre el juego y el jugador. Por último, si analizamos el aspecto didáctico, nos encontramos que promueve pocas competencias, habilidades y el aprendizaje principalmente es de corte teórico.

En definitiva, el ranking de juegos elaborados permite vislumbrar que la naturaleza del juego (simulación, aventuras, plataformas o preguntas) no determina la calidad del juego, aunque generalmente los juegos de simulación y de aventuras se sitúan en un intervalo de media o alta calidad. Por otro lado, en relación a la temática, tampoco permite aclarar que una determinada temática pueda obtener mayor puntuación, pues como se ha podido observar, las temáticas han sido variables, aunque si se podría concluir, que aquellos juegos que persiguen objetivos relacionados con el diseño y gestión de un territorio de manera sostenible, suelen situarse también entre escenarios de media y alta calidad. Por otra parte, si se puede evidenciar, que en aspectos de jugabilidad y didáctica, entre más perfiles, dinámicas, feedback, competencias o habilidades, mejor puntuación obtendrá el juego.

En este sentido, merece poner especial atención, que aquellos juegos que favorecen un aprendizaje participativo frente a un aprendizaje interactivo o de corte teórico, son aquellos juegos que han obtenido mejor puntuación, como ocurre en los 4 juegos situados de alta calidad. Por último, en relación al aspecto narratológico, se puede determinar que aquellos juegos que quieran situarse en un escenario de alta calidad, deberán incluir casi todos los elementos en su mayor puntuación, como ejemplos son *Simbiocity* o *Citizen science*, que obtuvieron la máxima puntuación (50 puntos) .

Referencias bibliográficas

- Aparici, R. (2010). *La construcción de la realidad en los medios de comunicación*. UNED.
- Aragón, Y. (2011). Desarmando el poder antisocial de los videojuegos. REIFOP, 14 (2), 97-103. Recuperado de: www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1311954544.pdf
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R.E., Pintrich, P., Raths, J., y Wittrock, M. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition). New York: Longman.
- Barbour, M., Evans, M. y Toker, S. (2009). Making sense of video games: pre-service teachers struggle with this new medium. En Gibson, I. et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology y Teacher Education International Conference 2009* (pp.1367-1372). Chesapeake: AACE.
- Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: an overview. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2013, 1.
- Bezanilla, M. J., Arranz, S., Rayón, A., Rubio, I., Menchaca, I., Guenaga, M. y Aguilar, E. (2014). Propuesta de evaluación de competencias genéricas mediante un juego serio. *New Approaches in Educational Research*, 3 (1), 44-54. Recuperado de: <https://naerjournal.ua.es/article/viewFile/v3n1-6/97>.
- Bogost I. (2007). *Persuasive Games. The Expressive Power of Videogames*. MIT Press, Cambridge
- Cano, I. (2007). La contaminación Del agua: una propuesta para trabajar de forma funcional y significativa en la ESO. *Revista Investigación en la Escuela* (63), 47-63. Recuperado de: http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/63/R63_4.pdf
- Carvajal, D. (2014). El papel de los videojuegos en el desarrollo cognitivo. *Revista Cotenidos digitales en la era de la sociedad conectada*. N° págs. 163-178
- Cuenca, J. M. y Martín, M. J. (2010). Virtual games in social science education. *Computers y Education*, 55 (3), 1336-1345.
- DEV (2016). Libro blanco del desarrollo español de videojuegos. Madrid: DEV.
- Del Castillo, H., Herrero, D., García Varela, A. B., Checa, M., Mojelat, N.,(2012) "Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización digital e identidad". *Revista de Educación a Distancia*, N°. 33, 1-22. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/547/54724495007.pdf>

- Fernández, J (2012). Los procesos de construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato. Estudio de casos. *Revista Enseñanza de las Ciencias* (30.3), 177-194
- Fernández, J., Marín, F. (2015). Los procesos de enseñanza–aprendizaje relacionados con el agua en el marco de las hipótesis de transición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia* (14), 227-243. Recuperado de:
<http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/882/980>
- Flanagan M. 2009. *Critical Play. Radical Game Design*. MIT Press, Cambridge.
- Frasca, G. (2007). *Play the message: Play, Game and Videogame Rhetoric*. IT University of Copenhagen
- Fu, F.-L., Su, R.-C. y Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners enjoyment of e-learning games. *Computers y Education*, 52 (1), 101-112.
- Galván, L., Gutiérrez, J. (2014). Educational guidance on water under the paradigm of complexity as result of a comparative study between Spain and Mexico. *Procedia: Social and Behavioral Sciences* 26, doi: 10.1051/shsconf/20162601140
- Gee, J. P. (2007). *Good video games*. New York, NY: Peter Lang
- Gunter, G., Kenny, R. y Vick, E. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology, Research and Development*, 56 (5/6), 511-537.
- Haste, H. (2010). "Citizenship Education: A Critical Look at a Contested Field". En L.R. Sherrod, J. Torney-Purta & C.A. Flanagan (eds.). *Handbook of Research on Civic Engagement in Youth*. John Wiley & Sons, New Jersey, 161-188
- Katsaliaki, K., Mustafee, N. (2014). Edutainment for Sustainable Development: A survey of Games in the Field. *Simulation & Gaming*, 1 (26) (2014), pp. 1–26
- Liarakou, G., Sakka, E., Gavrilakis, C. y Tsolakidis, C. (2012). Evaluation of serious games, as a tool for education for sustainable development. *EURODL (Special issue)*, pp. 96-110. Recuperado de ERIC.
- Liu, S. y Ding, W. (2009). An approach to Evaluation Component Design in Building Serious Games. In M. Chang, R. Kuo, G.-D. Chen y M. Hirose (Eds.), *Edutainment '09 Proceedings of 4th International Conference on E-learning and Games: learning by playing* (pp. 141-148). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03364-3_18
- Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., Giménez-Fita, E. y Queiro-Ameijeiras, C. (2015). El uso de la gamificación en la educación superior: propuesta de

una ficha de análisis ludológico-narratológico. M. A. Ruiz Rosillo (Ed.), XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial (pp. 103-111). Madrid: Universidad Europea de Madrid.

McGonigal, J. 2011. *Reality is broken. Why games make us better and how they can change the world*. The Penguin Press, New York.

McGonigal, J (2010). *Reality is broken. Why the games and how they can change the world*. Penguin Press HC, San Francisco.

Marcén, C. (2012). Argumentos educativos para enseñar-aprender el agua en la enseñanza obligatoria, Serie *Geográfica* (18), 65-75.

Marqués, N. y Silva, B. (2009). Potencialidades pedagógicas dos jogos eletrónicos: um estudo descritivo com o Sim City. En Dias, P., Osorio, A. y Ramos, A. (org.). *O digital e o currículo* (pp. 139-161). Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho.

Matarranz, JJ. (2013). *Medios de comunicación y pensamiento crítico: nuevas formas de interacción social*. Universidad de Alcalá.

Medina, L. (2012). Tecnologías emergentes al servicio de la educación. En R. O. (Dir.), *Aprender y educar con las tecnologías del Siglo XXI* (págs. 35-47). Bogotá: Colombia Digital.

Mitgutsch, K. y Alvarado, N. (2012). Purposeful by Design? A serious game design assessment framework. *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games* (pp. 121-128). New York: ACM.

Morales, (2011). El videojuego y las nuevas tendencias que presentan al mercado de la comunicación. *Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social*, 4(2), 36-54.

Muro, B., Aragón, Y., Busto, A. (2013). La ocupación del tiempo libre de jóvenes en el uso de videojuegos y redes. [Revista científica iberoamericana de comunicación y educación, N° 40](#), 31-39

Neville, D. (2010). Literary and Historical 3DDigital game-based learning: design guidelines. *Foreign language annals*, 43 (3), 442-469.

Rahayu, R.; Edy, I. (2015). Modeling analysis effect of online game to individual quality. *European Journal of Business and Management*, 7 (6), 218-229.

Reckien, D., & Eisenack, K. (2013). Climate change gaming on board and screen: a review. *Simulation and Gaming*, 44(2-3), 253-271.

Rodriguez, C; Joao, M. (2013). Videojuegos y educación una visión panorámica de las investigaciones desarrolladas a nivel internacional. *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 17 (2), 479-494. Recuperado de: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/30030/1/rev172COL14.pdf>

Sawyer, B., Smith, P. (2008, February). Serious Game Taxonomy. Paper presented at the *Serious Game Summit*, San Francisco, USA.

Villalustre, L. y del Moral, M. E. (2015). Gamificación: Estrategia para optimizar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias en contextos universitarios. *Digital Education Review*, 27, 13-31. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5495903.pdf>

Wu, J., Lee, J. (2015). Climate change games as tools for educational and engagement. *Nature Climate Change*, 5 (2015), pp. 413–418

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA COMO RECURSO EDUCATIVO PARA MEJORAR LA COMPRENSIÓN DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA ENERGÍA ENTRE EL FUTURO PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

Resumen

Se presenta el diseño y los resultados de una secuencia didáctica acerca de la energía y de la transición energética implementada en la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao (UPV/EHU), en el contexto del programa *Campus Bizia Lab*. El objetivo principal fue el de proveer de un contexto real y cercano para la enseñanza-aprendizaje de la energía basado en la actual problemática energética y, al mismo tiempo, concienciar acerca de la transición energética. Los resultados muestran que, siendo exiguos los conocimientos previos acerca de la energía del alumnado, tras la implementación de la secuencia didáctica mejoraron de manera notable. Respecto a los compromisos adquiridos hacia la transición energética, solamente una pequeña parte de estos supondrían cambios significativos en el camino de la transición energética. El nivel de cumplimiento de estos compromisos a los dos meses de adquirirlos fue medio. Puede concluirse que la secuencia didáctica fue efectiva para crear concienciación y actitudes favorables a la transición energética. Asimismo, el alumnado valoró positivamente la secuencia didáctica en todos los ítems estudiados, y consideró que el enfoque de educación para la sostenibilidad es válido para trabajar el tema de la energía en la Escuela, en Educación Primaria.

Abstract

Design and results of a didactic sequence about energy and energy transition carried out at the UPV/EHU Teachers' University School of Bilbao, within the *Campus Bizia Lab* programme, are presented. The main objective was to provide students with a real and close context for learning and teaching energy based on the actual energy issue, and at the same time to raise awareness about energy transition. Results show that having students a low level of knowledge about energy at the beginning, knowledge about energy concepts improved with the implementation of the didactic sequence. As regarding to the commitments to energy transition, only a small proportion of these would represent a significant shift towards energy transition. Accomplishment level of these commitments was medium two months after their acquisition. We can conclude that the didactic sequence was effective in raising awareness and attitudes towards energy transition. Likewise, students appraised positively the didactic sequence in all the items studied, and considered the sustainability education approach treated as valuable for teaching energy in the future at Primary Schools.

Palabras clave

Energía, Transición energética, Factura eléctrica, Compromisos, Concienciación, Educación para el Desarrollo Sostenible

Keywords

Energy, Energy-transition, Electricity invoice, Commitments, Raising awareness, Education for Sustainable Development

Introducción

La energía está presente en todos los ámbitos de nuestra vida, se encuentra profundamente enraizada en nuestra actividad cotidiana y nos resulta fundamental. Hoy en día existe una creciente preocupación en torno a la energía en relación a aspectos ambientales, económicos y sociales. Esta problemática se encuentra principalmente asociada a los impactos ambientales y sociales, junto a los cambios previstos en un futuro próximo relativos a los modelos de producción y consumo energéticos. El actual modelo energético es insostenible, es una de las claves de la actual crisis sistémica, y está íntimamente relacionado con distintos aspectos de la misma (cambio climático, contaminación, agotamiento de recursos, crecimiento económico, pobreza energética, etc.) (Bueno, 2014).

La transición energética resulta inevitable en un futuro cada vez más próximo, lo que traerá profundos cambios, tanto en la producción como en la distribución y el consumo de energía, y con ellos una transformación en la organización social (Bueno, 2014; Zubialde Legarreta, 2016). Los mayores márgenes para la reducción del consumo energético en la Comunidad Autónoma Vasca (CAV) se encuentran en el consumo eléctrico y en el transporte, y queda un largo camino por recorrer en la mejora de las eficiencias en el consumo energético (Bueno, 2014). Al mismo tiempo, el consumo general (alimentación y bienes materiales principalmente) supone la mayor parte de nuestro consumo energético, pero la sociedad no tiene consciencia de ello ya que este no se ve reflejado en las facturas energéticas (Zubialde Legarreta, 2016). Así, las soluciones al problema energético, vendrán más a través del conocimiento y aplicación de técnicas y estrategias que nos permitan usar el mínimo de energía con la máxima eficiencia, que por medio de la determinación de qué y cuánta energía utilizamos (Bueno, 2014). Por lo tanto, resulta necesaria la toma de decisiones responsables e informadas para la consecución de un futuro sostenible, y para ello la educación y la concienciación son indispensables.

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” en el año 2015 (Organización de las Naciones Unidas, 2015), que define los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS). Entre estos se encuentra “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” (ODS 7). Siendo la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) un recurso fundamental (ODS 4), resulta estratégica para la consecución del resto de los ODS y, en lo que respecta a la energía, para “garantizar modelos de producción y consumo sostenibles” (ODS 12). Así, resultan esenciales, tanto la EDS misma, como la promoción de la formación de profesionales en

competencias para la EDS en el ámbito de la educación superior (Vilches y Gil-Pérez, 2012; Mulà et al., 2017), y a través de esta reforzar actitudes de valorización, cuidado y ahorro de la energía (Raviolo, Siracusa y Herbel, 2000).

Las tendencias y propuestas actuales en enseñanza de las ciencias se basan en el modelo de enseñanza-aprendizaje constructivista. En el seno de este modelo el ámbito de los contenidos puede integrarse en contextos sociales, económicos, culturales y/o políticos, posibilitando el desarrollo de las implicaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), la EDS y la alfabetización científica entre otras (García Carmona y Criado, 2010; De Pro, 2014). La energía ofrece la oportunidad de aplicar y desarrollar conceptos en contextos significativos desde el punto de vista de su uso cotidiano. Así, las perspectivas del consumo y ahorro energético permiten trabajar distintos aspectos de la energía de forma cercana y significativa, integrando las dimensiones física, técnica y ambiental (De Pro, 2014).

En el ámbito de la Educación Superior se han desarrollado distintas iniciativas para promover y desarrollar la alfabetización energética (Amaral y Martins, 2015; Cotton, Miller y Winter, 2015; Petratos y Damaskou, 2015). Igualmente, en la Educación Primaria (EP) se han desarrollado propuestas didácticas en torno a la energía, dirigidas a instruir desde la transdisciplinariedad y de manera conjunta tanto en la competencia científica como en las competencias básicas transversales (García Carmona y Criado, 2010; De Pro y Rodríguez, 2012; 2014a; 2014b; Machado y Echeverría, 2014), especialmente, las basadas en las competencias para aprender a aprender y para pensar, para convivir y para la iniciativa y el espíritu emprendedor (Gobierno Vasco, 2015). Estas propuestas didácticas se basan en una aproximación indagatoria (Caamaño, 2012), implementando en el aula de EP a través del trabajo cooperativo proyectos de investigación científica similares a los que pueden realizar científicos y científicas. El hecho de que el alumnado participe en la actividad y cultura científica a través de estos proyectos, ofrece una visión más social de la ciencia y ofrece oportunidades para desarrollar el pensamiento crítico. Jiménez Aleixandre (2010) define el pensamiento crítico como “la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella”. Este pensamiento está íntimamente ligado con la argumentación y con la emancipación, y requiere desarrollar componentes como la búsqueda y uso de pruebas, el cuestionamiento de la autoridad, el desarrollo de la opinión independiente y el análisis crítico de discursos legitimadores.

En este trabajo se presenta una Secuencia Didáctica (en adelante SD) desarrollada en el seno del programa piloto *Campus Bizia Lab* 2016-2017. El programa *Campus Bizia Lab* que se desarrolla en la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), tiene como objetivo integrar la sostenibilidad en los campus universitarios a través de la promoción del trabajo cooperativo de todos y todas las actoras de la Comunidad Universitaria (Zallo y Segalas, 2017). A través de este programa, se emplean los *Campus* como laboratorios de aprendizaje viviente, y mediante retos colaborativos se pretende

identificar y solucionar diferentes problemas relativos a la sostenibilidad de la Universidad.

Nuestro trabajo ha perseguido los siguientes objetivos:

- Diseñar, implementar y evaluar una SD basada en un contexto real, cercano y problematizado para la enseñanza-aprendizaje de la energía.
- Promover la concienciación y el compromiso a favor de la transición energética entre el futuro profesorado de EP.

Método

Para la consecución de los objetivos planteados, se diseñó, implementó y evaluó una SD inspirada en el modelo propuesto por Antonio de Pro (2014). Esta SD fue implementada entre el alumnado de 3º curso del Grado en Educación Primaria en la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao (UPV/EHU), durante el curso 2016-2017 y en el contexto de la asignatura “*Ciencias de la Naturaleza en el Aula de Educación Primaria – II*”. En esta asignatura, los tres ejes principales que conforman el temario son “*la naturaleza de la ciencia y su didáctica*”, “*materia*” y “*energía*”.

El alumnado de los tres grupos de 3º curso participó en la SD (182 alumnos y alumnas). Un 10% recibió la docencia en castellano, mientras que el resto lo hizo en euskera. La edad media del alumnado era de unos 22 años y un 63% eran mujeres. La participación del alumnado fue variable a lo largo del tiempo en el que se desarrolló la implementación de la SD, y únicamente 84 personas (el 46%) completaron todos los cuestionarios realizados a lo largo de la SD.

La SD sobre energía se estructuró en torno a los tres siguientes ámbitos de conocimiento principales: I. Conceptos fundamentales de la energía; II. Fuentes de energía e impactos ambientales; III. Transición y ahorro energético. Esta SD se desarrolló a través de 14 actividades, con los recursos didácticos recogidos en la Tabla 1. La SD se implementó a lo largo de tres semanas, con dos sesiones de hora y media semanal (S1-S6), más una sesión extraordinaria a los dos meses de la implementación (S7).

Cada uno de los ámbitos de conocimiento se comenzó a trabajar mediante cuestionarios interactivos *Kahoot!* (cuestionarios previos). Estos cuestionarios fueron útiles para presentar los temas de una manera atractiva y participativa, y al mismo tiempo permitieron evaluar los conocimientos previos acerca de cada tema (A2, A5 y A8). De hecho, los cuestionarios *Kahoot!* pueden ser muy efectivos en la promoción de la curiosidad y del aprendizaje activo, facilitando las interacciones profesorado-alumnado en un ambiente lúdico (Contreras y Eguía, 2016; Martín y Jaén, 2016). A continuación, dentro de cada ámbito de conocimiento se intercalaron sesiones magistrales (A3), visionados de vídeo (A6, A9 y A13) y diferentes talleres (A7, A10 y A11). Tras la actividad A3, el alumnado tuvo que realizar individualmente un mapa conceptual recogiendo los aspectos clave de los contenidos tratados (A4).

Para la presentación del contexto y de la problemática energética actual se visionaron diferentes apartados del vídeo “*#OligopolyOFF: Empieza la revolución energética*”, producido por la Plataforma por un Nuevo Modelo Energético y dirigido por Alba del Campo (2015).

A través del análisis de diferentes modelos de transformación de energía renovable y no renovable, se realizó un taller (A7) para la identificación conjunta de las diferentes transformaciones de energía y de los impactos ambientales implicados en cada uno de los modelos. En grupos pequeños (3-4 personas), y a partir de infografías de diferentes centrales de transformación energética para la producción final de energía eléctrica, debían identificarse las transformaciones energéticas implícitas y los impactos ambientales derivados, para posteriormente realizar una puesta en común con toda la clase, discutiendo tanto la interpretación de los principios fundamentales de la energía, como las implicaciones socioambientales de cada uno de los modelos estudiados.

El taller de la factura eléctrica (A10) se realizó en el aula de ordenadores, y cada alumno y alumna se valió de la factura de suministro eléctrico de su propio hogar para su estudio. En este taller se explicaron la composición del sistema eléctrico español, los conceptos de facturación y las distintas tarifas disponibles. Asimismo, el alumnado se dio de alta en la aplicación *on line* de la distribuidora eléctrica para tener acceso a los datos de su propio contador digital, y posteriormente, utilizarlos para realizar diferentes simulaciones de la tarifa eléctrica. Para finalizar, se presentaron datos que ponen de manifiesto el carácter regresivo de la factura eléctrica (Bueno, 2015).

Posteriormente, se realizó otro taller para la identificación de compromisos a favor de la transición energética en diferentes niveles o dimensiones (A11). En este taller el alumnado se organizó en grupos de 4-5 personas y se les adjudicó un ámbito para proponer los compromisos que considerasen viables en la misma. Se propusieron los siguientes ámbitos en base a la escala de activismo o nivel de organización colectivo:

1. Hogar: nivel individual.
2. Lonja: nivel colectivo próximo.
3. Municipio: nivel colectivo político-local o próximo.
4. Universidad: nivel colectivo-educativo.
5. Estado: nivel colectivo-normativo.

Las propuestas de cada grupo fueron puestas en común en el grupo grande, discutiendo y completándolas con las aportaciones del resto de grupos y del profesorado. Las acciones y compromisos propuestos fueron recogidos en un documento, que fue presentado como punto de partida para la adquisición de los compromisos individuales.

Para finalizar, se realizó un cuestionario para evaluar los conocimientos adquiridos en los tres ámbitos de conocimiento (A12). El apartado correspondiente al ámbito de los conceptos fundamentales de la energía se realizó en base a una selección de preguntas extraídas y adaptadas del trabajo de Trumper, Raviolo y Shnersch (2010). En estas se evaluó el conocimiento de los principios de conservación y degradación de la energía a partir de su aplicación e interpretación en situaciones prácticas. Los otros dos apartados (fuentes de energía e impactos ambientales, y ahorro y transición energética) se evaluaron con cuestiones relativas a los contenidos desarrollados en las sesiones previas. En otro apartado del cuestionario, se propuso la valoración personal de la SD en base a una escala de tipo Likert (1: completamente en desacuerdo, 5: completamente de acuerdo). Para finalizar, se instó al alumnado a detallar por escrito la adquisición de compromisos personales en favor del ahorro y la transición energética, considerando que pasados dos meses el nivel de cumplimiento de dichos compromisos sería autoevaluado. Este cuestionario fue realizado por 126 alumnas y alumnos.

Los compromisos adquiridos por el alumnado fueron clasificados en base al nivel de compromiso implícito y al impacto que pudieran tener en la transición energética. Así, se definieron cuatro categorías relativas al nivel de implicación e impacto: inapreciable, pequeño, mediano y significativo. A estas categorías les fue asignado un valor de 0, 1, 2 y 3 respectivamente para su posterior análisis. Asimismo, a partir del análisis realizado dentro de cada una de estas categorías principales, los compromisos fueron clasificados en diferentes subcategorías (desenchufar, ocio, consumo de energía eléctrica, consumo de agua, reciclaje, información, factura eléctrica, transporte, reutilización, consumo de energía térmica, concienciación y consumo de bienes y alimentos).

Por último, a los dos meses de la adquisición de los compromisos, se dedicó una sesión extraordinaria a la autoevaluación de su nivel de cumplimiento (A14), partiendo de una escala de tres niveles (1: escaso, 2: mediano, 3: grande). En esta misma sesión, fueron expuestos los resultados generales de la SD relativos a los conocimientos evaluados y a los impactos de los compromisos adquiridos (A15).

Los datos obtenidos de los cuestionarios interactivos previos y del cuestionario post final fueron analizados con el paquete IBM SPSS Statistics 24.

Tabla 1. Actividades realizadas, recursos didácticos, modalidades docentes, contenidos y objetivos de la Secuencia Didáctica.

BLOQUE I. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA ENERGÍA			
Sesión	Actividad - Qué	Recursos - Cómo/Con qué	Objetivos - Contenidos
S1	A1. Presentación y justificación de la SD	<ul style="list-style-type: none"> - Sesión magistral expositiva - Presentación pptx 	<ul style="list-style-type: none"> - Justificación curricular - Plan de trabajo y secuenciación
S1	A2. Determinación de conocimientos previos sobre los conceptos fundamentales de la energía	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Kahoot!</i> Cuestionario interactivo I (14 preguntas) - Ordenador/Tablet/Smartphone - Individual/grupo grande 	<ul style="list-style-type: none"> - Motivación - Interacción - Discusión y argumentación en torno a conocimientos previos
S1	A3. Presentación de los conceptos fundamentales de la energía	<ul style="list-style-type: none"> - Sesión magistral expositiva - Presentación pptx 	<ul style="list-style-type: none"> - Definiciones - Unidades - Formas de energía - Principios de conservación y degradación
S1	A4. Mapa conceptual sobre los conceptos fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> - En casa - Individual 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y reorganización de conceptos expuestos previamente
BLOQUE II. FUENTES DE ENERGÍA E IMPACTOS AMBIENTALES			
Sesión	Actividad - Qué	Recursos - Cómo/Con qué	Objetivos - Contenidos
S2	A5. Determinación de conocimientos previos	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Kahoot!</i> Cuestionario interactivo II (17 preguntas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Motivación

	sobre fuentes de energía	<ul style="list-style-type: none"> - Ordenador/Tablet/Smartphone - Individual/grupo grande 	<ul style="list-style-type: none"> - Interacción - Discusión y argumentación en torno a conocimientos previos
S2	A6. Presentación del contexto de conflicto energético	<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo "<i>Oligopoly Off</i>", parte 2: conflicto energético 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilización - Problemática y situaciones en el contexto energético actual
S2/S3	A7. Taller de transformaciones energéticas e identificación de impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Taller - Infografías de centrales - Grupos 3-4 pers. - Puesta en común grupo grande 	<ul style="list-style-type: none"> - Discusión sobre las transformaciones de energía y los impactos ambientales - Conservación y degradación de energía - Energías renovables y no renovables
BLOQUE III. TRANSICIÓN ENERGÉTICA			
Sesión	Actividad - Qué	Recursos - Cómo/Con qué	Objetivos - Contenidos
S3	A8. Determinación de conocimientos previos sobre ahorro energético	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Kahoot!</i> Cuestionario interactivo II (11 preguntas) - Ordenador/Tablet/Smartphone - Individual/grupo grande 	<ul style="list-style-type: none"> - Motivación - Interacción - Discusión y argumentación en torno a conocimientos previos
S3	A9. Presentación del concepto de transición energética	<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo "<i>Oligopoly Off</i>", parte 3: transición energética 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilización - Ejemplos de iniciativas particulares y colectivas
S4	A10. Taller de factura eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> - Taller 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema eléctrico español

		<ul style="list-style-type: none"> - Factura eléctrica del hogar - Ordenador (internet) - Presentación pptx - Individual 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos de facturación - Alta en aplicación <i>on line</i> de distribuidora - Utilización de simuladores de tarifa eléctrica - Carácter regresivo de la factura eléctrica
S5	A11. Identificación de compromisos y acciones individuales y colectivas	<ul style="list-style-type: none"> - Taller - Grupos 4-5 pers. - Puesta en común grupo grande 	<ul style="list-style-type: none"> - Propuestas para el ahorro y la transición energética en: hogar, lonja, universidad, municipio y estado - Discusión y concreción de propuestas
S6	A12. Cuestionario de evaluación SD	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario post - Individual 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de conocimientos adquiridos - Valoración SD (Likert 1-5) - Adquisición de compromisos personales para la transición energética
S6	A13. Presentación del concepto de pobreza energética	<ul style="list-style-type: none"> - Video "<i>Oligopoly Off</i>", parte 1: pobreza energética 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilización - Motivación
S7	A14. Autoevaluación de nivel de cumplimiento de los compromisos adquiridos	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario post - Individual 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoevaluación de cumplimiento (Likert 1-3)
S7	A15. Presentación de resultados generales SD	<ul style="list-style-type: none"> - Sesión magistral expositiva - Presentación pptx 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados evaluaciones pre y post SD - Clasificación de compromisos adquiridos

Resultados

A través de los cuestionarios previos interactivos *Kahoot!* realizados al inicio de cada uno de los bloques de la SD, al tiempo que se caracterizaron los conocimientos generales acerca de la energía, pudieron identificarse los errores conceptuales más comunes. Respecto a los conceptos fundamentales de la energía, a pesar de que el alumnado conocía los enunciados de los principios de conservación y degradación de energía (52% y 47% de respuestas correctas respectivamente), y los conceptos de energía cinética y potencial (69%), presentó un nivel escaso de comprensión ya que tuvieron dificultades para interpretarlos en ejemplos prácticos. Por ejemplo, tan sólo un 19% identificó la reducción de energía útil como consecuencia de su transformación. Asimismo, el alumnado relacionaba directamente la energía con el movimiento (89%), y no fue capaz de identificar la energía potencial (únicamente un 8% interpretó correctamente la cuestión planteada). Asimismo, no tuvieron problemas en identificar las formas de energía fundamentales, como la química o la mecánica (71%), pero no fue así en los casos de la electromagnética y la nuclear (16% y 9% de aciertos respectivamente).

En el segundo ámbito, correspondiente a las fuentes de energía e impactos ambientales, demostraron cierto conocimiento acerca de algunas características de los combustibles fósiles, junto con un desconocimiento general de otros aspectos relativos a los mismos. Así, un 72% identificó como química la energía contenida en los combustibles fósiles, y un 82% el dióxido de carbono como su principal residuo. Sin embargo, más de la mitad del alumnado (57%) no supo identificar los principales

impactos y riesgos asociados a la técnica de la fractura hidráulica o *Fracking*, a pesar de que en los últimos años esta técnica extractiva ha suscitado una gran polémica y un tratamiento mediático considerable. Por otro lado, un 57% definió correctamente la fusión nuclear.

Resulta llamativo el gran desconocimiento relativo a las energías renovables, especialmente en lo relativo a su realidad actual. Así, tan solo un 17% definió correctamente el concepto de energía renovable, el 78% consideró las renovables como más caras que las no renovables, y un escaso 8% supo determinar la proporción que representan las renovables en la producción de energía total en la CAV. Respecto a la energía hidroeléctrica, solamente un 16% supo situarla como la principal fuente de energía renovable a nivel mundial.

En el ámbito del ahorro y la transición energética, el alumnado conocía el bono social (81%) y las características de algunas prácticas de ahorro básicas. Por ejemplo, un 56% identificó las pantallas LED como más eficientes que las LCD, y un 52% supo cuantificar el gasto de los aparatos domésticos en estado *Stand-by*. Del mismo modo, un 54% estableció correctamente los horarios correspondientes a la tarifa con discriminación horaria. Por el contrario, no conocían técnicas de ahorro significativas en la factura eléctrica, ya que únicamente un 20% supo cuantificar el ahorro por cada kW de potencia contratada reducido. Igualmente, el 81% no fue capaz de identificar correctamente el ahorro energético que supone la iluminación LED frente a las bombillas incandescentes.

Considerando el porcentaje de respuestas correctas totales de los tres cuestionarios previos, los alumnos demostraron un conocimiento previo general de la energía significativamente

mayor que sus compañeras, con un 44% de respuestas correctas en total, frente a un 40% en el caso de las mujeres ($t = -2,025$; $gl = 116$; $p = 0,045$).

La comparación de los resultados de los cuestionarios pre y post resaltó una notable mejora en el conocimiento de los conceptos de la energía en los tres ámbitos (Tabla 2). Aun así, esta mejoría únicamente fue significativa en el caso del primer ámbito, relativo a los principios fundamentales de la energía ($\chi^2 = 120,281$; $gl = 88$; $p = 0,013$).

A pesar de que pudimos constatar una mejoría en el cuestionario post, alrededor de un 25% del alumnado presentó problemas para comprender e interpretar los principios de conservación y degradación de la energía en una cuestión real. Asimismo, presentaron dificultades para explicitar la energía como un concepto abstracto (entre un 34% y 43% de respuestas correctas). Con respecto a la energía nuclear, a pesar de que los resultados generales mejoraron, solamente un 40% identificó correctamente la fisión nuclear como la utilizada en las centrales nucleares. Por otra parte, el alumnado continuó confundiendo energía potencial gravitatoria y energía cinética en un 48% de los casos. En cuanto a los conceptos de la factura eléctrica, dominaron los conceptos fundamentales (entre un 61% y un 96% de respuestas correctas), pero demostraron un escaso conocimiento del sistema eléctrico (entre un 15% y un 38% de respuestas correctas). Respecto a la cuantificación del consumo de la función *Stand-by*, el porcentaje de aciertos fue de un 75%.

Tabla 2. Porcentajes de respuestas correctas en los cuestionarios previos y posteriores, para cada uno de los ámbitos de conocimiento.

Ámbito de conocimiento	Cuestionarios pre (%)	Cuestionario post (%)
I. Conceptos fundamentales de la energía	37,1	72,8
II. Fuentes de energía e impactos ambientales	43,9	60,7
III. Ahorro y transición energética	42,9	51,3

En el taller para la identificación de iniciativas para la transición energética, el alumnado propuso principalmente acciones dirigidas al control del consumo eléctrico. En general, presentaron dificultades para proponer medidas que trascendieran la energía eléctrica, ya que únicamente propusieron unas pocas iniciativas relacionadas con el transporte, y no propusieron una sola acción dirigida al consumo general (alimentación, ropa, electrónica, etc.).

En cuanto a los compromisos adquiridos por el alumnado hacia la transición energética, cada uno adquirió una media de $4,8 \pm 1,74$ compromisos. Es destacable el efecto significativo de la variable independiente sexo en este apartado. Así, mientras que el sexo masculino adquirió una media de $4,21 \pm 1,43$ compromisos, el femenino adquirió $5,19 \pm 1,83$ ($t = 3,139$; $gl = 124$; $p = 0,002$). Por el contrario, el nivel de cumplimentación describió una tendencia opuesta con niveles de $1,67 \pm 0,44$ y

1,49±0,38 en hombres y mujeres respectivamente ($t = -2,4$; $gl = 124$; $p = 0,018$).

La mitad de estos compromisos tendría un impacto inapreciable o mínimo, y únicamente un 14% tendría un impacto y un nivel de implicación significativos hacia la transición energética (Tabla 3). La puntuación media de los compromisos en función de su impacto y nivel de implicación fue de 1,6±0,41, situado entre el nivel mínimo y medio. El nivel de cumplimiento de estos compromisos a los dos meses de su adquisición también fue medio (2,27±0,32).

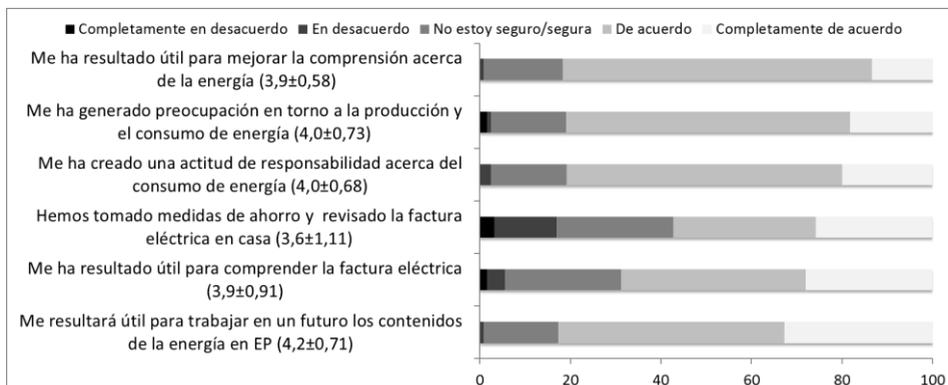
Tabla 3. Frecuencias de los compromisos adquiridos por el alumnado, clasificados en función de su nivel de implicación e impacto, y subcategorías definidas dentro de cada nivel.

Categorías de compromiso	Valor	Frecuencia (%)	Subcategorías y frecuencias (%)
Implicación e impacto inapreciables	0	7,4%	<ul style="list-style-type: none"> – Desenchufar: 64,4% – Ocio: 11,1% – Otros: 24,5%
Implicación e impacto mínimo	1	43,8%	<ul style="list-style-type: none"> – Consumo de energía eléctrica: 82,6% – Consumo de agua: 6,1% – Reciclaje: 9,1% – información: 2,2%
Implicación e impacto medio	2	34,7%	<ul style="list-style-type: none"> – Consumo de energía eléctrica: 36,8%

				<ul style="list-style-type: none"> – Factura eléctrica: 13,7% – Transporte: 36,8% – Reutilización: 1,9% – Otros: 10,8%
Implicación e impacto significativos	3	14,1%		<ul style="list-style-type: none"> – Consumo de energía térmica: 56,6% – Concienciación: 38,6% – Consumo de bienes y alimentos: 4,8%

Por último, el alumnado valoró positivamente la SD en el cuestionario final (Ilustración 1). Merece destacar que a pesar de que alrededor de un 80% declaró que la SD le generó preocupación y actitudes de responsabilidad hacia el consumo de energía, únicamente en torno al 57% revisó los consumos y la factura eléctrica en el hogar. Aun así, más de un 82% consideró que el enfoque propuesto le resultaría útil para su futura función docente en EP.

Ilustración 1. Frecuencias de las puntuaciones correspondientes al apartado de evaluación de la SD por parte del alumnado (1: en completo desacuerdo, 5: completamente de acuerdo). Media \pm desviación estándar entre paréntesis.



Discusión/Conclusiones

En relación al conocimiento de los contenidos conceptuales, los bajos porcentajes de acierto obtenidos en los cuestionarios previos pusieron de manifiesto un desconocimiento generalizado de los distintos temas relacionados con la energía. Al disponer de entre tres y cuatro opciones como respuestas posibles en estos pretest, las probabilidades de acertar por azar eran considerables. A pesar de que una mejoría en los resultados es algo esperable tras una intervención didáctica, hay que considerar que en el cuestionario final se pedía aplicar e interpretar preguntas sobre los fundamentos de la energía en ejemplos concretos (Trumper et al., 2000), exigiendo un alto nivel de abstracción. En nuestro caso, situar el tema en un contexto real y cercano ha propiciado una comprensión significativa de estos conceptos abstractos, ya que han demostrado cierta capacidad de aplicar el modelo ante problemas concretos.

Trumper et al. (2000) describieron en su estudio las dificultades del futuro profesorado de EP a la hora de identificar la energía

potencial, y encontraron que se asociaba la energía con el movimiento, tal y como hemos observado en este trabajo. Igualmente, otros trabajos han descrito dificultades para identificar fuentes de energía nuclear naturales y artificiales, así como un escaso conocimiento de las implicaciones CTS entre el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (García Carmona y Criado, 2010). Nuestros resultados reflejan la falta de una base sólida para la comprensión de los aspectos CTS y la toma de decisiones informadas (De Pro, 2014).

Aun así, podemos afirmar que el enfoque contextualizado y problematizado ha contribuido al aprendizaje significativo en vista de la mejoría observada en la evaluación de los conocimientos conceptuales. Asimismo, el análisis crítico, participativo y centrado en el alumnado ha propiciado el desarrollo de la competencia científica desde un enfoque transdisciplinar (De Pro, 2014), integrando el conocimiento científico en un contexto social y desde la perspectiva de la sostenibilidad.

La utilización de cuestionarios interactivos *Kahoot!* fue efectiva en la estimulación de interacciones profesorado-alumnado y de discusiones entre iguales, y con ello pudimos observar que junto con un reconocimiento del desconocimiento acerca del tema se promovió el interés y la curiosidad hacia la energía. El uso de TIC y de juegos interactivos como recursos de apoyo didáctico puede ayudar a convertir los conceptos científicos en una cuestión atractiva, impulsando el trabajo cooperativo a través de la competitividad (Sánchez Martín, Cañada Cañada y Dávila Acebo, 2017). De manera similar, en otros trabajos se ha observado que la utilización de sistemas interactivos de respuesta en el aula puede promover la afición y el compromiso

por la adquisición de conocimiento entre el alumnado (Jim Wu, Wu y Yi, en prensa).

La escasa capacidad de para ver opciones de ahorro significativo más allá del consumo eléctrico observado en el taller de iniciativas para la transición energética, se vio reflejada en los compromisos adquiridos por el propio alumnado. Así, el análisis de los compromisos manifiesta el escaso impacto de las medidas adquiridas, tanto cuantitativa como cualitativamente. De entre los compromisos con un impacto medio, únicamente un tercio correspondía al transporte, actividad que supone en torno a un 30% de nuestro consumo energético directo (Bueno, 2014; Zubialde Legarreta, 2016). A la vez, de entre los compromisos con un impacto significativo, solamente un 5% implicaba una revisión del modelo de consumo, cuando la mayor parte de nuestro consumo energético corresponde a este apartado (Zubialde Legarreta, 2016).

En líneas generales, podemos destacar el escaso nivel de compromiso significativo respecto al ahorro y en la apuesta por otros modelos de consumo más sostenibles por parte del alumnado participante en nuestra SD. Destacan además los compromisos en torno al consumo eléctrico, lo que puede ser debido en cierta medida al hecho de que la misma SD estuviera centrada precisamente en el consumo eléctrico. Además, el nivel de consecución de los compromisos adquiridos puede ser igualmente considerado escaso, aunque en este caso se situó al menos por encima del nivel medio.

De cara a futuras intervenciones en esta misma línea, cabe considerar la apertura del enfoque de la SD más allá del consumo eléctrico. Conviene visibilizar y cuantificar los aspectos del consumo energético que no se ven reflejados en las facturas

energéticas, debido a su importancia cuantitativa y a que serán susceptibles de profundos cambios en el contexto de la transición energética (Zubialde Legarreta, 2016).

Referencias bibliográficas

Amaral, L. P. y Martins, N. (2015). Quest for a sustainable university: a review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(2): 155-172.

Bueno, G. (2014). *Hacia un modelo energético sostenible en Euskal Herria*. Inguru gaiak, 5. Bilbao: Manu Robles-Arangiz Fundazioa, ELA Euskal Sindikatua.

Bueno, G. (2015). *Comparativa del precio de la electricidad en la Unión Europea*. Informe técnico. doi: 10.13140/RG.2.1.4079.5921.

Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos indagativos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70: 83-91.

Contreras, R. S. y Eguia, J. L. (2016). *Gamificación en aulas universitarias*. Barcelona: Institut de la Comunicació, Universitat autònoma de Barcelona.

Cotton, D. R. E., Miller, W. y Winter, J. (2015). Developing student´s energy literacy in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(4): 456-473.

De Pro, A. (2014). *La energía: uso, consumo y ahorro energético en la vida cotidiana*. Barcelona: Graó.

De Pro, A. y Rodríguez, J. (2012). El desarrollo de una ecoauditoría para trabajar el consumo y ahorro energético en

educación primaria. En J. M. Domínguez Castiñeriras (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. (277-284). Santiago de Compostela: APICE.

De Pro, A. y Rodríguez, J. (2014a). Ahorrando energía en educación primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias* 32(2): 151-170.

De Pro, A. y Rodríguez, J. (2014b). Desarrollo de la propuesta: “si se necesita más energía... que no se hagan más centrales” en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3): 267-284.

García Carmona, A. y Criado, A. M. (2010). La competencia social y ciudadana desde la educación científica: una experiencia en torno a la energía nuclear. *Investigación en la escuela*, 71: 25-38.

Gobierno Vasco. (2015). DECRETO 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín Oficial de País Vasco*, 9. 15/01/2016.

Jim Wu, Y.C., Wu, T. y Li, Y. (En prensa). Impact of using classroom response systems on students' entrepreneurship learning experience. *Computers in Human Behavior*, (2017). <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.013>

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Machado, C. R. y Echeverría, A. R. (2014). La enseñanza de la energía desde una perspectiva interdisciplinar. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 78: 61-69.

Martín Padilla, A. H. y Jaén Martínez, A. (2016). La gamificación en el proceso de aprendizaje en Enseñanza Superior. Análisis comparativo de aplicaciones tipo feedback. En R. Roig-Vila (Ed.) *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. (pp. 2667-2675). Barcelona: Octaedro.

Mulà, I., Tilbury, D., Ryan, A., Mader, M., Dlouhá, J., Mader, C.,...Alba, D. (2017). Catalysing change in higher education for sustainable development: a review of professional development initiatives for university educators. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. doi: 10.1108/IJSHE-03-2017-0043

Organización de las Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. A/RES/70/1, 21 de octubre de 2015.

Petratos, P. y Damaskou, E. (2015). Management strategies for sustainability education, planning, design, energy conservation in California higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(4): 576-603.

Plataforma por un Nuevo Modelo Energético (productora) y Del Campo, A. (directora). (2015). *#OligopolyOFF: Empieza la revolución energética. Plataforma por un Nuevo Modelo Energético*. De <https://www.youtube.com/watch?v=FiT9DL2SeYw>.

Raviolo, A., Siracusa, P. y Herbel, M. (2000). Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la energía: experiencia en la formación de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1): 79-86.

Sánchez Martín, J., Cañada Cañada, F. y Dávila Acebo, M. A. (2017). Just a game? Gamifying a general science class at university. Collaborative and competitive work implications. *Thinking Skills and creativity*, 26: 51-59.

Trumper, R., Raviolo, A. y Shnersch, A. M. 2000. A cross-cultural survey of conceptions of energy among elementary school teachers in training – emprirical results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education*, 16: 697-714.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado, revista de curriculum y formación del profesorado*, 16(2): 25-43.

Zallo, A. y Segalas, J. (2017). Campus Bizia Lab: programa de aprendizaje servicio para la sostenibilidad universitaria a través de la colaboración personal-profesorado-estudiantes. En *ICEE21C 217: 1st International Conference on Engineering Education for the XXI Century proceedings book* (pp. 112-115). Castelló de la Plana.

Zubialde Legarreta, X. (2016). Hacia la soberanía energética. Crisis y soluciones desde Euskal Herria. Tafalla: Txalaparta.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

ORGANISMO
NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS