



Motivando al alumnado de ingenierías TIC a aprovechar las humanidades y ciencias sociales. Experiencias en la UPM

Motivating ICT engineering students to take advantage of the humanities and social sciences. Experiences at UPM

Eloy Portillo Aldana

Universidad Politécnica de Madrid
eloy.portillo@upm.es
<https://orcid.org/0000-0002-2694-4670>

Celia Fernández Aller

Universidad Politécnica de Madrid
maricelia.fernandez@upm.es
<https://orcid.org/0000-0002-0642-2058>

Esther Gago García

Universidad Politécnica de Madrid
esther.gago@upm.es
<https://orcid.org/0000-0002-5914-4426>

Rafael Miñano Rubio

Universidad Politécnica de Madrid
rafael.minano@upm.es
<https://orcid.org/0000-0001-9207-002X>

Resumo:

Os alunos das Escolas de Engenharia de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) apresentam uma grande dissipação da atenção por viverem hiper-conectados e sofrerem uma sobrecarga de informações no desempenho das suas tarefas. Na Universidad Politécnica de Madrid (UPM), preocupamo-nos em preparar as disciplinas de humanidades e ciências sociais presentes no nosso currículo com um amplo leque de metodologias. Desta maneira, é possível atrair a atenção dos alunos, a participação é incentivada, o ritmo muda na sala de aula e a aprendizagem ativa e relevante é facilitada.

As metodologias utilizadas são acordadas por uma equipa multidisciplinar de professores e incluem, entre outras: estudos de caso, aprendizagem baseada em desafios no próprio ambiente, Quebra-cabeça de trabalho cooperativo de Aronson, leitura diária da comunicação social, debates, leitura de livros clássicos e visualização de fragmentos de documentários.



Alguns dos tópicos abordados nestas disciplinas são: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, as revoluções tecnológicas, a ética e os direitos humanos, a privacidade, a neutralidade da rede e o hiato digital de gênero.

Palavras-chave: crise de atenção; humanidades para a engenharia; metodologias ativas de ensino; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Abstract:

The students at the Information and Communication Technology (ICT) Engineering Schools demonstrate a pronounced fragmentation of their attention spans, due to the hyper-connected nature of their lives, as well as the information overload they experience when they need to complete their tasks. At Universidad Politécnica de Madrid (UPM) an effort has been made to use a variety of methodologies to design the courses in the Humanities and Social Sciences which form a part of their core curriculum. As a result, educators have managed to better hold the students' attention, encourage their participation, change the classroom dynamic, and facilitate an active and relevant learning process.

The methodologies used are agreed upon by a multidisciplinary team of professors. They include case studies, challenge-based learning in relation to students' environment, Aronson's cooperative work puzzle, readings from the press, debates, readings from the classics, viewing clips of documentary films, among others.

Some of the topics covered in these subjects are Sustainable Development Goals, technological revolutions, ethics and human rights, privacy, net neutrality, digital gender gap

Keywords: attention crisis; humanities for engineering; active teaching methodologies; Sustainable Development Goals.

Resumen:

El alumnado de las Escuelas de Ingeniería de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) presenta una dispersión de la atención muy grande por vivir hiperconectados y por tener una sobrecarga de información a la hora de realizar sus tareas. En la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) nos hemos preocupado de elaborar las asignaturas de humanidades y ciencias sociales presentes en su currículum con una variedad de metodologías. De esta manera, se consigue retener la atención de los estudiantes, se fomenta la participación, se cambia de ritmo en el aula y se facilita el aprendizaje activo y relevante.

Las metodologías utilizadas son consensuadas por un equipo multidisciplinar de profesores e incluyen, entre otras: estudio de casos; aprendizaje por retos basados en su entorno; puzle de trabajo cooperativo de Aronson; lectura diaria de prensa; debates; lectura de libros clásicos; visionado de fragmentos de documentales.

Algunos de los temas que se trabajan en estas asignaturas son Objetivos de Desarrollo Sostenible, las revoluciones tecnológicas, ética y derechos humanos, privacidad, neutralidad de la red, brecha digital de género.

Palabras clave: crisis de atención; humanidades para ingenierías; metodologías didácticas activas; Objetivos de Desarrollo Sostenible



Introducción

Nuestro mundo enfrenta un número grande de retos, que algunos autores (Sachs et al., 2019) sistematizan en seis grandes transformaciones pendientes para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Una de estas transformaciones es la denominada revolución digital, puesto que, en el marco de la cuarta revolución industrial, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) suponen cambios en todos y cada uno de los sectores económicos (agricultura de precisión, vehículos autónomos, robótica, comercio electrónico, banca electrónica, redes sociales, e-salud, tele-enseñanza, e- administración, ciencia y tecnología por internet, etc.). La demanda de profesionales especialistas en el uso y desarrollo de estas tecnologías se está incrementando y seguirá haciéndolo en los próximos años, y esto implica una serie de cambios en los modelos de enseñanza y más específicamente en la formación universitaria (Telefónica, 2018; Gleason, 2019).

En este contexto, las universidades han de formar profesionales que sean plenamente conscientes de lo que está sucediendo en la sociedad y tener las habilidades necesarias para afrontar los aspectos sociales del desarrollo tecnológico (Stahl et al., 2016). Entre esas habilidades se destacan la visión holística y sistémica, una actitud proactiva para identificar problemáticas e impactos a medio y largo plazo, habilidades para analizarlos críticamente, así como la inclusión de otros actores sociales para la toma de decisiones relativas al desarrollo de nuevas tecnologías e infraestructuras, promoviendo una gestión ética y responsable de las organizaciones en las que desarrollan su actividad profesional (Moor 2005; Crawley et al. 2011; Moriarty 2015; Miñano et al., 2019).

Diversas instituciones y autores dejan claro que la formación ética en la universidad debe orientarse fundamentalmente hacia la ética profesional y, en el caso de la ingeniería, a capacitar a los futuros profesionales para un uso responsable de la ciencia y la tecnología. Siguiendo los principios básicos de la ética profesional esta responsabilidad debe de estar orientada a hacer contribuciones positivas – tanto a la sociedad como al entorno natural y material – y a evitar los impactos negativos, teniendo como valor de referencia el derecho de todas las personas para acceder y compartir los beneficios del desarrollo tecnológico (Bilbao et al., 2006; Colby y Sullivan, 2008; Lathem et al., 2011; Harris Jr et al., 2013; Génova y González, 2016; IEEE, 2017; Royal Academy of Engineering, 2017).

Desde la formación ética es fundamental desarrollar el razonamiento crítico y las capacidades de argumentación, orientándolas a establecer las condiciones en que los proyectos tecnológicos deben desarrollarse de forma coherente a la responsabilidad profesional (incluyendo tanto los medios, como los fines y las consecuencias previstas o potenciales de dichos proyectos). Es importante tener en cuenta que en la cultura predominante se considera que las ciencias exactas y naturales tienen el monopolio del conocimiento racional y objetivo, y que, con tiempo suficiente, la tecnología solucionará todos los problemas (Quintanilla, 2012). Los estudiantes de estudios técnicos no se sienten cómodos con las ambigüedades e imprecisiones inherentes a los aspectos éticos y sociales, que no pueden expresarse en lenguajes matemáticos o de programación, y generalmente desconfían de otro tipo de racionalidad por considerarla irreal, arbitraria o una imposición ideológica. Los códigos y principios éticos no pueden usarse como



datos de entrada para un algoritmo ético que genere decisiones éticas. Los futuros profesionales no podrán evitar su juicio ético personal en cada situación particular, por lo que es necesario que aprendan a razonar sobre estas temáticas, y a tener criterios propios y autónomos (Génova y González, 2016; IEEE, 2017).

El objetivo de este artículo es presentar una experiencia de implementación en la docencia universitaria de estos principios generales, integrando además dos aspectos que se consideran importantes en la educación para la sostenibilidad: la multidisciplinariedad y las metodologías activas. No es común que asignaturas obligatorias de primeros cursos de grados de ingeniería se impartan por un grupo multidisciplinar de profesorado, aunque el contexto de las mismas sea favorable, pues son asignaturas orientadas a las ciencias sociales y las humanidades: “Ciencia, Tecnología y Sociedad” (en ingenierías del ámbito de las telecomunicaciones) y “Aspectos éticos y sociales” (en ingenierías del ámbito de la informática). Por otra parte, la otra contribución de este trabajo es presentar con detalle el planteamiento metodológico que consideramos que es fundamental para trabajar competencias transversales, conseguir captar la atención de los estudiantes, motivar su participación y potenciar un aprendizaje significativo. De hecho, en relación con el desarrollo de competencias relacionadas con la sostenibilidad, la responsabilidad social y la ética, se reconoce que el uso de metodologías activas, participativas y centradas en el estudiante es el más adecuado y efectivo (Mulder et al., 2012; Sterling, 2012; Leal y Pace, 2016; Mitcham y Englehard, 2016; Sunderland, 2019; Valderrama et al., 2019).

En la primera sección de este artículo describimos el contexto académico (titulaciones y asignaturas) en el que se lleva a cabo esta experiencia. A continuación, se presentan con detalle el modo en el que implementamos distintas metodologías docentes para adaptarlas a dicho contexto y el perfil específico de nuestro alumnado. Profundizamos especialmente en la realización de debates estructurados, el análisis de dilemas ético-profesionales y el aprendizaje basado en retos. Se añade un apartado en donde se describen otras estrategias que también están mostrando ser efectivas. Por último, presentamos algunos de los logros y efectos que consideramos más relevantes y algunas reflexiones como conclusión.

Nuestra aproximación a las humanidades en la formación en ingeniería

Un grupo de profesores del Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ofertó en 2004 una asignatura de libre elección denominada TIC y Desarrollo Humano para el alumnado de titulaciones de ingenierías informáticas y de telecomunicación. Resultó ser un extraordinario “laboratorio docente” cuyos resultados se han ido integrando con posterioridad en los nuevos grados de dichas ingenierías.

La adaptación de las titulaciones al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior y el nuevo enfoque de aprendizaje por competencias fue una oportunidad para la inclusión de aspectos sociales en los programas curriculares de ingeniería. Desde distintas instancias se dan recomendaciones explícitas para la integración de estas temáticas en las titulaciones de grado y postgrado.



La más general es la que aparece en el Real Decreto (1393/2007) de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y que establece que todas las titulaciones han de desarrollar como competencia la “capacidad para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética” (en el grado) “y sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios” (en el postgrado)”

El hecho de que instituciones como las agencias de acreditación en ingeniería ABET, EUR-ACE, la ACM (Association for Computer Machinery) o el IEEE (Institute for Electrical and Electronic Engineering), incluyan este tipo de competencias en sus criterios de acreditación o sus recomendaciones curriculares, también están siendo un factor importante para la inclusión efectiva de los aspectos sociales y de responsabilidad profesional en los programas de ingeniería (ABET, 2015; ENAEE, 2015; ACM, 2018). También fue muy importante las recomendaciones del Libro Blanco para las Ingenierías Informáticas que recogió muchas de esas propuestas (ANECA, 2005). Esto tiene un significado especial, pues no hay tradición en la universidad española de introducir temáticas sociales en dichos estudios. Debido a estas “demandas externas”, muchas universidades aprobaron incluir en todas sus titulaciones algunas competencias transversales relacionadas con estos temas.

En el caso de las escuelas de ingenierías de informática y de telecomunicación del Campus Sur de la UPM, estas demandas institucionales se concretaron en 2009 con la inclusión de una asignatura obligatoria de 3 ECTS en los programas de los nuevos grados: una asignatura de “Ciencia, Tecnología y Sociedad” en el 2º año de los grados relacionados con la ingeniería de telecomunicación y una asignatura de 6 ECTS sobre “Aspectos Sociales, Legales, Éticos y Profesionales” (ASLEP) en el primer curso de los grados relacionados con la ingeniería informática.

Cuando en 2014 se actualizaron las titulaciones de grado en ingenierías informáticas del Campus Sur de la UPM, se introdujeron algunos cambios que pretendían consolidar la inclusión de los aspectos sociales en la formación de los estudiantes. En primer lugar, como competencia transversal de referencia se incluyó la “responsabilidad social y ambiental”, definiéndose como “el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para integrar en la actividad profesional, de forma responsable y equilibrada, los aspectos sociales, ambientales y éticos que afectan a la ingeniería informática”.

El desarrollo de dicha competencia se ha asignado explícitamente en la escuela de informática a dos asignaturas obligatorias de 3 ECTS, “Aspectos Éticos y Sociales” (AES), en el 2º semestre, y “Aspectos Legales y Profesionales” (ALP) en el 5º semestre. En la escuela de telecomunicaciones se asigna a una asignatura obligatoria de 3 ECTS en 4º semestre “Ciencia, Tecnología y Sociedad”. Su desarrollo se complementará con la inclusión en el Trabajo Fin de Grado (TFG) de una reflexión sobre estos aspectos, en particular los más directamente relacionados con el trabajo realizado.

La educación en ingeniería, como la de otros profesionales, se ha centrado en habilidades y conocimientos técnicos, pero poco en actitudes. De esta forma, los valores y competencias en otras áreas de conocimiento no tienen apenas presencia en los planes de estudio, y consideramos que son muy necesarias para la práctica profesional posterior (Crawley et al., 2011; Mulder et al., 2012; Moriarty, 2015).



Metodologías usadas

Estas asignaturas tienen que “*ganarse*” a un alumnado que muchas veces las ve como extrañas a la profesión porque contrastan con el carácter puramente tecnológico del resto del currículo.

En el contexto del desarrollo de competencias relacionadas con la sostenibilidad, la responsabilidad social y la ética, se reconoce que el uso de metodologías activas es el más adecuado y efectivo (Mulder et al., 2012; Sterling, 2012; Leal y Pace, 2016; Mitcham y Englehard, 2016; Sunderland, 2019; Valderrama et al., 2019). Se recomienda hacer explícitos los objetivos de aprendizaje y combinarlos con los fundamentos teóricos apropiados y la aplicación de metodologías diversas y complementarias, de forma que se pueda abordar la complejidad de la formación en competencias y adaptarse a los diversos modos de aprendizaje del alumnado (Sterling 2012; Murga-Menoyo y Novo 2017). En esa línea, los autores de este artículo, con la colaboración del resto de profesorado de las asignaturas mencionadas, se ha desarrollado un planteamiento docente con metodologías de aprendizaje activo y cooperativo, que se detalla a continuación.

1. Los debates como herramienta de aprendizaje

Los debates estructurados son efectivos para mejorar la implicación y la participación, propician el diálogo argumentativo y la precisión en el uso del lenguaje. Es importante identificar los objetivos de aprendizaje y proponer un proceso que favorezca la reflexión y la argumentación frente a la mera expresión de opiniones. Además, constituyen una metodología que interesa a los estudiantes, que se disfruta, y que les permite visualizar con más claridad la complejidad de los problemas (Cotton y Winter, 2010; Alén, 2014; Génova y González, 2016; Vallejo y Zorrilla, 2016; Valderrama et al., 2020;).

En ambas asignaturas se utilizaron **debates** como herramienta de aprendizaje y de evaluación. Se trata de hacer un contraste de ideas y posturas ante un tema controvertido (acerca de las cuáles había de estudiarse y profundizar previamente) con el fin de convencer a la audiencia de que apoyase la postura que se defiende.

Las preguntas que se plantearon fueron las siguientes:

1. ¿MERECE LA PENA PROTEGER LA PRIVACIDAD? ¿ES VIABLE HACERLO?

Los/as estudiantes debían preparar un listado de argumentos que recogiesen el punto de vista de las empresas y otro listado recogiendo el punto de vista de ciudadanos y usuarios TIC

2. ¿ES PERTINENTE Y ADECUADA LA PROTECCIÓN DE LAS PATENTES PARA LAS SOLUCIONES TIC Y PARA OTROS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS?

Los/as estudiantes debían preparar un listado de argumentos que recogiesen el punto de vista de empresas y Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y otro listado recogiendo el punto de vista contrario (movimiento *open source*, software libre, Universidades, etc.)



3. ¿ES VIABLE LA PROTECCIÓN DE LA NEUTRALIDAD EN INTERNET EN EUROPA?

Los/as estudiantes debían preparar un listado de argumentos que recogiesen el punto de vista de las empresas operadoras y otro listado recogiendo el punto de vista de ciudadanos y usuarios TIC

4. ¿HASTA DÓNDE PUEDE LLEGAR LA ROBÓTICA SIN AFECTAR CUESTIONES ÉTICAS AMPLIAMENTE CONSENSUADAS?

Los/as estudiantes debían preparar un listado de argumentos que recogiesen el punto de vista a favor (tecno-optimismo) y otro listado recogiendo el punto de vista en contra (principio de precaución).

Por lo que se refiere a la metodología, esta actividad se enmarca dentro del tema de TIC, ética y derechos humanos, al que se asignan tres sesiones de dos horas. En la 1ª sesión se presentan los diversos temas, presentando los conceptos fundamentales de los mismos y las cuestiones controvertidas que plantean. Tras ello, cada persona entrega por escrito sus preferencias para el debate, ordenando los cuatro temas por orden de prioridad.

En función de ellas, se organizan los grupos de 4/6 personas y se asignan las temáticas. Por el número de estudiantes de cada clase, se intenta que haya 16 grupos de debate, 4 grupos trabajando sobre cada uno de los 4 temas.

En la 3ª sesión, se llevan a cabo los debates. Las características generales son las siguientes:

- Cada grupo preparaba el tema teniendo en cuenta ambas posturas. Antes de comenzar el debate, se decidirá por sorteo la postura que ha de defender cada grupo.

El tiempo máximo de debate es de 15 minutos. Hay un moderador/a que vela para que ambas posturas tengan el mismo tiempo.

Cada debate debía incluir las siguientes partes:

- Exposición inicial de la visión y argumentos de cada una de las partes (Tesis)
- Refutación de los argumentos de la otra parte, preguntas a la otra parte, defensa de los argumentos propios (Antítesis y debate)
- Conclusiones que sinteticen las ideas que han aflorado en el debate y últimas razones para que el jurado apoye la postura defendida.

- Al finalizar, hay otros 5 minutos para preguntas de los asistentes.

Se propone la siguiente metodología para preparar el debate:

- Consultar distintas fuentes para conocer y entender los diferentes puntos de vista de la temática asignada.
- Tras haber comprendido los aspectos esenciales del tema, el grupo debe elaborar los argumentos a favor de cada punto de vista ante el problema planteado, seleccionando referencias, evidencias y datos rigurosos que avalen dichos argumentos.
- Elaborar un documento que recoja los argumentos de cada una de las posturas. Se propone la siguiente estructura para cada una de ellas:



- Afirmación: declarar claramente la postura a defender
- Razonamiento: explicar las razones que apoyan esa postura y muestran su preferencia frente a la otra
- Evidencia: referencias y datos rigurosos que sirven de base a esa postura y contradicen argumentos de la postura contraria.
- Preguntas para plantear al equipo que defiende la otra postura en el debate.

Para cerrar el documento, el grupo puede expresar cuál sería su postura ante la problemática estudiada.

La evaluación tiene en cuenta tanto el trabajo entregable como el desempeño durante el debate, aspectos conceptuales como habilidades de comunicación y trabajo en equipo, y también la valoración del resto del grupo (Tabla 1)

Tabla 1: Criterios de evaluación de la actividad del debate

	Memoria (50%)	Debate (50%)
Contenidos temáticos (70%)	35% <ul style="list-style-type: none">- rigor de la información presentada y adecuación al tema planteado,- capacidad de síntesis,- capacidad de reflexión y argumentación crítica,- originalidad y contribuciones personales,- uso de fuentes de información diversas y fiables.	35% <ul style="list-style-type: none">- consistencia y variedad de los argumentos,- uso de evidencias y datos objetivos (estudios, estadísticas, informes, ...),- pertinencia de los argumentos a las preguntas del debate.
Habilidades de comunicación oral y escrita (20%)	10% <ul style="list-style-type: none">- claridad en la redacción,- cita correcta de las referencias utilizadas.	10% <ul style="list-style-type: none">- orden y claridad en la exposición de los argumentos,- capacidad para atraer la atención,- riqueza del lenguaje y propiedad del uso,- naturalidad y expresividad en los gestos,- actitud de respeto ante los representantes de la otra postura.
Habilidades de trabajo en equipo (10%)	5% <ul style="list-style-type: none">- Coherencia global de la memoria que refleje que ha habido un buen trabajo en equipo frente al mero reparto de tareas y posterior acoplamiento.	5% <ul style="list-style-type: none">- adecuado reparto de tiempos y temáticas en el debate,- coordinación en las respuestas- apoyo del resto de miembros del equipo



Puntuación EXTRA	Al final del debate, el resto de compañeros/as de la clase, tendrán que emitir un voto sobre el equipo que considere que ha sido más convincente en sus argumentos. Se podrá obtener hasta un máximo de un punto extra en función del % de votos recibidos por el equipo.
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

No se ha hecho un estudio específico sobre la efectividad de esta actividad, pero las evaluaciones de las asignaturas, el alumnado sí expresa su satisfacción por este tipo de metodologías y la considera muy apropiada para los objetivos de este tipo de asignaturas.

2. Dilemas ético-profesionales como estrategia de aprendizaje

El dilema ético-profesional aparece cuando se presenta una situación profesional conflictiva con dos o más opciones de respuesta igualmente válidas, pero en las que se priorizan valores, principios o perspectivas éticas diferentes. Ante esta situación, se pide a los estudiantes que se posicionen y tomen una decisión al respecto. Para (Tey, 2006) es importante destacar que lo que realmente importa de esta técnica no es la opción por la que se decanta la persona sino el razonamiento que ha utilizado para llegar a dicha opción, enfatizándose el proceso de reflexión previo a la toma de decisión y la argumentación de la misma. El profesorado debe subrayar dos cosas: la ausencia de una solución correcta frente a las demás, que anime a pensar con detenimiento y a valorar todas las consecuencias y posibilidades; y que los estudiantes respondan qué debería hacer el personaje (y no lo que probablemente ellos harían).

Esta metodología pretende evitar el adoctrinamiento, estimular un diálogo abierto y respetuoso donde los participantes den argumentos para justificar las acciones, y promover un proceso de búsqueda de propuestas que sean aceptables para todos los involucrados. Es importante seleccionar situaciones problemáticas que sean cercanas a los intereses del alumnado, y planteadas preferiblemente desde el punto de vista del profesional, para hacerlas lo más emocionalmente atractivas posibles (Lozano et al., 2006; Génova y González, 2016). Thiel et al. (2012) y Alen (2014) encontraron que las situaciones con contenido emocional estimulan su retención y facilitan la adquisición de competencias de responsabilidad ética y social en la toma de decisiones.

En nuestras asignaturas se combina el trabajo en grupo (en clase presencial) y el individual al realizar el análisis de dilemas éticos. La propuesta de trabajo se basa en la rúbrica diseñada por (Miñano et al., 2017), con algunos cambios realizados a partir de la experiencia de los cursos sucesivos. Se basa en tres atributos básicos – identificar, analizar, decidir – y se complementa con el uso de códigos deontológicos profesionales. Ante la situación planteada, los estudiantes han de identificar en primer lugar qué problemas éticos aparecen en la situación planteada (en las clases previas se han explicado cuáles son los problemas más frecuentes en el ámbito profesional y en ingeniería en particular: seguridad y riesgo, uso dual, privacidad, propiedad intelectual, conflictos de intereses, whistle-blowing, etc.). Posteriormente, se les plantea analizar la situación identificando los distintos grupos afectados por la misma y contemplarla desde sus distintos puntos



de vista; han de buscar qué proponen los códigos deontológicos sobre los problemas implicados, y han de proponer por lo menos dos alternativas diferentes, analizando las posibles consecuencias de las mismas. El último paso es la argumentación de la alternativa que considera más adecuada y más coherente con los principios de la ética profesional.

3. Aprendizaje basado en retos

El aprendizaje basado en retos (ABR, o *Challenge Based Learning* CBL) es una metodología activa dentro de un enfoque pedagógico que implica a los estudiantes en el mundo real y sus problemas (Fidalgo Blanco et al., 2017; Olivares Olivares et al., 2018). Se pide a los estudiantes una actitud crítica y responsable para que, a partir de la definición de un reto en su entorno, busquen e implementen una solución. Dependiendo del reto propuesto, se puede relacionar fácilmente con otras metodologías como el aprendizaje basado en problemas en proyectos, o el aprendizaje servicio. En el contexto de las asignaturas de las que tratamos, es útil cuando el reto tiene una orientación social y se plantean explícitamente cuestiones de sostenibilidad, ética o responsabilidad social, que han de ser valoradas y evaluadas (Lathem et al., 2011).

En la asignatura de CTS, al final del semestre, se pide a los alumnos realizar en grupo un mini-proyecto de ingeniería (4 semanas, grupos de 5 a 7 personas, 4 horas semanales de carga por estudiante), se ponen a prueba no sólo los conocimientos, sino también las habilidades y las competencias transversales adquiridas. Deben de elegir un proyecto de mejora en un entorno que les sea conocido: el campus, o el barrio de uno de los participantes, o su lugar de vacaciones. De esta manera integran no sólo los conocimientos aprendidos, sino también las competencias específicas y transversales: liderazgo, motivación, cooperación, capacidad de negociación, etc. Algunos de los retos abordados son: automatización de la luz nocturna de una autopista, separación automática de residuos, compartir coche de modo flexible para llegar al Campus, y un largo etcétera muy variado.

4. Otras metodologías

Adicionalmente se han hecho algunas pruebas de la metodología del paseo peripatético que ha vuelto a ser puesto de moda bajo el nombre inglés de *walkshop* (Wickson, 2015), contrastada suficientemente por su eficacia en los temas éticos y sociales para la Ingeniería.

En una sesión de ambas asignaturas, se invitó a los estudiantes a desarrollar la mitad de la clase en los espacios comunes de la escuela, donde había una exposición elaborada en la Universidad Complutense de Madrid sobre Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se recomendaba visitar la exposición, llevando a cabo una discusión por grupos pequeños durante la visita, para poder extraer conclusiones que habrían de incorporarse al proyecto grupal que llevan a cabo durante todo el semestre.



El **puzle de Aronson** es una de las herramientas del trabajo cooperativo donde a los alumnos se les entregan partes de un todo para que cada uno estudie y asimile su parte y luego lo comparta con los demás. Los estudiantes que han sido asignados a la misma parte se reúnen en grupos de “*expertos*” para colaborar en su aprendizaje. Una vez dominada vuelve al grupo original donde hay expertos de todas las partes que constituyen la materia. El éxito del aprendizaje necesita de la responsabilidad e implicación de los alumnos para con el aprendizaje de los compañeros. Su uso para enseñar la competencia de “compromiso ético” y solidaridad se puede ver en (Traber Martí y García López, 2006) En la asignatura de CTS las usamos principalmente para los contenidos teóricos que preceden al debate: Objetivos de Desarrollo Sostenible, datos básicos sobre sostenibilidad, modelos de transferencia tecnológica, La materia a estudiar se divide en cuatro partes y cada alumno es asignado a una de ellas que debe investigar en colaboración con el resto de *expertos*. Luego vuelve a un grupo originario donde hay expertos que le ayudan a asimilar el resto de los materiales. Para incentivar la implicación de los alumnos con la actividad parte de la nota del alumno viene dada por la respuesta que un miembro de su grupo originario escogido al azar de sobre la materia de la que no era experto.

Visionado de fragmentos de documentales: Un porcentaje elevado de los alumnos prefiere una vía de aprendizaje multimedia, en la que imágenes y sonido sustituyan al texto escrito o a la exposición oral (Génova y González, 2016; Otero et al., 2003). La proyección de fragmentos documentales de corta duración con contenido crítico, sobre el que se va a debatir o a realizar evaluación (mediante *Kahoot*, por ejemplo) inmediatamente después, resulta un método que los alumnos valoran muy positivamente. La metodología de clase invertida (*flipped classroom*) no tiene en muchas ocasiones el éxito esperado porque hay estudiantes que no ven los videos. En el caso de visionado en el aula, el estímulo de un debate posterior, por ejemplo, facilita la atención activa por parte de los alumnos. Algunos de los documentales usados son “Comprar, tirar, comprar” y “Mañana (Demain) un mundo nuevo está en marcha” para sostenibilidad, “Investigación médica: Houston tenemos un problema” para patentes y “Figuras ocultas” para brecha de género digital.

La **lectura de medios periodísticos en clase** está muy extendida como manera de acercar a los alumnos a la actualidad. Está igualmente documentada su uso para estimular el sentido crítico del estudiante (Park, 2011). En alguna de las asignaturas se promueve la lectura crítica de las noticias de prensa: dos o tres voluntarios preparan una noticia cada uno a lo largo de la semana y en la clase siguiente la exponen según una plantilla que invita a estudiar sus aspectos positivos, negativos o controvertidos, así como la implicación social de la tecnología. A continuación, se hace un pequeño debate informal donde los alumnos se posicionan.

De manera parecida los alumnos deben **leer un “libro CTS”**, y escribir un pequeño ensayo sobre el libro y su opinión crítica. La lista de libros permitidos es muy larga y variada, desde clásicos de las distopías como “1984” o “Frankenstein” a clásicos modernos sobre el impacto de las TIC en la privacidad, en la atención, sobre la gobernanza, etc. (“*Weapons of math destruction*”, “La doctrina del shock” o “21 lecciones para el siglo XXI”, “El futuro del dinero” ...). Muchos alumnos reconocen que es la primera vez que leen un libro entero desde secundaria. La mayoría de los que escogen un clásico se ven muy sorprendidos por la vigencia de libros con 100 o hasta 200 años lo que nos da una idea del déficit de formación humanística de nuestros estudiantes,

Algunos logros

Todos los grados de la ETSIS Telecomunicaciones-Campus Sur-UPM han conseguido la acreditación de calidad ABET, la más prestigiosa para ingeniería, ciencias y matemáticas en EE.UU. Entre las competencias educativas que se precisaban había varios que eran cubiertos principalmente por estas asignaturas:

- La amplia educación necesaria para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
- Un reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
- Un conocimiento de los temas contemporáneos.

Esto ha supuesto un cambio de actitud en algunos de los profesores que eran más escépticos cuando no beligerantes en contra de la necesidad de estas asignaturas para la formación del ingeniero. Han pasado de criticar su inclusión en los planes de estudio, a agradecer la visión de los que lo apoyaron en cuanto que ha permitido la consecución de la acreditación ABET.

Por otra parte, (Miñano et al., 2017) analizaron la efectividad del uso de los dilemas éticos en el desarrollo de competencias éticas de los estudiantes de las asignaturas de AES. Se observaron progresos en todos los aspectos estudiados, especialmente en lo relacionado con la identificación de problemas éticos en un contexto profesional de ingeniería. El menor progreso se observó en las habilidades de análisis y razonamiento crítico, que son más complejas y requieren un trabajo más continuado (Tabla X y Figura). También se constató la utilidad del uso de códigos deontológicos para el desarrollo de las competencias éticas en la toma de decisiones, tal y como indican (Stahl et al., 2016).

Tabla 2: Datos descriptivos (Me: mediana; \bar{X} : media; σ : desviación típica) para las tres componentes básicas estudiadas (Miñano, 2019)

PRIMER SEMESTRE (N=80)										
		PRE TEST			POST TEST			PROGRESO		
Componente	Rango	Me	\bar{X}	σ	Me	\bar{X}	Σ	Me	\bar{X}	σ
Identificar	1-4	2	1,94	0,66	3	2,77	0,63	1	0,94	0,75
Analizar	1-4	2	1,95	0,84	3	2,75	0,80	1	0,78	1,05
Decidir	1-4	2	2,2	0,72	3	2,84	0,70	1	0,64	0,88
Global	1-4	2	2,03	0,54	2,66	2,78	0,51	0,66	0,75	0,6
SEGUNDO SEMESTRE (N=110)										
		PRE TEST			POST TEST			PROGRESO		
Componente	Rango	Me	\bar{X}	σ	Me	\bar{X}	Σ	Me	\bar{X}	σ
Identificar	1-4	2	1,9	0,51	3	2,71	0,79	1	0,81	0,88
Analizar	1-4	2	2,03	0,78	2	2,52	0,80	0	0,49	0,89
Decidir	1-4	2	2,22	0,67	3	2,90	0,70	1	0,67	0,85
Global	1-4	2	2,05	0,49	2,66	2,71	0,6	0,66	0,65	0,6

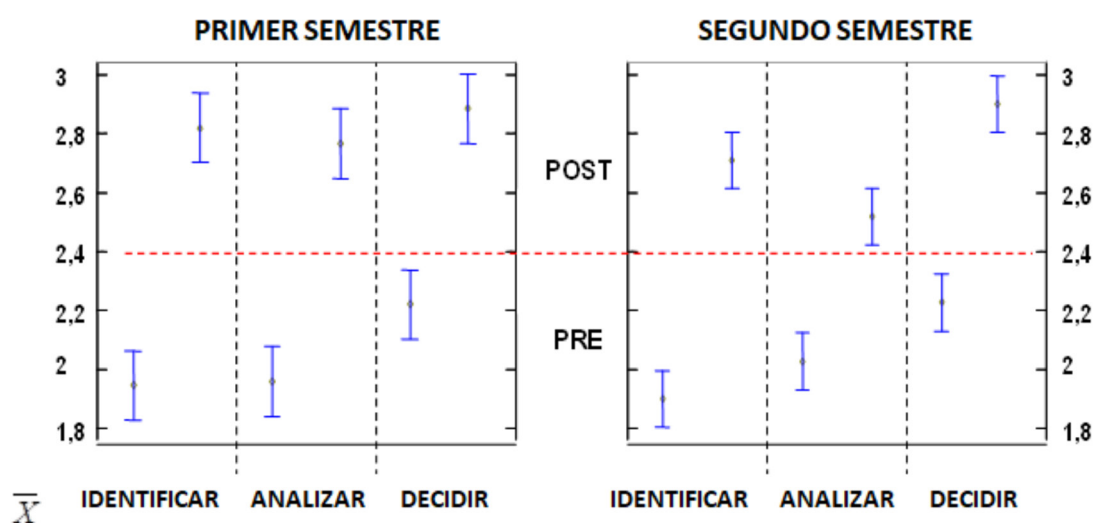


Figura 1: Comparación de medias de las componentes básicas en el PRE y POST test (intervalo de confianza, 95%)

Las evaluaciones del alumnado son muy positivas, destacando la variedad de temas y metodologías. Se basan en preguntas abiertas, propuestas al final del curso, en las que tienen que señalar lo mejor y lo peor del curso, y presentar propuestas de mejora para distintas dimensiones: temario, metodología docente, evaluación y profesorado. Algunos ejemplos de sus opiniones son:

*“A través del acercamiento a casos reales en los que esto ocurre nos habéis abierto una perspectiva nueva de que no todo es un cuento de hadas y de que la ética **no es tontería**, sino un pilar básico de nuestro futuro como ingenieros”.*

“...sin embargo, hemos podido apreciar que existen numerosas compañías a las que no les preocupan dichas éticas”.

“Es bueno saber también que existe un código ético que te pueda respaldar a la hora de hacer frente a una situación real en la que tu perspectiva sea la de que se está yendo en contra del interés de todos los afectados por tus actividades y te pueda guiar un poco sobre cuáles deberían ser tus reacciones al respecto”.

“El aprendizaje en esta asignatura ha sido, raro, diferente, cuanto menos único. Las clases han sido geniales, lo que importaba en ellas eran nuestras ideas, nuestros pensamientos, y que, a través de ellos, consiguiéramos llegar a las conclusiones que entidades gubernamentales llegaron en su momento”.

Dentro de un proyecto más amplio (Miñano, 2019; Valderrama et al., 2020) se realizó un grupo de discusión con alumnado de último curso de ingenierías informáticas para valorar el trabajo realizado en relación con competencias de sostenibilidad y ética a lo largo del grado. Entre las conclusiones del mismo, se valoraban muy positivamente el empleo de metodologías activas para desarrollar este tipo de competencias y en particular en las asignaturas específicas de te-



máticas éticas y sociales. Se consideraba importante que el aula sea “*un lugar abierto a debate y en el que todos puedan aprender de las opiniones de los otros*” y el trabajo con situaciones cercanas a la realidad laboral.

Los impactos del trabajo del profesorado permiten que algunos alumnos/as se decanten por hacer contribuciones en este ámbito a través de sus Trabajos Fin de Titulación en colaboraciones con el tercer sector o administraciones de carácter social. Véase por ejemplo el proyecto sobre aplicaciones móviles accesibles (Tresguerres, 2018) o conexión a internet del parque turístico Tehuacán en El Salvador (Jiménez Rodríguez, 2015)

Estas asignaturas, por su temática y metodología, han permitido estrechar la colaboración con los Nodos-ODS, figura prevista en las escuelas para facilitar el logro de los ODS por parte de la UPM.

Las dos escuelas organizan de modo conjunto conferencias y visionado de películas de temática CTS que se abren a toda la comunidad universitaria del campus, y permiten difusión de los contenidos CTS más allá del propio alumnado (por ejemplo, García Aranda, 2019; Narvarte Fernández, 2020). También alguna jornada como, por ejemplo, sobre Responsabilidad Social Corporativa (ETSISI-UPM, 2019).

En este momento, el profesorado está intentando transitar a un modelo más avanzado inspirado en el movimiento Ethics Across the Curriculum (Mitcham y Englehardt, 2019) y el *Harvard Embedded EthiCS*¹. En este sentido, estamos comenzando colaboraciones con otras asignaturas para ofrecer sesiones sobre ética durante el desarrollo de las mismas (un ejemplo es la asignatura de “Minería de Datos”, en el que el componente ético de la utilización de grandes cantidades de información es esencial hoy día) o sesiones dedicadas a alguno de los ODS (en “Física” relacionando el ODS 7 Energías renovables con el estudio de semiconductores y su aplicación en energía fotovoltaica; en este caso se tiene la colaboración de investigadores del Instituto de Energía Solar de la UPM).

Conclusiones y propuestas de mejora

La eficacia docente de la adopción de metodologías audiovisuales, de aprendizaje cooperativo y demás técnicas presentadas en este artículo está ampliamente reflejadas en la bibliografía. La combinación de las aquí expuestas a lo largo del curso académico consigue retener la atención de los estudiantes, se fomenta la participación, se cambia de ritmo en el aula y se facilita el aprendizaje activo y relevante.

El hecho de que un grupo de profesores de diferentes perfiles y formación colaboren en la impartición de estas asignaturas supone una riqueza añadida y hace que se tenga en cuenta desde el principio el enfoque multidisciplinar que la enseñanza de humanidades en la formación en ingeniería precisa.

Son muchas las líneas de mejora que están pendientes, y que se irán incorporando gradualmente en los próximos años:

¹ <https://embeddedethics.seas.harvard.edu/>



En primer lugar, es necesario medir mejor las valoraciones de los alumnos y alumnas (más allá de las evaluaciones tipo que se llevan a cabo desde la Jefatura de Estudios, que no tienen campos abiertos en los que el alumnado pueda desarrollar sus ideas de forma extensa). Sin duda la información que se desprende de cuestionarios abiertos a los estudiantes podría ser de mucha ayuda, aunque el profesorado necesita apoyos económicos y de tiempo para poder hacerlo de forma efectiva.

En este momento, es preciso adaptarse a la semi presencialidad, utilizando un tipo de enseñanza denominada bi-modal, que obligará a preparar píldoras formativas breves pero intensivas en contenido, con las que los estudiantes deberán preparar las clases con antelación. Quizá el aula invertida será la mejor decisión teniendo en cuenta el contexto en el que estamos.

Por otro lado, es momento de utilizar la enseñanza basada en proyectos, que permita al alumnado el desarrollo de materiales muy centrados en sus intereses profesionales. La experiencia del tipo de contenidos que entregan los estudiantes suele ser muy rica, sobre todo si son gráficos y creativos.

Otra línea de mejora de esta asignatura está relacionada con la actualización permanente de los temas que se abordan. Se trata de contenidos muy aterrizados en la realidad, cuya actualización es casi curso a curso. En la medida en la que se consiga introducir la actualidad en la materia los estudiantes la aceptarán con más interés.

El profesorado está decidido a crear grupos de trabajo de estudiantes de carácter permanente a lo largo del curso. Esto ayudará a que la dinámica de trabajo y aprendizaje se consolide con más facilidad.

Se han identificado ponentes externos que podrían ampliar los contenidos de la asignatura y aportar una visión práctica. Se intentará integrar a un buen número de ellos en los siguientes semestres.

En esta asignatura se elige un libro, de cuya lectura se informa posteriormente. Una idea pendiente es la preparación de mesas de diálogo sobre los libros, de forma que el estudiantado pueda compartir su información con otros estudiantes.

Así mismo, se prevé la elaboración de dossieres de prensa, que recojan las aportaciones más relevantes de noticias que los estudiantes hayan compartido durante el semestre.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Isabel Cañelles de “Escribir y Meditar” por la ayuda con la redacción.

Referencias

- ABET (2015). *Criteria for Accrediting Engineering Programs*. Accreditation Board for Engineering and Technology. <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/>
- ACM (2018). *Curricula Recommendations*. Association for Computing Machinery. <https://www.acm.org/education/curricula-recommendations>



- Alén, E., Domínguez, T., & de Carlos, T. (2014). University students' perceptions of the use of academic debates as a teaching methodology. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 16, 15-21. DOI:10.1016/j.jhlste.2014.11.001.
- ANECA, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (2005). *Libro Blanco de Grado en Ingeniería Informática*. <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos>
- Bilbao, G., Fuertes, J., & Guibert, J. M. (2006). *Ética para ingenieros*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- Boni, A., & Pérez Foguet, A. (Coords.) (2006). *Construir la ciudadanía global desde la universidad: propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas*. Intermón Oxfam, Ingeniería Sin Fronteras.
- Colby, A., & Sullivan, W. M. (2008). Ethics Teaching in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 327-338.
- Costa Morata, P. (Ed.) (2016). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en los estudios de ingeniería*, Barcelona: Anthropos.
- Cotton, D., & Winter, J. (2010). It's not just bits of paper and light bulbs': A review of sustainability pedagogies and their potential for use in Higher Education. En: Jones, D.P., Selby, D., & Sterling, S. (Eds.) *Sustainability Education: Perspectives and Practice Across Higher Education*. (pp. 39-54), Londres, Earthscan.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. (2011). The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education. <http://www.cdio.org/framework-benefits/cdio-syllabus>
- ENAE, European Network for Accreditation of Engineering Education (2015). *EUR-ACE Framework Standards*. <http://www.enaee.eu/wp-content/uploads/2015/04/EUR-ACE-Framework-Standards-and-Guidelines-Mar-2015.pdf>.
- ETSIS Informática – UPM (2019). *Responsabilidad Social Corporativa. Mesa redonda*. 11 marzo 2019, Universidad Politécnica de Madrid
- Fidalgo Blanco, A., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García Peñalvo, F. J. (2017) Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 25, 1-8
- García Aranda, C. (2019). *La huella de carbono y el cambio climático*. Conferencia en ETSIS Telecomunicaciones-UPM. 18-sept-2019.
- García Matamoros, M. A. (2014). Uso instruccional del video didáctico. *Revista de investigación*, 38(81), 43-68.
- Génova, G., & González, M. R. (2016). Teaching ethics to engineers: A socratic experience. *Science and engineering ethics*, 22(2), 567-580.
- Gleason, N. W. (2019). La educación para la futura economía digital. En *El trabajo en la era de los datos*. Colección BBVA OpenMind, n. 12. <https://www.bbvaopenmind.com/libros/el-trabajo-en-la-era-de-los-datos/>.
- Harris Jr, C. E., Pritchard, M. S., Rabins, M. J., James, R., & Englehardt, E. (2013). *Engineering ethics: Concepts and cases*. Wadsworth, Cengage Learning.
- IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent System. Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-Being with Autonomous and Intelligent Systems; Version 2; IEEE: Piscataway, NJ, USA. http://standards.ieee.org/develop/indconn/ec/autonomous_systems.html
- Jiménez Rodríguez, A. (2015) *Construcción de una red de comunicaciones de bajo coste para zonas rurales de El Salvador*. Universidad Politécnica de Madrid. Proyecto Fin de Grado.



- Lathem, S.A., Neumann, M.D., & Hayden, N. (2011). The socially responsible engineer: Assessing student attitudes of roles and responsibilities. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 444-474.
- Leal, W., & Pace, P. (2016). Teaching Education for Sustainable Development: Implications on Learning Programmes at Higher Education. En: Teaching Education for Sustainable Development at University Level. Leal, W., & Pace, P. (Eds.). Springer, pp. 1-6.
- Lincoln, R. (2019) Science & Technology. Embedded EthiCS wins \$150,000 grant. *The Harvard Gazette* <https://news.harvard.edu/gazette/story/2019/04/harvards-embedded-ethics-program-wins-grant/> Recuperado el 4-mar-2020.
- Lozano, J. F., Palau, G., Gozávez, V., & Boni, A. (2006). The use of moral dilemmas for teaching agricultural Engineers. *Science and Engineering Ethics*, 12(2), 327-334.
- Miñano, R. (2019) *Formación en competencias de sostenibilidad, responsabilidad social y ética profesional: estudio de casos en ingeniería industrial e ingeniería informática*. Universidad Politécnica de Madrid (Tesis doctoral).
- Miñano, R, Fernandez 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, DOI:10.3926/jotse.203.
- Miñano, R., Uribe, D., Moreno-Romero, A., & Yáñez, S. (2019). Embedding sustainability competences into engineering education. The case of informatics engineering and industrial engineering degree programs at Spanish universities. *Sustainability*, 11(20), 1-29.
- Miñano, R., Uruburu, Á., Moreno-Romero, 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.
- Mitcham, C., & Englehardt, E. E. (2019). Ethics Across the Curriculum: Prospects for Broader (and Deeper) Teaching and Learning in Research and Engineering Ethics. *Sci Eng Ethics* 25, 1735–1762. DOI:10.1007/s11948-016-9797-7.
- Moor, J. H. (2005). Why we need better ethics for emerging technologies. *Ethics Inf Technol*, 7, 111-119.
- Moriarty, E. (2015). Toward a Global Engineering Curriculum. En: Engineering Ethics for a Globalized World. Murphy, C., Gardoni, P., Bashir, H., Harris Jr, C. E., & Masad, E. (Eds.). Philosophy of Engineering and Technology (Vol. 22). Springer.
- Mulder, K. F., Segalàs, J., & Ferrer-Balas, D. (2012). How to educate engineers for/in sustainable development: Ten years of discussion, remaining challenges. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3), 211-218.
- Murga-Menoyo, M. Á., & Novo, M. (2017). Sostenibilidad, desarrollo «glocal» y ciudadanía planetaria. Referentes de una Pedagogía para el desarrollo sostenible. Teoría de la Educación. *Revista Interuniversitaria*, 29(1), 55-78.
- Narvarte Fernández, L. (2020). *Crisis energética y cambio climático, ¿Verdad científica o posición ideológica?* Conferencia en UPM. https://youtu.be/b-od9zYq_YI
- Olivares Olivares, S. L., López Cabrera, M. V., & Valdéz García, J. E. (2018). Aprendizaje basado en retos. Una experiencia de innovación para enfrentar problemas de salud pública. *Educación médica*, 9(3) 230-237.
- Otero, M. R., Greca, I. M., & Lang da Silveira, F. L. (2003). Imágenes visuales en el aula y rendimiento escolar en Física: Un estudio comparativo. *Revista Electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 1-30.



- Park, Y. (2011). Using News Articles to Build a Critical Literacy Classroom in an EFL Setting. *TESOL Journal*, 2(1), 24-51 DOI:10.5054/tj.2011.244134.
- Quintanilla, I. (2012). *Techné: la filosofía y el sentido de la técnica*. Common Ground España, 2012.
- Royal Academy of Engineering (2017). Statement of Ethical Principles for the engineering profession. Royal Academy of Engineering, UK. <https://www.raeng.org.uk/policy/engineering-ethics/ethics>.
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. *Nat Sustain*, 2, 805–814. DOI:10.1038/s41893-019-0352-9
- Stahl, B. C., Timmermans, J., & Mittelstadt, B. D. (2016). The Ethics of Computing ACM. *Computing Surveys*, 48(4), 29-84 DOI:10.1145/2871196.
- Sterling, S. (2012). *The Future Fit Framework: An introductory guide to teaching and learning for sustainability in Higher Education*. York: Higher Education Academy.
- Sunderland, M. E. (2019). Using Student Engagement to Relocate Ethics to the Core of the Engineering Curriculum. *Sci Eng Ethics*, 25, 1771-1788. DOI:10.1007/s11948-013-9444-5.
- Telefónica (2018). *Manifiesto por un Nuevo Pacto Digital. Una digitalización basada en las personas*. <https://www.telefonica.com/manifiesto-digital/>.
- Tey, A. (2006). Dilemas morales, diagnóstico de situaciones y comprensión crítica. En Boni, A., & Pérez-Foguet, A. (Eds.). *Construir la ciudadanía global desde la universidad: propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas (Vol. 32)*. Intermón Oxfam Editorial.
- Thiel, C. E., Bagdasarov, Z., Harkrider, L., Johnson, J. F., & Mumford, M. D. (2012). Leader ethical decision-making in organizations: Strategies for sensemaking. *Journal of Business Ethics*, 107(1), 49-64.
- Traver Martí, J. A., & García López, R. (2006). La técnica puzzle de Aronson como herramienta para desarrollar la competencia "compromiso ético" y la solidaridad en la enseñanza universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40(4), 1-9. DOI:10.35362/rie4042499.
- Tresguerres, J. (2018). *Diseño y desarrollo de aplicaciones móviles accesibles en un entorno de MIT App Inventor*. Universidad Politécnica de Madrid, Proyecto fin de grado.
- Valderrama, R., Alcántara, F., Sanchez, F. et al. (2020). ¿Forma en sostenibilidad el sistema universitario español?: visión del alumnado de cuatro universidades. *Educación XX1: Revista de la Facultad de Educación*, 23(1), 221-245. DOI:10.5944/educxx1.23420
- Vallejo, F., & Zorrilla, M. (2016). El debate como instrumento docente para trabajar las competencias transversales y la ética en la profesión informática. Actas de las XXII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, (pp. 103-110), Universidad de Almería, Almería, Spain, 6-8 Julio 2016.
- Wickson, F., Strand, R., & Kjølberg, K. L. (2015). The Walkshop Approach to Science and Technology Ethics. *Sci Eng Ethics* 21, 241-264. DOI:10.1007/s11948-014-9526-z.