

# CUIEET

Gijón

Gijón,  
25, 26 y 27 de  
junio 2018

## XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

### LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL  
**XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa**  
**En las Enseñanzas Técnicas**  
25-27 de junio de 2018  
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón  
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 <sup>er</sup> curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521



Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests &amp; voices</i>	1054



Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

*Índice de ponencias*

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



## **Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: Estrategias para integrar la ética en los programas de formación.**

**Carlos de Lama Burgos<sup>(a)</sup>, Carlos Manzanares Cañizares<sup>(a)</sup> y Cristina González Gaya<sup>(a)</sup>**

<sup>(a)</sup>Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación; ETSII- UNED C/ del Rosal, 12, 28040 Madrid (Spain), cdelama@invi.uned.es, cmanzanar2@alumno.uned.es, cgonzalez@ind.uned.es

---

### ***Abstract***

*The professionals in the field of industrial engineering, as a group, have a great responsibility in the exercise of their profession. The daily decision-making they face can lead to optimization and sustainability of natural resources, as well as pollution that affects the entire population.*

*In the exercise of his profession, the industrial engineer satisfies the demands of the business environment given that he has technical capabilities in organization, logistics, construction, materials, industrial safety installations, energy, etc. but it is essential that you do not lose a sustainable vision of the resources and protection of the environment demanded by today's society.*

*Therefore, in addition to quality technical training, a complementary training in ethical values is necessary as an inherent part of the competences that must be required of graduates in industrial engineering.*

*Establishing strategies for the integration of ethical values in training satisfies the demand of a society increasingly aware of the protection of the environment, natural resources and the most vulnerable people.*

**Keywords:** *Industrial engineering, sustainability, professional ethics, training.*

## **Resumen**

*Los profesionales en el ámbito de la ingeniería industrial, como colectivo, tienen una gran responsabilidad en el ejercicio de su profesión. Las tomas de decisiones diarias a las que se enfrentan pueden llegar a condicionar la optimización y la sostenibilidad de los recursos naturales, así como la contaminación que afecta a toda la población.*

*En el ejercicio de su profesión, el ingeniero industrial satisface las demandas del entorno empresarial, dado que cuenta con capacidades técnicas en organización, logística, construcción, materiales, instalaciones de seguridad industrial, energía, etc. pero es imprescindible que no pierda una visión sostenible de los recursos y de la protección del medio ambiente que demanda la sociedad actual.*

*Por tanto, además de una formación técnica de calidad, se hace necesaria una formación complementaria en valores éticos como una parte inherente de las competencias que se deben exigir a los egresados en la ingeniería del ámbito industrial.*

*Estableciéndose estrategias para la integración de los valores éticos en la formación se satisface la demanda de una sociedad cada día más sensibilizada con la protección del medio ambiente, los recursos naturales y las personas más vulnerables.*

**Palabras clave:** *Ingeniería industrial, sostenibilidad, ética profesional, formación*

## **Introducción**

La ingeniería en general y la ingeniería industrial en particular, impulsan el desarrollo económico y social de las naciones y disfrutan de un elevado grado de consideración por parte del mundo empresarial y del resto de la sociedad.

Esta consideración se debe a que la ingeniería industrial aporta soluciones con productos y servicios en campos como la tecnología, la energía, la organización, la producción, los materiales o la logística, que contribuyen desde hace más de 200 años al bienestar y al progreso de la humanidad.

La Revolución Industrial marcó un punto de no retorno en la historia de la humanidad, pasando en poco tiempo de ser sociedades con un eminente carácter rural, basadas en la



mano de obra manual y medios de carga y transporte de mercancías y personas con tracción animal, a transportes mecánicos y sociedades industriales y urbanitas.

Se ampliaron los medios de acceso y obtención de los recursos naturales, se incrementó la productividad en todos los sectores, lo que llevó a mayores beneficios y a una mejora en las condiciones de vida, modificando las costumbres de la vida cotidiana, todo ello gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología que tuvo lugar en ese periodo.

Por contra, se produjo también una extracción y consumo de los recursos naturales sin tener en cuenta que dichos recursos eran finitos, una minusvaloración de la afectación del medio ambiente y un consumo de energía que provocó un incremento muy significativo de la contaminación ambiental.

A pesar de que España se incorpora a este proceso de industrialización con retraso si se compara con el resto de nuestro entorno, el sector industrial avanzó de manera notable con los denominados Planes de Desarrollo que en la década de los 60 fomentaron un impulso del sector hasta alcanzar las cotas de desarrollo actuales.

De los tres sectores de producción económico en España, primario (materias primas), secundario (transformación) y terciario (servicios), la ingeniería industrial lidera el sector secundario, dado que representa al sector industrial y al sector energético, pero necesariamente también está presente en el desarrollo del resto de los sectores económicos, aportando tecnología y conocimientos.

Por tanto, se puede afirmar que los técnicos de las diferentes áreas de la ingeniería industrial, como colectivo, tienen un gran peso en el desarrollo económico de las naciones y son una pieza fundamental, no sólo influyendo en el progreso y bienestar de las personas, sino también en la mejora de la productividad y en la bajada de precios en todos los productos y servicios.

## **Metodología**

### **2.1. Necesidades de la sociedad**

Actualmente la sociedad demanda a los poderes públicos que regulen en favor de unos sistemas de producción sostenibles, entendiendo por sostenibilidad las estrategias para cubrir las necesidades de la población sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras.

Incluir la ética profesional en los programas de formación de la ingeniería industrial parece esencial para que los futuros egresados tengan plena conciencia de las consecuencias y responsabilidades de sus acciones y toma de decisiones. La ética profesional debe estar inte-

grada en los planes de estudios y deben participar en el conocimiento de la misma, estudiantes, docentes y responsables de materia.

El desarrollo económico actual debe atender a los nuevos retos y exigencias vinculadas a la eficiencia, a la protección de las personas, al medio ambiente y a los recursos, lo que implica que los profesionales en el ámbito de la ingeniería industrial tienen el deber de desarrollar su profesión respetando estas nuevas exigencias, y creando productos y servicios que tengan en cuenta el concepto de sostenibilidad.

Como prueba de ello, el 25 de septiembre de 2015 los líderes mundiales, en el marco de Naciones Unidas [1], adoptaron un conjunto de objetivos globales con el fin de erradicar la pobreza, mejorar las condiciones de vida de la población y lograr la rápida transición a una economía baja en emisiones de carbono y resiliente al cambio climático, y así promover la prosperidad y la seguridad de las generaciones presentes y futuras.

Todos estos argumentos conducen a la necesidad de hacer una reflexión sobre qué capacidades y conocimientos son los que demandan las organizaciones públicas y privadas de los programas de formación y cuáles son las capacidades en torno a los valores éticos dentro del ejercicio de la profesión que está exigiendo la sociedad, y así poder integrar ambas.

## **2.2. Análisis de los planes de estudio**

En lo referente a la reflexión indicada en el apartado anterior, en el ámbito docente en el año 2009 se plasmó con dos Órdenes del entonces Ministerio de Ciencia e Innovación ante la llegada del marco de Bolonia para los títulos universitarios de grado y máster en el ámbito industrial.

Así, la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial [2] y la Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial [3]

Analizando dichas Órdenes para comprobar qué referencias sobre ética profesional incluyen los requisitos de los programas formativos, se puede evidenciar que, en el caso de los títulos de grado en el ámbito industrial que dan acceso a la profesión de ingeniería técnica industrial, dentro de los objetivos de las competencias que deben adquirir los estudiantes, está la capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas. Este objetivo de capacidad no se ve reflejado posteriormente en el contenido mínimo exigido en los planes de estudios, por lo que, aunque es un objetivo que debe alcanzar el egresado, no tiene por qué demostrar dicha capacidad si el plan de estudios no lo recoge.

En el caso del máster en ingeniería industrial, dentro de los objetivos de las competencias que deben adquirir los estudiantes, está la de ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. Al igual que en el caso anterior de los programas de estudio de estudiantes de grado, no hay referencias en el contenido mínimo exigido en el plan de estudios.

Por tanto, la capacidad técnica y la capacidad de gestión estarían incorporadas dentro del contenido mínimo de los planes de estudios en el ámbito de la ingeniería industrial, pero no así los valores éticos.

El hecho de que los valores éticos no aparezcan como obligatorios implica que las exigencias que actualmente reclama la sociedad pueden no estar asumidas por los estudiantes y, como consecuencia, por los egresados, pudiendo finalizar sus estudios sin haber tenido contacto con la ética de la profesión, cuando la realidad es que la ingeniería es una actividad en la que la moral está presente de manera inherente.

Es un error pensar que los profesionales de la ingeniería en el ámbito industrial deben únicamente guiarse por el cumplimiento de la normativa, en primer lugar porque este cumplimiento normativo siempre es de mínimos; en segundo lugar, porque existen numerosos supuestos que no están recogidos en la normativa y en tercer lugar, porque hay que tener en cuenta que aunque las actuaciones se hagan dentro de la normativa, pueden no ser éticamente aceptables.

Un ejemplo en este sentido es la diferencia de los términos eficacia y eficiencia, identificando la eficacia como la capacidad de lograr un objetivo, y la eficiencia como la capacidad de conseguir ese objetivo con los menos recursos posibles.

Por tanto, cuando se trabaja con eficacia, se trata de conseguir un objetivo sin tener en cuenta otros parámetros, mientras que cuando se trabaja con eficiencia, se trata de conseguir el mismo objetivo pero en el mínimo tiempo y con el mínimo de recursos posibles, repercutiendo, por tanto, no solo al cliente sino a la sociedad en general.

La normativa técnica de obligado cumplimiento, incluso las normas no obligatorias pero de reconocido prestigio en materia de calidad y seguridad, están basadas de manera habitual en prestaciones, y difícilmente podrá interpretarse como obligación el logro de los objetivos con el menor costo posible, es decir, con eficiencia, a pesar de que pudiera estar presente ese espíritu para los redactores de las norma.

### **2.3. Estrategia para integrar la ética en los programas de formación**

Desde un punto de vista neurológico, la zona de la corteza prefrontal del cerebro humano sufre un retraso de maduración con respecto a otras áreas del mismo. Esta área del cerebro está implicada en todo aquello que consideramos más humano, desde la ética, la moral, el razonamiento o la propia responsabilidad social, el control de las emociones y la impulsividad hasta la toma de decisiones y la planificación responsable del futuro de la propia vida del individuo. Esta parte del cerebro no termina de madurar hasta los 25 – 27 años. [4]

La maduración del cerebro del estudiante, sobre todo en estudios presenciales de grado y máster de ingeniería, donde la mayoría de estudiantes ingresan desde estudios de bachillerato o formación profesional de grado superior, condicionará la estrategia de integración de la ética en los planes de estudio.

En base a lo indicado se pueden establecer las siguientes fases para la integración de la ética y asignaturas afines en los planes de estudio, según se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Fases para la integración de la ética en los planes de estudio**

1ª Fase
Identificación de asignaturas relacionadas con la ética o materias afines a la misma ofertadas en los grados y máster de ingeniería del ámbito industrial.
2ª Fase
Propuesta de un programa de formación complementario en función de los contenidos identificados en el grado y máster.
3ª Fase
Elaboración de la metodología docente basada en el desarrollo de asignaturas optativas y talleres para formar de manera continua a los estudiantes durante sus estudios de grado y máster.
4ª Fase
Formación en la normativa nacional e internacional en materia de ética y responsabilidad social corporativa aplicable a cualquier tipo de organización y certificable por una tercera parte (Organismo de certificación).

Fuente. Elaboración propia. (2018)

Para el desarrollo de la *primera fase*, se debe relizar un análisis de los planes de estudio de grado y máster para localizar las asignaturas que tengan relación con la ética y también con la responsabilidad social corporativa.

Las identificación de la asignatura de ética o afines ofertada en el plan de estudios analizado, va a servir de base para realizar o proponer un programa de estudios complementario.

Como ejemplo de identificación de asignaturas relacionadas con la ética o responsabilidad social corporativa se han analizado los planes de estudio de grado y máster ofertados por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED se oferta la asignatura *Sostenibilidad y eficiencia en la ingeniería* como materia obligatoria del *Máster universitario en Investigación en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control Industrial*, incluyendo dicha asignatura los requisitos desarrollados en el presente artículo. Entre los contenidos de la asignatura indicada destacamos los siguientes:

- Conceptos básicos. Principales problemas medioambientales
- Sostenibilidad, energía y medio ambiente
- Indicadores de sostenibilidad. Evaluación de impacto.
- Reducción de emisiones. Protocolos internacionales (Kioto, etc.)
- Responsabilidad Social Corporativa
- Iniciativa GRI (Global Reporting Initiative)
- Informe de Sostenibilidad
- Proyectos y gestión de la sostenibilidad: Agenda 21, etc.

Otra asignatura ofertada es “Análisis del entorno y administración de empresas” la cual aparece como materia obligatoria en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y como optativa en el cuarto curso del Grado en Ingeniería Eléctrica y del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática.

En lo referente a la *segunda fase*, el programa de formación complementario es recomendable que sea lo más amplio posible y que se extienda a lo largo de la vida académica del estudiante, debido a la maduración de su cerebro como ya se ha indicado, considerando un error ofertar solamente una asignatura relacionada con la ética o la responsabilidad social corporativa en un plan de estudios de grado con continuidad en un máster con un periodo formativo variable entre 4 y 6 años académicos. La consolidación de los conceptos de la ética profesional deben ir en paralelo con el desarrollo del plan de estudios. En el caso de

que no sea posible incorporar asignaturas al tratarse de un plan de estudios cerrado, dicho plan se debe complementar con talleres y cursos de ética y afines a lo largo de la vida académica del estudiante.

Como *tercera fase* para la integración de la ética es necesario ofrecer al estudiante una metodología docente basada en una visión ética de los conocimientos adquiridos para que pueda aplicar los conceptos de responsabilidad y sus consecuencias en todos y cada uno de los contenidos del programa de formación del grado estudiado.

El concepto de responsabilidad debe ser considerado dentro de los planes de estudio en dos vertientes que, ya de alguna manera se apuntan por Ibo Van De Poel y Lambèr Royakkers. [5]

Estas dos vertientes son la *responsabilidad pasiva* y la *responsabilidad activa*, siendo dichas responsabilidades consideradas como la base para la integración de la ética en los programas de formación.

También se hace necesario en el desarrollo de la estrategia, enlazar con las responsabilidades pasiva y activa el concepto de *negligencia*, definida por el jurista Francesco Carrara como la “voluntaria omisión de diligencia en calcular las consecuencias posibles y previsibles del propio hecho” en el ámbito de la ingeniería industrial puede generar importantes consecuencias y aparece por tomas de decisiones de distintos tipos de manera irresponsable.

Rafael Escolá y José Ignacio Murillo [6] establecen una relación de acciones negligentes que pueden perfectamente adaptarse al ámbito de la ingeniería industrial:

- a. Por no comprobar o no preparar
- b. Por desentenderse
- c. Por no exigir
- d. Por actuar ignorando la trascendencia de lo que se hace
- e. Por salirse de su lugar
- f. Por estorbar
- g. Por no medir las circunstancias de otros

Acciones negligentes tan cotidianas como las señaladas pueden traer graves consecuencias dependiendo del ámbito donde se den.

Es necesario analizar cómo trasladar toda esta información, en la que aparecen conceptos como ética profesional, responsabilidad y consecuencias al estudiante de ingeniería industrial, siendo vitales no sólo para el desarrollo y futuro profesional del propio estudiante, sino también para el resto de la población.

En este análisis se debe tener en cuenta que la formación en valores es difícil de asimilar como un concepto individual o como una asignatura más, y que debe integrarse a lo largo



de todo el ciclo formativo, tal y como se hace, por ejemplo, con los proyectos integradores que tienen algunas escuelas de ingeniería.

Como formación complementaria, el estudiante debe ser consciente de la responsabilidad civil y penal de sus actuaciones. Esta formación específica, por ejemplo, se viene impartiendo actualmente en algunas Universidades públicas y privadas de la Comunidad de Madrid por parte de la secretaría técnica del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid mediante ponencias por invitación de las propias Universidades.

No se pretende, en ningún caso, analizar la posibilidad de una formación moral, entendida dicha formación moral como relativa a las acciones de las personas desde el punto de vista del bien y del mal, ya que se entiende que el alumno que accede a una titulación universitaria ya posee un pensamiento crítico que le hace distinguir esa diferencia entre el bien y el mal.

En resumen, para que esta visión de la responsabilidad pasiva y activa sea asimilada por el estudiante, el programa formativo debe, desde un punto de vista ético, contener las siguientes características:

1. Una adecuada visión de las normas que afectan en su ejercicio profesional.
2. Una capacidad de asumir un código de conducta basado en los principios éticos
3. Una percepción de las consecuencias que sus acciones pueden llegar a tener tanto en la vida de los demás como en su propio desarrollo profesional.

Los principios éticos han sido recogidos en los distintos códigos deontológicos de las distintas profesiones y pueden resumirse en conceptos como honestidad, dignidad, integridad, independencia, secreto profesional y diligencia.

Estos mismos principios éticos tienen distinto enfoque dependiendo de la profesión. No es comparable el comportamiento que el ingeniero debe tener con su cliente, con el que debe tener el médico con su paciente, al igual que no es comparable tampoco la actitud que debe tener el ingeniero respecto a la protección del medio ambiente con la que debe tener el abogado.

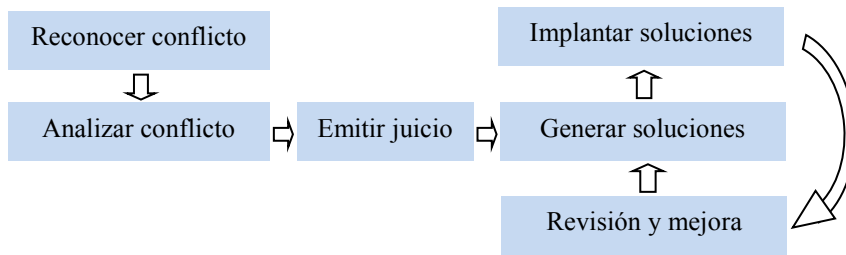
En el caso de la ética profesional del estudiante de ingeniería en el ámbito industrial, ésta debe tener una componente de enfoque global y a largo plazo, debido a las connotaciones que tiene su labor diaria respecto a la sostenibilidad.

Por tanto, el programa de estudio debe estar adaptado para que el estudiante pueda adquirir capacidades en valores que complementen las capacidades de gestión o tecnología.

1. Capacidad para reconocer un conflicto moral.
2. Capacidad para analizar el conflicto y sus consecuencias.
3. Capacidad para emitir un juicio moral sobre dicho conflicto.

4. Capacidad para generar distintas soluciones al conflicto.
5. Capacidad para argumentar y persuadir para la implantación de la solución al conflicto.

**Figura 1. Objetivo de formación en valores**



Fuente. Elaboración propia. (2018)

Por último la *cuarta fase* se debe centrar en formar al estudiante en la normativa nacional e internacional relacionada con la *responsabilidad social corporativa* en el ámbito de cualquier tipo de organización pública o privada. [7]

Entre la normativa para la certificación de la *responsabilidad social corporativa* descamos la siguiente [9]:

- UNE 19601 Sistema de gestión de Compliance Penal (estándar nacional de mejores prácticas para prevenir delitos, reducir el riesgo, y fomentar una cultura empresarial ética y de cumplimiento con la Ley Orgánica 1/2015 de reforma del Código Penal).
- ISO 37001 Sistema de gestión para prevenir el soborno en las organizaciones (estándar internacional que especifica los requisitos y proporciona una guía para establecer, implementar, mantener, revisar y mejorar un sistema de gestión antisoborno).
- Sistema de Gestión de la Responsabilidad Social IQNet SR10 (estándar internacional de gestión y mejora SR10).
- UNE 165001 Productos Financieros Socialmente Responsables (Productos financieros que, además de los económicos, incorporan criterios de responsabilidad social en su gestión).

- Guía Global Reporting Initiative (GRI) permite a las empresas comunicar, de forma transparente, los resultados de los compromisos adquiridos desde una triple perspectiva ambiental, económica y social. GRI es un acuerdo internacional cuya función es promover la elaboración de *Memorias de Sostenibilidad* para su uso voluntario por parte de organizaciones que desean informar sobre los aspectos económicos, medioambientales y sociales de sus actividades, productos y servicios.

La formación en las anteriores normas, así como el proceso de certificación de la misma, se puede realizar a través de la oferta de cursos complementarios en el último año de estudios del grado o máster.

### **Conclusiones**

Las organizaciones tanto empresariales como sociales, que en definitiva son grupos de personas y medios con un fin determinado, cada vez son más conscientes del impacto social y medioambiental que tienen, lo que implica que el conjunto de la ciudadanía las mida por su desempeño integral y por ello exige que los métodos de producción y distribución sean sostenibles y respetuosos.

En este sentido, asociaciones y consumidores particulares tienen actualmente, a través de las redes sociales, un poder de influencia sobre grandes corporaciones que, hasta hace poco, era desconocido, y de manera complementaria, dichas corporaciones están viendo en la responsabilidad social empresarial una vía para aumentar su ventaja competitiva al mejorar su reputación de cara a clientes e inversores, así como su capacidad de atraer y retener talento profesional.

Por tanto, si los resultados económicos de las empresas están siendo condicionados por las demandas sociales, es evidente que esta exigencia se traslada de manera directa a la labor de los profesionales de la ingeniería industrial que, como se sabe, tienen un peso significativo dentro de la economía global.

Los programas de formación del estudiante en cualquiera de los títulos de las ramas industriales deben ser capaces de transmitir la sensibilidad necesaria a través de la formación en ética y talleres afines para afrontar los retos tecnológicos y sociales, satisfacer las necesidades de las corporaciones que han integrado la responsabilidad social y, por tanto, establecer como valores esenciales los objetivos globales de la sostenibilidad.

Gracias al conocimiento de la ética y de la responsabilidad social corporativa, estos objetivos de sostenibilidad que el estudiante debe integrar en todos sus trabajos dentro de su desarrollo académico, pueden resumirse en:

1. Optimizar recursos y minimizar el uso de materias primas y energía.
2. Minimizar la generación de residuos y elementos contaminantes, procurando el uso de elementos reciclables y haciendo previsión así mismo de los sistemas oportunos para que dichos residuos sean tratados.
3. Tener en consideración la seguridad y la salud en obras, producción o servicios tanto para trabajadores como para el resto de la sociedad.
4. Velar por la protección del medio ambiente con la mirada puesta siempre en el principio de sostenibilidad y el desarrollo sostenible.
5. Velar por la mejora de la sociedad en general y por los colectivos más vulnerables, como el de personas con discapacidad en particular.
6. Tener presente a otros pueblos más desfavorecidos, utilizando los conocimientos adquiridos y la tecnología para favorecer el acceso a servicios básicos como el agua, el saneamiento, la energía o las infraestructuras.

Hasta la fecha distintas universidades tal como se mencionaba anteriormente han hecho esfuerzos para introducir en los programas formativos en ingeniería industrial asignaturas transversales que de alguna manera esbozan estos ideales de sostenibilidad y ética mediante asignaturas, como parte de proyectos integradores o aprendizaje basado en proyectos tipo Project Based Learning, (PBL) o mediante conferencias puntuales.

Es una materia pendiente la introducción de estos conceptos de sostenibilidad y ética en todo el programa formativo para que penetre de una manera natural en el pensamiento del estudiante y por tanto que asimile las ventajas que estos conceptos tienen no sólo para la sociedad sino para su propio futuro profesional.

Así mismo se debe analizar y posteriormente plantear un método válido de seguimiento para evidenciar el cambio de mentalidad del estudiante respecto a la sociedad y su entorno y cómo pueden afectar estos avances en el futuro de sus tomas de decisiones una vez incorporados en el mundo empresarial y en particular en el industrial.

La confianza en la labor generada por la ingeniería industrial se puede mantener e incrementar siempre y cuando organizaciones y sociedad perciban que las soluciones que aportan los nuevos egresados no son tecnológicamente útiles sino también sostenibles.

## **Referencias**

- [1] Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. *Objetivos de desarrollo sostenible*. <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
- [2] Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial

- [3] Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial
- [4] Mora F. (2013). Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial Ed. Madrid (España). 38 pp.
- [5] Ibo van de Poel, Lambèr Royakkers (2011). *Ethics, Technology, and Engineering*. Ed Wiley-Blackwell. Reino Unido. 9-14 pp
- [6] Rafael Escolá, José Ignacio Murillo (2002). *Ética para ingenieros*. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. Pamplona. 51-54 pp.
- [7] Cubero JJ. (2009). *La Responsabilidad Social de las Empresas en la Ingeniería*. FORUM CALIDAD N° 199. España. 56-60 pp.
- [8] *Responsabilidad social*. Web de AENOR. Dirección URL:  
[http://www.aenor.es/aenor/certificacion/resp\\_social/respsocial.asp#.Wr45CEXuKdI](http://www.aenor.es/aenor/certificacion/resp_social/respsocial.asp#.Wr45CEXuKdI)