

Tribuna

# Las competencias sociales en las enseñanzas de Ingeniería

■ **Benjamín Calvo Pérez** (Foro de Empresas Innovadoras) y **Domingo Alfonso Martín Sánchez**, profesor de la ETSI de Minas y Energía (UPM)

La progresiva implantación de los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) está originando en la mayor parte de las universidades españolas una reforma profunda de las enseñanzas, no sólo desde el punto de vista formal, sino también de las ideas fundamentales que la asisten, que durante muchos años habían permanecido inalteradas. Se plantea en muchos casos cuáles son los objetivos a cumplir por los procesos formativos y se pone en cuestión que la preparación para la profesión, o incluso la adquisición de conocimientos, sea la única meta de los estudios superiores.

Existe en algunas universidades la creencia de que los conocimientos adquiridos y las habilidades desarrolladas deben complementarse, e incluso subordinarse, a una formación integral del estudiante como individuo social. Es lo que se ha dado en llamar transversalidad, palabra comodín de significado incierto, pero que alude al hecho de que las competencias específicas de las distintas asignaturas deben verse integradas en un contexto de beneficio social. Esto supone hacer partícipes a los estudiantes de una reflexión sobre la finalidad última de sus estudios, los criterios sociales de reparto de la riqueza, los medios de acceso al poder y la forma de ejercerlo, la necesidad de participación activa en el servicio a la sociedad, el compromiso de defensa ecuatorial de ideas, no solamente científicas y técnicas, sino también sociales y económicas, y otros muchos aspectos.

En suma, lo que se pretende bajo el epígrafe de la transversalidad es la formación en valores de los estudiantes universitarios y la inclusión de la ética profesional y social en las enseñanzas.

En el campo de las ingenierías, en concreto, parece muy necesario que los estudiantes se formen en valores y se dejen iluminar por criterios éticos. Es un lugar común, pero no por ello menos cierto, que en la sociedad actual están primando valores alejados de tales criterios: competitividad sin límites, consumo immoderado, bienestar a cualquier precio, indiferencia ante las necesidades ajenas... son conceptos que han calado más en el subconsciente colectivo de la sociedad de hoy que sus opuestos. Los ingenieros, como profesionales que han de aplicar los conocimientos científicos al desarrollo humano, como futuros dirigentes de empresas, deben jugar y jugarán un papel relevante en

la aplicación de unos u otros criterios, más allá de su eficiencia como gestores de la producción.

¿Cómo abordar esta transformación radical de pensamiento? ¿Cómo incluir en las enseñanzas de ingeniería esta necesaria coloración ética? Los planes de estudios diseñados son muy técnicos, muy compactos, y no prestan atención a esta transversalidad social, que juzgamos esencial. Como el conejito blanco del cuento de Alicia, corremos con mucha prisa, sin saber a dónde vamos.

Con humildad, pero con firmeza, estamos desarrollando desde 2006 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (ETSIME) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) un proyecto que en su origen fue una Cátedra de Ética y Valores en la Ingeniería. Esto ha sido posible gracias a tres directores de la ETSIME que han sido capaces de mantenerlo lo iniciado por uno de ellos, Alfonso Maldonado, quien contó con el apoyo de un gran ingeniero de Minas, Juan Manuel Kindelán, desgraciadamente fallecido. Con el tiempo ha ido tomando forma y hoy es algo más ambicioso: una Unidad de Emprendimiento Social, Ética y Valores, cuyas actividades se han ido integrando en los planes de estudio como asignaturas optativas de gran aceptación y participación estudiantil. También con numerosas actividades externas, como los talleres de aprendizaje servicio, con las que se pretende que los futuros ingenieros lleguen a comprender la realidad de forma crítica, y ello implica necesariamente la reflexión sobre la razón de ser de las realidades sociales.

La ética es algo que desde la década de los 90 se empezó a incorporar en los estudios universitarios y pasó también a ser motivo de investigación y reflexión. Como casi siempre, los Estados Unidos han sido pioneros. En el ámbito de la ingeniería, fue precisamente la Escuela de Minas de la Universidad de Colorado la pionera con la incorporación de uno de los relevantes filósofos de la tecnología y la innovación: Carl Mitcham. Harvard tiene estas orientaciones desde hace tiempo en diversos ámbitos de la formación científica y tecnológica, y lo mismo ha ocurrido con el MIT. En estos momentos las universidades de los países nórdicos están incluyendo la ética en los programas de ingeniería (véase por ejemplo la Universidad de Aalborg).

Sin embargo, en España son las políticas las que han avanzado e incorporado en sus estrategias educativas de enseñanza superior las cuestiones sobre ética, emprendimiento social y aprendizaje servicio. La UPM

tiene bastante extendido aunque no con la intensidad y la integración de la Escuela de Minas y Energía, donde a lo largo de sus ocho años de vida, este proceso novedoso ha sido interesante, rico en matices y diverso en iniciativas, tales como asignaturas de libre elección, proyectos externos y labores de tutela de estudiantes superiores sobre los recién ingresados (*mentoring*). No ha estado exento de dificultades, pero ha tenido una evolución positiva que ha ido moldeando la agenda temática de los cursos impartidos. Hasta ha merecido dos premios concedidos por instituciones ajenas al mundo académico: uno, de la Generalitat de Cataluña en 2010, II Edición de los Premios Corresponsables, en la categoría de Administración y Entidades Públicas. Y el segundo, por Sacyr Vallehermoso en la segunda edición del premio "Hacemos lo Imposible", modalidad Educación para la Innovación.

En los últimos años, se ha integrado el proceso de *mentoring*, al que ya se ha aludido. Esta iniciativa ha resultado extraordinariamente exitosa. Los alumnos de últimos cursos implicados en la Unidad transmiten a sus tutelados de primeros cursos la experiencia, y nada que un profesor pueda explicar se compara al efecto producido. Ciertamente, las palabras mueven pero los ejemplos arrastran.

Como conclusión, se puede decir que la iniciativa refuerza la constante búsqueda de la interdisciplinariedad y de la cooperación como idea directora de la relación con agentes externos en los procesos de innovación social. También considera la apuesta por dotarse de marcos propios con dimensiones y dinámicas éticas, como resultado de un proceso de investigación y autorreflexión a partir de estudios sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

La tecnología, en conexión con el progreso científico, es una de las principales fuerzas que contribuye al cambio en la humanidad. Los ingenieros desarrollan esta tecnología, y sus actividades tienen por tanto un impacto económico, social y ambiental. En el caso de la ingeniería de minas, su efecto no es siempre positivo en la sostenibilidad de los recursos, en la calidad del medio y en el bienestar de los pueblos afectados por las explotaciones. Por ello, se hace evidente la necesidad de incluir dimensiones éticas en su formación, contribuyendo al reconocimiento de la necesidad del emprendimiento social para una reinvención de las enseñanzas universitarias. Tales necesidades ya han sido detectadas por muchas empresas, que adoptan en sus estrategias el concepto relacionado de RSC.



CEUS estará destinado a aeronaves no tripuladas (UAS) de clase 3.

Viene de página 1

correrá a cargo de INTA-CEDEA como gestores del espacio aéreo y propietarios de los equipos preexistentes, mientras que la gestión administrativa la llevará a cabo IDEA. Para ello, la explotación será realizada por un agente empresarial especializado independiente seleccionado mediante concurso público.

Las infraestructuras de CEUS comprenderán un vial o pista de ensayos de 2.000 metros de longitud y 45 de anchura para la realización de pruebas de vehículos autónomos terrestres así como para la toma y despegue de vehículos aéreos no tripulados, una plataforma para estacionamiento y pruebas, talleres de trabajo, así como diferentes oficinas e instalaciones para logística y seguridad. Todo ello en un espacio de 75 hectáreas.

Los viales de ensayos no constituirán una pista aeroportuaria en sí, según especifica el INTA, "ni es necesario que lo sean". El centro estará destinado a UAS de clase 3, cuyas características nominales de diseño son: 8 metros de ancho, 4,6 metros de largo, 1,8 metros de alto y peso máximo en viales de 5.000 kilos.

## Instalaciones

Entre las instalaciones diseñadas para CEUS figuran laboratorios de robótica, automática, aviónica, software y cargas de pago, dos talleres de grandes dimensiones (50x50 metros diáfanos) para preparación e integración de los sistemas experimentales y aulas de formación.

Una de las características singulares de las áreas de taller y laboratorios es que su cubierta procurará integrar la instalación en el entorno natural, minimizando el impacto visual. Para ello, se estudia la posibilidad de realizar cubiertas vegetales mediante la implantación de tepes con vegetación autóctona.

La plataforma de estacionamiento tendrá una superficie de 9.000

m<sup>2</sup>, con firme de pavimento resistente a hidrocarburos formado por losas de hormigón en cuadrículas de 5 metros.

El INTA considera necesario disponer de plataformas científicas aéreas no tripuladas que puedan analizar fenómenos como nubes radiactivas o de polvo. Estas aeronaves no tripuladas configuradas para misiones de investigación atmosférica, teledetección y ensayos de nuevos equipos o instrumentos reciben el nombre de Plataforma Aérea de Investigación (PAI).

## PAI

Estos aviones podrán realizar dichas operaciones hasta una altitud máxima de 15.000 pies durante prolongados períodos de tiempo, superiores a 10 horas.

Los vehículos aéreos y sus sensores de observación deberán ser controlados y monitorizados en tiempo real desde una estación de control en tierra. Las comunicaciones tierra-aire y viceversa se realizarán por enlace en línea de vista radio eléctrica.

El laboratorio para estaciones de control de CEUS estará permanentemente comunicado durante las operaciones con el Centro de Control de Operaciones del CEDEA. Para ello se establecerá una comunicación bidireccional de voz, video y datos bajo plataforma de red de fibra óptica que enlazará ambos centros.

Habrà además una torre modulable para antenas que será el punto más elevado del centro, aunque siempre con una altura inferior a los 50 metros, y albergará receptores de telemetría y transmisores de señales y datos.

Las aplicaciones civiles en las que se va a trabajar desde CEUS son múltiples: desde misiones relacionadas con la seguridad (protección de fronteras, control de tráfico de drogas o de inmigración irregular) hasta el control de actividades pesqueras, pasando por la detección de vertidos en el mar, la gestión de desastres ecológicos y medioambientales o la localización y desactivación de explosivos

## ENERGÍA

# Polímeros orgánicos: más allá del silicio

Hoy día, el silicio es el material más utilizado en la fabricación de placas fotovoltaicas para la obtención de energía solar. El silicio posee buenos niveles de aprovechamiento de la carga energética recibida (sobre el 25%) pero resulta caro y frena el desarrollo a gran escala de la energía fotovoltaica.

Ahora, investigadores de la Universidad de Málaga (UMA), en cola-

boración con otros centros internacionales, han diseñado una célula fotovoltaica de base orgánica que consigue un 'factor de llenado' del 80%, un hito en el sector.

Los investigadores están demostrando que la eficiencia de las células solares puede aumentar empleando materiales poliméricos (basados en plásticos), que a su vez tienen un coste más reducido e incor-

poran propiedades añadidas como la maleabilidad y la transparencia. Según Rocio Ponce (UMA), el futuro de la energía solar pasará por los semiconductores orgánicos.

En esta investigación participa el profesor Tobin J. Marks, premio Príncipe de Asturias en 2008 y uno de los más reconocidos especialistas a nivel mundial en electrónica orgánica.

## UN MERCADO DE 15.000 MILLONES DE EUROS

El desarrollo de sistemas aéreos no tripulados ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década. Su origen está en el campo militar pero ahora cuenta con un gran potencial para aplicaciones civiles. Según estimaciones del INTA, el mercado de estos sistemas se doblará en los próximos años, alcanzando cifras de negocio superiores a los 1.000 millones de euros en Europa, continente que representa el 10% del mercado global. Lejos aún de los grandes dominadores del mercado, Estados Unidos e Israel, por razones militares y estratégicas de todos conocidas.

A nivel mundial se prevé que el mercado supere los 15.000 millones de euros. Así, la Unión Europea considera el desarrollo de los sistemas no tripulados como ámbito de actuación de especial relevancia en el programa de trabajo del Horizonte 2020 y trabaja en el desarrollo de una normativa que permita la integración de estos sistemas en espacios aéreos no segregados.