



TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO Y LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

Jaime Cervera Bravo
Coordinador. UPM

Agustí Pérez Foguet
UPC

Carlos Mataix Aldeanueva
UPM

Ana Moreno Romero
UPM

José Ignacio Pérez Arriaga
RAI

Jorge Pérez Martínez
UPM

Académico revisor
José Ignacio Pérez Arriaga

11

11.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendemos reflexionar sobre la influencia que la inclusión de la agenda descrita en los capítulos anteriores debe suponer para la formación, y para la de los ingenieros en particular. La discusión plantea, en primer lugar, la pertinencia de dicha inclusión, aun con grados diferenciados, en la formación de todos los titulados y no sólo en la de aquéllos orientados al sistema internacional de cooperación al desarrollo: las razones están tanto en las clases de problemas con los que con mayor frecuencia se han de encontrar los profesionales en un mundo globalizado, como en las competencias necesarias para enfrentarse con éxito a los retos de la globalización. Los conceptos y herramientas procedentes de la ética –o de la deontología profesional– han sido siempre un referente para el quehacer profesional, especialmente en tiempos de cambio; lo son también ahora aun no existiendo unanimidad sobre su aportación o posición en el marco de los nuevos modelos educativos que se derivan de los procesos de convergencia destinados a la construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Este espacio no trata sólo de construir un modelo común sino además, y con gran énfasis, de abrir ese modelo al mercado educativo global que no sólo incluye a los ciudadanos europeos, sino que también pretende atraer a los estudiantes procedentes de otros países, que incluyen al Sur, estudiantes que están llamados a ser agentes activos de su propio desarrollo. Trataremos en consecuencia de aportar alguna luz o recomendaciones útiles.

11.2. EL MUNDO GLOBALIZADO... Y EN RED

Resulta imprescindible situar las tendencias en la reforma de la formación en ingeniería y arquitectura en el contexto de la globalización: en un mundo en el que la economía, la técnica y la cultura se encuentran cada vez más enlazadas a escala mundial, y en el que los procesos de cambio se multiplican por el efecto combinado de los avances técnicos con dicha escala creciente en las relaciones, resulta ineludible la capacidad de los profesionales para comprender, integrarse, o incluso extender ese conjunto de lazos.

Esta capacidad exige no sólo conocimientos y habilidades obvias en el marco internacional, como son el dominio de los idiomas, o la disponibilidad y facilidad para la movilidad. Dicha capacidad exige cada vez más la facilidad para desenvolverse adecuadamente en ambientes multiprofesionales y multiculturales, con conocimiento, comprensión y respeto a la diversidad cultural, que resultan imprescindibles para participar adecuadamente en los procesos de colaboración y negociación que deban producirse en contextos de diversidad.

Esta capacidad para comprender y participar en el tejido social, económico y cultural a escala global incluye la capacidades de entender las formas de colaboración en red, de importancia creciente, en la medida en que son las redes, o las cadenas de valor completas si nos referimos al marco de la producción-distribución, las que compiten por el éxito, la influencia o la preponderancia a escala internacional. Pues no se trata sólo de que las decisiones o soluciones aportadas desde uno de los nodos de la Red (o de la cadena) resulten excelentes: las posibilidades de dise-

minación de dichas soluciones o productos están radicalmente limitadas por la eficacia y excelencia de la Red en su conjunto, de manera que el desempeño propio es parte relevante pero insuficiente para caracterizar las posibilidades de éxito que dependen más bien del desempeño del conjunto. Si nos referimos a contextos de desarrollo, en este desempeño del conjunto resulta clave limitar o excluir las condiciones de dependencia de los más débiles, aun siendo la independencia total imposible en el marco global. Desde esta perspectiva resulta de interés recuperar un término del debate en torno a las nociones de dependencia o independencia producido en Latinoamérica, el de *interdependencia* (Max-Neef, Elizalde, Hopenhayn, 1986), que expresa lo inevitable del enlace entre intereses y procesos, pero sin que dicho enlace se establezca desde relaciones de dominio o explotación.

La sociedad en red es el nuevo contexto socioeconómico en el que los profesionales tienen que aprender a desenvolverse. Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, y los modelos red, están modificando aspectos fundamentales del mercado de trabajo, del funcionamiento de las organizaciones y de las formas de relación en los grupos. Manuel Castells ha conceptualizado la sociedad en red como el sistema social de la era de la información, estructurado en redes que se apoyan sobre tecnologías de información y comunicación como instrumentos que potencian esta forma de relación, que no es nueva (Castells, 1998).

En este contexto tecnológicamente complejo, la relación de la universidad con la empresa cobra especial importancia. Marginson (2008) habla de las “univer-

sidades globales abiertas intensivas en investigación”, caracterizadas como un espacio abierto social en el que la comunidad universitaria se relaciona cada vez más con el mundo empresarial, institucional y comunitario. Además, como consecuencia de la globalización y de la difusión de Internet, la extensión universitaria ha sobrepasado el ámbito local siendo cada más frecuente la colaboración de la Universidad con empresas e instituciones internacionales.

En este contexto resultan necesarias capacidades individuales en los ámbitos de la comunicación, la identificación y caracterización de socios, la negociación para la especialización entre los diferentes nodos, así como las cualidades requeridas para la colaboración en contextos de diversidad, capacidades que resultan imprescindibles en cualquier tipo de acción colectiva en el ámbito social o profesional y que son, por ello, de enorme valor para cualquier institución o sociedad.

Resulta necesario referirse aquí al decreciente peso de los profesionales procedentes de las ingenierías en las decisiones globales, que se refleja en un trabajo que se centra cada vez más en meros desarrollos o ejecución de soluciones técnicas en el marco de objetivos establecidos y definidos desde otros ámbitos de las organizaciones o de la sociedad. Dicho peso decreciente se revela a través de múltiples indicadores; uno de los más llamativos y expresivos es precisamente el descenso en la demanda de formación en ingenierías desde las capas altas de la sociedad occidental pese al importantísimo impacto que las innovaciones técnicas tienen en la evolución de ésta. La excelencia en los ámbitos de la ingeniería en nuestras sociedades occidentales está paradójica-

LAS REDES DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA

Un elemento central en el desarrollo de la Sociedad Global de la Información es la emergencia de múltiples redes del conocimiento capaces de convertir la inmensa cantidad de información pública y privada accesible gracias a Internet en conocimiento útil. Su monetización es la base sobre la que se está construyendo una nueva Economía del Conocimiento que, según muchos expertos, explica en gran medida el aumento de la competitividad de los países¹.

Estas redes generan conocimientos compartidos dentro de una comunidad de individuos con intereses comunes en un campo de actividad concreto, gracias a que permiten acceder, compartir y reputar datos, informaciones e ideas organizados sobre paradigmas compartidos.

Las redes de conocimiento son tan antiguas como la misma Ciencia, por lo que no puede extrañarnos que sea en el ámbito de la investigación científica donde hayan tenido históricamente su desarrollo más notable y que hayan sido las primeras en aprovechar las facilidades de las comunicaciones electrónicas para su implantación². No olvidemos que los orígenes de Internet se encuentran en la necesidad de encontrar un instrumento más eficiente para implementar estas redes en las comunidades científico-técnicas³.

Las redes del conocimiento basadas en las comunicaciones electrónicas encontraron una segunda aplicación en el ámbito de la gran empresa, donde comenzaron a proliferar las plataformas de gestión del conocimiento como un instrumento para compartir la información generada en los distintos departamentos en aras a mejorar la eficiencia de los procesos de trabajo de los empleados. Muy pronto incorporaron a proveedores y clientes a partes específicas de su red con el objeto de obtener y compartir conocimiento con su entorno.

Con la aparición de los servicios web2.0 y en particular el éxito de las “redes sociales” en el ámbito de la comunicación privada, se ha abierto la posibilidad de construir redes sociales del conocimiento a un coste muy bajo. De hecho, en Internet no dejan de proliferar comunidades de interesados que utilizan habitualmente las redes sociales para mantenerse informados, participar y seguir a los líderes de opinión en un asunto de interés profesional o privado.

En el ámbito del conocimiento científico-técnico están surgiendo las primeras redes sociales institucionalizadas [4] donde los usuarios registrados pueden encontrar investigadores, formar un comunidades en una línea de investigación común, participar en foros y blogs, crear y mantener una web académica, o utilizar motores de búsqueda en las bases de datos. Pero, con seguridad, son más relevantes las redes sociales informales de investigadores que se construyen cada día.

La potencialidad de estas “redes sociales del conocimiento” de crear valor es enorme, en particular en aquellos casos en que su actividad es reducida y dispersa como es el caso que nos ocupa (comunidades rurales aisladas). Sin embargo muy pocos profesionales son conscientes de ello y no forma parte de los programas de enseñanza de las universidades.

¹ Véase por ejemplo la referencia: Luis Lada “El desafío es la economía del conocimiento” diario Expansión 4 de abril 2008.

² En la actualidad en la “ISI Web of Knowledge” se dispone on line del contenido publicado en las últimas décadas de miles de revistas científico-técnicas de todas las disciplinas (acceso y compartición), valorado cada artículo según el número de citas generado (reputación).

³ Hasta principios de la década de los 90 la única utilidad práctica de Internet fue dar soporte a la comunidad científico-técnica.

⁴ Véase por ejemplo: Academia.edu, Research ID, Scilink, Scholar Universe, Academici, Lalisio, Nature Network, etc.

mente ligada de forma creciente a la captación de talentos foráneos. Una de las razones evidentes en esta evolución estriba en el peso decreciente en la gobernanza de las sociedades modernas que es detentado por los profesionales procedentes del ámbito de las ingenierías, en contraposición a la complejidad y dificultad creciente de dichos ámbitos técnicos, que constituye una falta de motivación.

11.3. EL DESARROLLO COMO EMPODERAMIENTO

La historia y los enfoques del “*Desarrollo*” son objeto de debate y, como se ha visto en apartados anteriores en particular en el Bloque I, aun cuando no hay una visión única que resulte igualmente aceptable para todos los actores, hay un amplio consenso para entender los procesos que resultan más positivos que negativos desde la perspectiva del *empoderamiento*, es decir, desde la perspectiva de la (re)distribución del poder, y del acceso al poder desde las poblaciones -de acceso a bienes y servicios o de acceso al mercado (poder de compra y de venta), de acceso a las tomas de decisión políticas y económicas, etc.-, y de entre los miembros de la población, específicamente de los que menos poder acumulan: ya estemos hablando de pobres, de poblaciones indígenas, o de mujeres en el mundo en desarrollo, la caracterización del desarrollo como acceso a la autonomía mediante el acceso a espacios crecientes de poder no es objeto de discusión. Desde esta perspectiva resulta siempre relevante la pregunta de en qué medida la actividad o proceso emprendido resulta en impactos en favor de un mayor *empodera-*

miento e independencia de las poblaciones involucradas (habría que hablar de *interdependencia*, pero siempre en términos de reducción de la dependencia), independencia que como se ha visto en apartados anteriores resulta básica desde las perspectivas de la apropiación y sostenibilidad de procesos, productos o servicios.

Estamos, por tanto, hablando del desarrollo como puesta en marcha de procesos, técnicas u organizaciones concebidas en favor de mejores condiciones desde la perspectiva de la equidad.

Tanto los procesos desencadenados, las redes de colaboración que se ponen en marcha en torno a dichos procesos, como las técnicas involucradas, etc. deben por ello ser sistemáticamente analizadas desde la perspectiva de su apropiación por los sectores con menor poder a los fines de asegurar dicho *empoderamiento*: los problemas ligados a la capacidad de adsorción por parte de estos sectores son por tanto componente central de todo proceso de desarrollo.

Las dificultades específicas propias de las Comunidades Rurales Aisladas resultan evidentes: la apropiación, la capacidad de adsorción... van a exigir sistemáticamente el empleo combinado de técnicas apropiadas con la creación de nuevos lazos estables entre la Comunidad y otros sectores sociales en relaciones de colaboración: puede tratarse de un aumento de la escala -mancomunidades- para facilitar procesos de formación o mantenimiento, o de la ampliación de las redes de comunicación interpersonales -y de las infraestructuras requeridas para ello- pero no resultan creíbles procesos que no sean capaces de articular ambas componentes.

11.4. HACIA UNA INGENIERÍA GLOBAL RESPONSABLE

El peso decreciente de ingenieros y arquitectos en las decisiones globales, pese al impacto creciente de las soluciones técnicas puestas en marcha en las sociedades avanzadas, y la confrontación entre las opciones elegidas en los procesos del desarrollo técnico con las condiciones de equidad planetaria, forman parte integrante de la ineludible reflexión y debate sobre la responsabilidad de la ingeniería y la arquitectura y de sus profesionales en la evolución de las sociedades y, por lo tanto, en las responsabilidades asociadas a la formación de dichos profesionales desde las universidades.

Según Antón Costas (2010), la relación entre conocimiento y poder está muy deteriorada y, paradójicamente, en la sociedad del conocimiento se ha quebrado la confianza en los expertos. Algunas de las razones de este deterioro hay que encontrarlas en la dificultad de integrar procesos deliberativos: *“los técnicos viven la voz de la sociedad como una distorsión, no como un valor. En la era de la información, la sociedad exige diálogo para que se tengan en cuenta sus preferencias”*.

El informe GUNI *“La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social”* es una buena síntesis de muchos de los debates en marcha. Este informe recoge la misión de la Universidad desde la perspectiva del impacto en la sociedad: *“Su objetivo es primordialmente promover la utilidad social del conocimiento, contribuyendo a la mejora de la calidad*

de vida; por ende, demanda perspectivas bidireccionales entre la Universidad y la sociedad e implica la multiplicación directa de usos críticos que tiene el conocimiento en la sociedad y en la economía” (GUNI, 2008).

Una de las formas de sintetizar estas aportaciones desde la Universidad, es alinear esfuerzos para que los profesionales que se forman en ella actúen desde la ética profesional y se impliquen en la construcción de organizaciones responsables allá donde ejerzan su actividad. Un buen profesional es aquel que en el desarrollo de su vocación y en el ejercicio de su actividad aporta a la sociedad los bienes internos de su profesión (Adela Cortina, 2008). Los bienes internos de la ingeniería son fundamentales en la búsqueda de respuestas a los desafíos medioambientales, especialmente en los sectores de alto contenido tecnológico.

La reflexión deontológica ha sido parte integrante del acervo social y particularmente en el ámbito de las ingenierías por más que haya sido ampliamente descuidado, particularmente en España, en los pasados años de crecimiento.

Si a las reflexiones éticas tradicionales añadimos la condición de un mundo muy rápidamente cambiante y crecientemente interdependiente en el que los efectos indeseados del desarrollo económico y técnico crecen a ojos vista sin que los beneficios que se derivan de dicho desarrollo alcancen a todos, podremos situar las demandas planteadas al ámbito deontológico de las ingenierías para enfrentar los actuales retos de escala planetaria.

Dice Castells (2004) que si el conocimiento es la “electricidad” de esta nueva economía, las Universidades son sus “fuentes de energía”. Pero, al

MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

Ortega y Gasset en su “Misión de la Universidad” (1930), de completa vigencia hoy, hace un repaso de la misión de la Universidad desde una perspectiva histórica y filosófica al objeto de orientar su reforma, pues *“La raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión”*.

Buscando *“La cuestión fundamental (II)”* identifica en la universidad tal como existe dos funciones que considera muy diferentes:

A) *La enseñanza de las profesiones intelectuales.*

B) *La investigación científica y la formación de futuros investigadores.*

Pero el análisis desde la perspectiva histórica recuerda el papel original de la Universidad medieval desde la “cultura general”, “lo que entonces constituía, entera y propiamente, la enseñanza superior”, y entendida como “el sistema vital de las ideas en cada tiempo [...] sobre el mundo y el hombre [...] y sin la cual el personaje medio es el nuevo bárbaro [...]”.

Para que la universidad sea capaz de formar en la “*profesión de mandar*”, de dirigir la evolución de la sociedad, la “*tarea universitaria radical*” es “*la enseñanza de la cultura o sistema de las ideas vivas que el tiempo posee [...] o mejor [...] desde las cuales, el tiempo vive (V)*” [...] “[...] *el repertorio de nuestras efectivas convicciones sobre lo que es el mundo y son los próximos, y sobre la jerarquía de los valores que tienen las cosas y las acciones: cuáles son más estimables, cuáles son menos*”.

Así, en su recapitulación (IV), y sobre los principios básicos de que “*en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad hay que partir del estudiante, no del saber ni del profesor (III)*”, y de “*no querer confundir tres cosas que son de sobra diferentes: cultura, ciencia y profesión intelectual*”. Ortega enuncia:

“La universidad consiste, primero y por lo pronto, en la enseñanza superior que debe recibir el hombre medio.

Hay que hacer del hombre medio, ante todo, un hombre culto, situarlo a la altura de los tiempos [...]

Hay que hacer del hombre medio un buen profesional [...]

No se ve razón ninguna densa para que el hombre medio necesite ni deba ser un hombre científico [...] no obstante la Universidad es inseparable de la ciencia y, por tanto, tiene que ser también o además investigación científica [...]”

Y más adelante, concluyendo el texto:

“[...] la Universidad es además, ciencia. Pero es, además, otra cosa. [...] La Universidad tiene que intervenir en la actualidad como tal Universidad, tratando los grandes temas [...] ha de imponerse como un poder espiritual superior [...] Entonces volverá a ser la Universidad lo que fue en su hora mejor: un principio promotor de la historia europea”.

mismo tiempo, también se reclama, cada vez con más intensidad, que las Universidades estén al servicio de los objetivos humanísticos y culturales de la sociedad y de los individuos (GUNI, 2008).

Se trata por ello de resituar los atributos del ingeniero global desde la perspectiva de las responsabilida-

des que corresponden a la orientación que adopta la evolución técnica, una vez superada la concepción que sostenía la estricta neutralidad de las soluciones de la tecnología. No existiendo la neutralidad pura, y siendo las soluciones técnicas elementos básicos del proceso de cambio, resulta pertinente preguntarse de forma recu-

CAPACIDADES ASOCIADAS A LA RESPONSABILIDAD Y LOS VALORES ÉTICOS EN LA INGENIERÍA

Responsabilidad ética y profesional (ABET):

- Capacidad para tomar decisiones éticas informadas.
- Conocimiento de los códigos de conducta.
- Evaluación de la dimensión ética de la práctica profesional.
- Comportamiento ético visible.

Compromiso ético (TUNING):

- Capacidad de comprender los valores de las diferentes actividades realizadas.
- Actitud para respetar y saber limitar sus implicaciones morales y sociales.
- Saber reconocer los límites sociales y las implicaciones morales de los diferentes proyectos o trabajos respetando la ética profesional.

UK Standard:

- Implicación personal para/con los códigos profesionales. Reconocimiento de las obligaciones hacia la profesión, la sociedad y el medio ambiente.
- Actuar responsablemente, teniendo en cuenta la necesidad de trabajar los resultados económicos, sociales y ambientales simultáneamente.
- Usar la imaginación, la creatividad y la innovación para proporcionar productos y servicios que mejoren la calidad del medio ambiente y la sociedad, respetando los objetivos económicos.
- Comprender y fomentar la implicación de los grupos de interés en el logro de la sostenibilidad.

“Preparing engineers for social responsibility”, TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education:

- Capacidad de entender y cuestionar las realidades políticas y sociales subyacentes al modelo económico-tecnológico.
- Capacidad de entender y respetar otros marcos de valores (no-occidentales).
- Cuestionamiento crítico acerca de los intereses del resto de actores.

rente sobre la incidencia de las soluciones generadas desde la ingeniería sobre los retos globales, incluidos los de la persistencia de la pobreza y la exclusión en las CRA. Resulta pertinente preguntarse sobre la incidencia que las soluciones técnicas elaboradas por los ingenieros ejercen sobre la orientación del cambio.

En relación con tales retos y preguntas existen precedentes en los ámbitos de la sostenibilidad y la Responsabilidad Social, y existen modelos de valores, competencias y contenidos para la ingeniería. En el recuadro anterior se muestran algunos modelos profesionales y académicos.

Se trata de nuevo del humanismo, tal vez de un humanismo renovado, de una vuelta de la filantropía, que busca incidir positivamente en las condiciones de vida de las generaciones actuales y venideras. Pero al igual que ha pasado en otras épocas, con clara conciencia de que dicha mejora es en realidad una mejora compartida, en la medida en que los daños asociados al mantenimiento de las condiciones de privación de una parte de la humanidad imponen de hecho daños y restricciones a las posibilidades de despliegue de la humanidad en su conjunto.

Para concretar estos conceptos en los planes de formación de la ingeniería, hay que definir las competencias transversales asociadas a los conceptos de sociedad en red, valores para la sostenibilidad, visión sectorial, diálogo con los grupos de interés... desde un compromiso con la ética de la profesión de ingeniero. La dificultad para la incorporación de competencias transversales es doble. Por un lado los planes de estudio tienen ya una alta carga de contenidos, y los responsables de las distintas áreas docentes ven difícil disminuir temario para incorporar nuevos ámbitos de conocimiento. Por otro lado no es fácil

la definición de estas competencias transversales y, menos aún, el método docente idóneo para que los alumnos las adquieran.

Las líneas de investigación que reflexionan cómo facilitar la adquisición de competencias transversales desde la ingeniería, de momento aportan más las preguntas que las respuestas:

- ¿Cómo se caracteriza un comportamiento observable en un alumno que no está operando en un entorno concreto y real? ¿Cómo se mide por tanto el nivel de adquisición de la competencia?
- ¿Qué plazos son necesarios para la incorporación de determinadas competencias? ¿Es posible trabajar competencias en asignaturas semestrales sin una estrecha coordinación entre asignaturas?
- ¿Es posible trabajar las competencias vinculadas a valores si no existe un alineamiento cultural al 100% de la institución que lo imparte?

En cualquier caso parece obvio, sin embargo, que la inclusión sistemática de este tipo de consideraciones en los llamados sistemas *de calidad* o de evaluación y gestión del cambio puede aportar mayor inteligencia, o mejor comprensión, a los procesos en los que la ingeniería se ve confrontada a escala global.

11.5. EL PANORAMA DE LA FORMACIÓN

La construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior, puesta en marcha a raíz de la Declaración de Bolonia de 1999, está enmarcada en origen en los debates y decisiones políticas provocadas por el Acuerdo General de

Comercio de Servicios (GATS) de la OMC, firmado en 1995 y cuyo objetivo declarado es “liberalizar el comercio de servicios” a escala mundial. La Declaración de Bolonia y el proceso puesto en marcha a raíz de ésta trata de incentivar la reforma de la educación superior en Europa, a la par que su unificación en un espacio común que resulte más competitivo a escala mundial y, por tanto, resulte más atractivo para estudiantes de cualquier origen en competencia planetaria con otros actores a escala mundial, y en particular los Estados Unidos, Australia y Japón. La reforma en la definición de los objetivos formativos y en la puesta en marcha de los procesos formativos, o la internacionalización, son componentes esenciales en esta construcción, aun cuando una gran parte del calor aportado al debate en España los haya ignorado en buena medida.

En el marco de esta reforma, y desde la perspectiva de la formación orientada a los ámbitos que aquí nos interesan podemos considerar sucesivamente tres grados de aproximación.

1. En primer lugar debemos considerar la capa más externa o general, que corresponde a la definición de las competencias (conocimientos o saberes, capacidades y habilidades...) cuya adquisición se establece a través de los procesos formativos, y que definen el perfil del profesional a que corresponde cada título, perfil establecido en los objetivos del título. El catálogo de competencias, cuya adquisición resulta garantizado por el proceso formativo que da acceso al título, (incluyendo los sistemas de calidad que buscan controlar el ajuste de dicho proceso a los objetivos y requisitos de los planes de estudios aprobados) incluye en un mundo global, y como ya

hemos visto en un apartado anterior, un conjunto en el que forman parte necesaria de la formación del profesional global tanto el conocimiento de los problemas globales, como las cuestiones ligadas a la internacionalización y a la diversidad, así como las derivadas de la responsabilidad profesional, y las capacidades necesarias para incorporarse en paridad en procesos internacionales. Es por ello por lo que el entrenamiento en problemas asociados a contextos de desarrollo resulta sin duda un elemento útil en la formación general.

2. En segundo lugar podemos contemplar una formación más específica asociada al conocimiento de los paradigmas del Desarrollo Humano, y al conocimiento somero de los consensos internacionales en este ámbito, incluyendo la especial incidencia de la pobreza en el ámbito rural y en las CRA, los conceptos sobre tecnología apropiada y relacionados, etc., formación que puede ser considerada como más especializada, pero que sin embargo, y hasta un cierto nivel básico, cabría considerar como parte de la base cultural común de cualquier ciudadano y votante de un país donante como es España. Se trataría de un elemento de la formación, no tanto como profesional, cuanto como ciudadano, del estudiante. Los elementos básicos de esta formación pueden sin embargo quedar asociados a la formación básica en relación con los sistemas internacionales (financieros, de comercio, de producción e investigación, de transferencia y ayuda, etc.) y por lo tanto formar parte del conjunto de los elementos formativos ligados a la inclusión profesional en un mundo global.

3. En último lugar y, como capa más interna -y profunda- de especialización que las anteriores estaría la formación específica para la intervención directa en contextos de desarrollo y cooperación, formación que debe concebirse formando líneas o áreas de especialización para una fracción del alumnado con interés específico en ellas, y en las que resultará imprescindible la profundidad en el conocimiento de los enfoques y métodos apropiados, así como el conocimiento en profundidad de casos de éxito en la aplicación de tales métodos en la generación de soluciones técnicas apropiadas en el ámbito de especialidad del alumno.

Abordar cada uno de estos tres niveles de profundidad supone considerar elementos diferentes, unos a incorporar a los procesos formativos generales, otros, a establecer como procesos formativos específicos e individualizados, parte común, por tanto, los primeros de titulaciones de orientación genérica, parte específica los otros de titulaciones especializadas.

En el último apartado de este capítulo tratamos de proponer recomendaciones adecuadas a estos planteamientos.

11.6. LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO EN TÉCNICAS APROPIADAS A LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS, Y SU IMBRICACIÓN CON LA FORMACIÓN

Aunque el capítulo se orienta específicamente a la *formación*, las tareas de la universidad en formación e investigación están altamente correlacionadas, siendo la for-

mación especializada una vía habitual en las actividades de validación y difusión de los avances aportados sea por la investigación, sea por las actividades de innovación asociadas a la adaptación técnica y la transferencia a ámbitos nuevos de técnicas preexistentes, etc. La actividad formativa es también fuente de perplejidades que actúa a menudo como incentivo a la renovación de las ideas y, por tanto, como incentivo a la investigación misma.

Los desafíos en las condiciones de aplicación de las técnicas a las Comunidades Rurales Aisladas avalan claramente la necesidad de imbricar también aquí ambos campos de la actividad universitaria, no sólo mediante la incorporación en los programas formativos de las adquisiciones o aprendizajes más recientes, sino también mediante la incorporación de dichos programas a parte de las tareas de investigación misma, en un entramado en el que coevolucionan la concepción, la depuración y fijación de ideas, su crítica a través de los procesos de aplicación práctica y contraste con la realidad, y su comunicación y divulgación en los diferentes programas formativos, y en el que los diversos actores -investigadores, educadores, educandos, y beneficiarios- intercambian roles en la medida de sus posibilidades y capacidades.

Esta incorporación, en completa sintonía con el proceso formativo buscado en el modelo de Bolonia, puede hacer uso de las actividades de validación y contraste sobre el terreno para acercar a los alumnos en fase de formación a percibir y experimentar la voz de la sociedad como *valor*, y no como *distorsión* (Antón Costas, 2010).

LAS COMPETENCIAS EN LA DEFINICIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Como referencias para orientar la inclusión de la temática asociada a la sostenibilidad, el desarrollo humano, o las tecnologías apropiadas en CRA en las actividades y en los planes de estudios en ingeniería, ya sea de forma general para todos los titulados, ya sea sólo para alguna parte de los alumnos en las especialidades correspondientes, se incluyen extractos:

- De la definición de la competencia genérica en *Sostenibilidad y Compromiso Social* incorporada en la Universidad Politécnica de Catalunya,
- De dos memorias de Verificación de sendos Másteres Universitarios, detallando algo más la cadena Objetivos → Competencias → Resultados del aprendizaje.

Universitat Politècnica de Catalunya

Todos los planes de estudios de grado adaptados al Espacio Europeo de Educación superior de la UPC en el período 2008-2010 incorporan la competencia genérica en Sostenibilidad y Compromiso Social, "SiCS", definida como: "*La competencia genérica sostenibilidad y compromiso social es la capacidad de conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para usar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía*" (UPC, 2008). Esta es una de las 7 competencias genéricas compartidas.

Esta competencia se puede adquirir de forma progresiva en tres niveles, típicamente a lo largo de diferentes asignaturas del plan de estudios, definidos como sigue:

1. Analizar sistémicamente y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad y el compromiso social de forma interdisciplinaria, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.
2. Aplicar criterios de sostenibilidad y de compromiso social en el diseño y la evaluación de soluciones tecnológicas y/o arquitectónicas.
3. Llevar a cabo proyectos y actuaciones profesionales coherentes con el desarrollo humano, la sostenibilidad y el compromiso social, teniendo en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental en la identificación de los problemas y en la aplicación de soluciones.

Para su incorporación efectiva en las asignaturas de los distintos planes de estudios, y teniendo en cuenta las diferentes dimensiones desde las cuales se trabaja la Sostenibilidad y el Compromiso Social de la universidad, se han definido de forma participativa con los diferentes colectivos implicados (institutos, cátedras, unidades de servicios, grupos de innovación docente) las siguientes dimensiones de la competencia, recogidas bajo el acrónimo VISCA, nombre, a su vez, de un grupo de innovación docente específico del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC (UPC, 2011).

- *Valores éticos.* La dimensión de valores éticos para el desarrollo profesional y personal, implica discriminar si una acción (u omisión) es correcta/incorrecta o adecuada/no adecuada, y actuar en consecuencia en base a una escala de valores personales, colectivos (derechos universales, bienestar responsable, cultura democrática), o profesionales (códigos deontológicos), considerando tanto la propia acción (u omisión) como el contexto, las causas y las consecuencias directas e indirectas de la misma.
- *Igualdad.* La dimensión de igualdad/equidad de género implica reconocer e intervenir en situaciones personales y profesionales que dificultan y/o discriminan el desarrollo y crecimiento de las mujeres y los hombres, actuando como agente de cambio con propuestas que permitan una mejora en la calidad de vida laboral y social de todas las personas afectadas, reconociéndolas como iguales y considerando el concepto de justicia social.
- *Sostenibilidad.* La dimensión de sostenibilidad implica diseñar y evaluar procesos y soluciones técnicas desde la triple perspectiva Ambiente – Sociedad – Economía con una visión sistémica y compleja, y en un marco de restricciones biofísicas que permitan satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras; implicando la comprensión de los flujos y ciclos materiales y energéticos, y de las dinámicas de los sistemas socioambientales y sus interrelaciones, para optimizar el uso de los recursos disponibles garantizando el acceso justo y equitativo a los mismos.
- *Cooperación.* La dimensión de cooperación para el desarrollo implica identificar, planificar, diseñar, ejecutar y evaluar acciones orientadas al desarrollo humano (económico, ambiental, social y político) principalmente en países en desarrollo, partiendo de la situación, necesidades y prioridades de la población, impulsando la formación, la investigación-acción y el trabajo conjunto inter e intracomunitario, y potenciando la autonomía y las capacidades individuales y colectivas de las personas como agentes de cambio para ampliar sus libertades individuales y colectivas.
- *Accesibilidad.* La dimensión de la accesibilidad universal hace referencia al diseño y desarrollo de productos, servicios y entornos (digitales, tecnológicos, físicos, sociales y/o profesionales) de forma comprensible, utilizable y practicable por parte de todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, y de la forma más autónoma y natural posible.

Cada una de estas dimensiones de la competencia genérica “SiCS” se concreta en resultados de aprendizaje para cada uno de los tres niveles competenciales.

En este marco, los planes de estudio, a través de sus asignaturas y sus guías docentes, incorporaran los contenidos y actividades que permitan conseguir las competencias planteadas, desde alguna o varias de sus dimensiones. El proceso, a fecha actual, año 2011, está en el inicio de la implementación. El marco de trabajo se considera suficientemente general y compartido como para que pueda ser útil para apoyar la implementación, seguimiento y evaluación de los nuevos planes de estudio de toda la universidad.

Máster Universitario en Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo (URJC)

El OBJETIVO GENERAL del Máster es proporcionar una formación avanzada que prepare para la investigación sobre tecnologías y metodologías apropiadas y sostenibles en el ámbito de las telecomunicaciones y los servicios de información para zonas rurales de países en desarrollo.

El objetivo general se plasma en el título propuesto a través de los siguientes objetivos específicos:

- Formar investigadores capaces de definir claramente las características de redes y servicios de telecomunicación apropiados para zonas rurales de países en desarrollo, donde las tecnologías convencionales han probado no ser adecuadas, y que sean capaces de realizar todos los ajustes y optimizaciones necesarias para lograr la viabilidad (técnica, económica y social) que se requiere en estos entornos.
- Enseñar las metodologías más adecuadas para realizar trabajos de investigación de calidad en TIC para el desarrollo, ya sean de carácter puramente científico-técnico o de evaluación de impacto y sostenibilidad.
- Ofrecer formación de calidad sobre las técnicas y métodos más modernos para gestionar y mantener infraestructuras de comunicaciones y servicios en zonas aisladas, de difícil accesibilidad y condiciones de entorno hostiles.

Competencias Generales, según RD 1393/2007 (CG)

(las usuales en los títulos de ingeniería)

Competencias generales adicionales

CG.5- Que los estudiantes hayan demostrado una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CG6- Que los estudiantes hayan demostrado la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Competencias específicas relacionadas con sistemas de radiocomunicación para comunidades rurales aisladas

CE1.- Capacidad para planificar y dirigir tanto la instalación como la operación de sistemas de telecomunicación en zonas de difícil acceso, cumpliendo las normativas vigentes, asegurando la calidad del servicio y tomando en cuenta los criterios de ética y sostenibilidad propios de los procesos de desarrollo.

CE2.- Capacidad para realizar los modelados matemáticos, los cálculos y las simulaciones necesarias para lograr la adaptación/optimización de tecnologías inalámbricas de información y comunicaciones para zonas desfavorecidas (condiciones de contorno de gran cobertura, terreno irregular, bajo coste, bajo mantenimiento, bajo consumo y robustez extrema) en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

CE3.- Capacidad para resolver problemas de integración e interoperabilidad de tecnologías de comunicación multimedia heterogéneas que permitan dar respuestas reales en zonas en que las comunicaciones convencionales no llegaran.

Competencias específicas relacionadas con los servicios telemáticos para el desarrollo

CE4.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar aplicaciones en red eficientes, robustas y adecuadas a las necesidades y capacidades de usuarios de zonas aisladas, con escasa o nula experiencia en el uso de aplicaciones informáticas.

CE5.- Capacidad para diseñar, desarrollar y emplear modelos de administración y gestión de redes apropiados para sistemas dispersos, remotos y sometidos a condiciones de entorno agresivas.

Competencias específicas relacionadas con la cooperación internacional y el desarrollo sostenible

CE6.- Capacidad para interpretar críticamente las necesidades de los usuarios de una red de comunicaciones junto con las condiciones de desarrollo local, para convertirlos en especificaciones de un proyecto de ingeniería o para definir adecuadamente un problema de investigación.

CE7.- Capacidad para comprender las implicaciones de la implantación de nuevas tecnologías en zonas rurales remotas, teniendo en cuenta todas las dimensiones de la sostenibilidad (tecnológica, económica, cultural, social, política e institucional), y para escoger a partir de ahí los métodos de intervención más adecuados.

Ejemplo de materia: (extracto)

Denominación del módulo o materia:	Laboratorio de Redes de Ordenadores
Número de ECTS de módulo o materia:	3
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia.	Los resultados del aprendizaje de esta asignatura contribuyen sustancialmente a la consecución de: - Las competencias generales CG1, CG4, CG5 - Las competencias específicas: CE5

Máster Universitario en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación (UPM)

Objetivo 1.	Formar profesionales que, comprendiendo las complejas causas culturales, económicas, sociales y políticas que están en la base de la pobreza y la desigualdad, sean capaces de entender y emplear los instrumentos existentes destinados a impulsar el progreso (en términos de desarrollo humano) de las poblaciones más desfavorecidas, basándose en las capacidades previamente existente en éstas.
Objetivo 2.	Formar profesionales capaces de intervenir de manera informada, rigurosa y pertinente en procesos participativos y democráticos de identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas, y proyectos de desarrollo humano cuyo impacto esté fuertemente ligado a la adecuación y relevancia de las opciones técnicas empleadas. Sea con conocimientos fundados sobre el conjunto de las técnicas apropiadas en condiciones de pobreza, sea con especialización en alguna de las siguientes cuatro áreas técnicas de aplicación: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollo urbano y territorial.- Desarrollo rural y agro-forestal.- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.- Tecnologías apropiadas en Agua, Energía y Medio Ambiente.

Objetivo 3.	Formar profesionales con capacidad de liderazgo y de colaboración en contextos multidisciplinares, que sean capaces de formular, junto a otros profesionales y políticos, y a las poblaciones concernidas, alternativas innovadoras a las políticas y programas de desarrollo desde la perspectiva de un empleo de la técnica innovador y asimilable por dichas poblaciones.
Objetivo Especifico 4.	En el itinerario asociado al Desarrollo urbano y territorial, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza urbana, en el marco de procesos de desarrollo que se producen o están ligados a las ciudades y a la articulación territorial en la que éstas juegan un papel nuclear, y con empleo experto de las técnicas asociadas a dichos procesos.
Objetivo Especifico 5.	En el itinerario asociado al Desarrollo rural, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza y el hambre rural, en el marco de procesos de desarrollo ligados a este ámbito, con atención particular a los problemas de producción de alimentos y de seguridad alimentaria y nutricional.
Objetivo Especifico 6.	En el itinerario asociado a las TIC, capacidad para explotar y desarrollar las posibilidades que, como catalizador para el desarrollo y para la reducción de la pobreza, presentan las actividades y técnicas encaminadas a la reducción de la brecha digital y a la disseminación de servicios basados en estas tecnologías.
Objetivo Especifico 7.	En el itinerario asociado al Medio Ambiente, Agua, y Energía capacidad para incorporar tecnologías apropiadas a contextos de desarrollo a procesos de universalización de servicios básicos (ligados a los recursos de agua, energía y medio ambiente), considerando, la producción y distribución, y el mantenimiento y sostenibilidad, y centradas en los procesos, instrumentos y técnicas útiles y asimilables en el mundo pobre

Competencias generales (semejantes a las habituales en estudios de Máster)

Competencias específicas

Competencia Específica 1.	Conocimiento crítico de las teorías sobre el desarrollo y desigualdad en sus contextos políticos e históricos así como de la evolución en las formas de cooperación internacional.
Competencia Específica 2.	Conocimiento de los enfoques vigentes del desarrollo humano y desarrollo sostenible, con consideración de los enfoques transversales, como los de género y de derechos humanos, los de medio ambiente y culturales, y los relativos a minorías.
Competencia Específica 3.	Conocimiento básico de las realidades de pobreza regionales africana, latinoamericana y asiática.
Competencia Específica 4.	Conocimiento de las organizaciones y de las instituciones legales, técnicas y financieras del sistema de ayuda al desarrollo a nivel nacional e internacional.
Competencia Específica 5.	Conocimiento de los métodos y herramientas aplicados en la identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos de desarrollo, y capacidad para aplicarlos en forma colaborativa a problemas concretos.
Competencia Específica 6.	Conocimiento de las relaciones entre sociedad, ciencia y técnica, y capacidad para comprender y evaluar el impacto social de las transformaciones técnicas y su asimilación.
Competencia Específica 7.	Conocimiento de los actores de la lucha contra la pobreza y la exclusión social y sus estrategias y modalidades específicas, así como los métodos de trabajo en asociación y en red y capacidad para integrarse en, o conducir, sus actividades y organizaciones.
Competencia Específica 8.	En cada área de especialidad conocimiento de los elementos claves en el gobierno y gestión del cambio y su impacto en la evolución de la desigualdad.
Competencia Específica 9.	En cada área de especialidad, conocimiento de las técnicas apropiadas disponibles, de las organizaciones relevantes y de las principales fuentes de información y capacidad para su manejo y evaluación.
Competencia Específica 10.	En cada área de especialidad, capacidad para concertar, programar, desarrollar y evaluar programas de acción y formativos en el marco de las acciones de desarrollo y cooperación, a partir de la identificación y potenciación de las capacidades locales.

11.7. RESPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES ORIENTADOS A LIDERAR EL CAMBIO

Como resumen, nos parece de interés proponer desde estas líneas el siguiente decálogo de intenciones:

1. En el diseño de los Planes de Estudio, y en sus correspondientes memorias, en la perspectiva de lo que Ortega y Gasset define como *cultura*, las competencias de carácter general y específica de los títulos deben incluir las requeridas por las necesidades de la internacionalización y la globalización, que, desde una perspectiva de la sostenibilidad social y ambiental, incluya la comprensión del desarrollo humano como componente ineludible de la gestión del cambio.
2. Entre las competencias genéricas debe incluirse la capacidad de evaluar las opciones técnicas disponibles desde la perspectiva de su gobierno por la sociedad, de comprender y de incentivar la participación social en dicha evaluación, y en la toma de decisiones, comprendiendo las relaciones entre las escalas técnica y social del conjunto de las soluciones disponibles. La complejidad involucrada en este tipo de problemas puede aconsejar el empleo de los estudios de casos.
3. Se fomentará el acercamiento del *Sur* al Aula en las materias profesionales mediante la incorporación generalizada, bien de ejemplos o casos, bien de problemas genéricos asociados a contextos de pobreza y, específicamente, asociados al mundo rural aislado, a través de la incorporación de estudios de campo, de problemas aportados por los

propios estudiantes procedentes de países del *SUR*, profesores visitantes, o estudiantes de procesos anteriores, por la reorientación en el enfoque de materias “normales” en semestres especiales o experimentales, etc. Deben aprovecharse para ello y de forma extensiva los incentivos a procesos de innovación educativa.

4. Deben implantarse programas de estudios especializados en los problemas y técnicas apropiadas a las Comunidades Rurales Aisladas. Dichos programas, además de aportar formación específica a los titulados con dicha orientación, sirven de fuente de ejemplos y de síntesis para su empleo en los programas no especializados, así como de instrumento de decantación y difusión de las soluciones técnicas apropiadas exitosas. Deben poderse cursar elementos de tales títulos especializados como materias opcionales de otros títulos.
5. Los programas de estudio deben imbricarse y fundamentarse en el aprendizaje y la innovación aportada por procesos reales de desarrollo, emprendidos en colaboración con los socios idóneos, que incluyen las universidades, comunidades locales y administraciones del *Sur* interesadas en ello, tanto como las ONGD que puedan actuar como mediadoras o facilitadoras de dichos procesos.
6. Debe fomentarse la realización de estancias de estudiantes en dichos procesos de desarrollo, incorporando objetivos mixtos, tanto académicos como de desarrollo, y haciéndolas accesibles a alumnos avanzados de cualquier titulación, y previa formación, redirigiendo determinados Proyectos de Fin de Carrera o de Fin de Máster o

las prácticas “profesionales” a objetivos para el desarrollo.

7. Debe fomentarse la estabilización de alianzas a medio y largo plazo con los anteriores actores, incorporándolas a redes estables más amplias dirigidas a la movilidad e intercambio formativo y científico en los ámbitos citados, con socios con reconocimiento de ámbito internacional en estas materias.

8. Deben acometerse acciones específicas de apoyo a la incorporación de los contenidos citados, estableciendo procesos de formación para los profesores que lo requieran, y estableciendo sistemas de incentivos y de reconocimiento y premio, así como a través del fomento de redes de apoyo y difusión a las experiencias de éxito, publicaciones y exposiciones, etc.

9. Deben, finalmente, incorporarse en los sistemas de evaluación institucional existentes o que hayan de implantarse elementos de valoración e indicadores que hagan referencia a los aspectos señalados, estableciendo consecuencias. Dichos sistemas deben orientarse a revertir la actual situación de contraincentivos a todo lo que, por su carácter más transversal, puede ser considerado aún hoy ajeno a la especificidad disciplinar.

10. Se trata, en definitiva, de dotar al conjunto de los estudiantes de ingeniería con el conjunto de conocimientos, capacidades y capital social que hayan de serles útiles en el futuro para colaborar adecuadamente en la gestión del cambio a una sociedad más equitativa y justa y, a una fracción relevante de ellos para colaborar con éxito en tareas de progreso en las Comunidades Rurales Aisladas.

Puede consultarse un catálogo de instrumentos en algunos de los textos de la bibliografía, en particular Pérez-Foguet et al. (2005), Boni y Pérez-Foguet (2006, 2008), Pérez-Foguet y Lobera (2008) y Moreno (2009).

BIBLIOGRAFÍA

- BONI, A., PÉREZ-FOGUET, A. (2008), “Introducing development education in technical universities: successful experiences in Spain”, *European Journal of Engineering Education*, 33(3): 343-354.
- BONI, A., PÉREZ-FOGUET A. (2006), *Construyendo ciudadanía global desde la universidad: Propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas*, Colección Informes n. 32, Intermon-OXFAM, Barcelona, España.
- CASTELLS, M. (1998), *La era de la información. Economía sociedad y cultura. Vol. 3. Fin del Milenio*, Madrid, Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2004), *Materiales Doctorado*, Barcelona, UOC.
- CORTINA, A. (2008), *Conferencia: Ética profesional*, ETSII-UPM, Disponible en <http://www.induforum.es/induo8/retrans.html>
- COSTAS, ANTÓN. (2010), “Tensions between the knowledge of experts, society and politics.”, 2ª Conferencia Internacional sobre Ética y valores humanos en ingeniería, WFEO, Barcelona.
- DIRECCIÓN DE COOPERACIÓN UPM, ISF ApD. (2009), *Proyectos de Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo: Actas de las Jornadas, Madrid 10 y 11 de junio de 2008*. Disponible en <http://oa.upm.es/2099>

- GUNI. (2008), *La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social.*
- IBM. (2010), *Capitalizing on Complexity: Insights from the Global Chief Executive Officer Study.*
- MARGINSON, S. (2008), "Ideas of a University" for the global era. Paper for seminar on 'Positioning University in the Globalized World: Changing Governance and Coping Strategies in Asia". Centre of Asian Studies, The University of Hong Kong; Central Policy Unit, HKSAR Government; and The Hong Kong Institute of Education. 10-11 December 2008, The University of Hong Kong. Disponible en http://www.cshe.unimelb.edu.au/people/staff_pages/Marginson/HKU%20101208%20Marginson.pdf
- MATAIX, MORENO, SÁNCHEZ: *Hacia un modelo de desarrollo más humano. El compromiso desde la ingeniería (COIIM).*
- MAX-NEEF, ELIZALDE, HOPENHAYN. (1986), *Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro.* Manfred Max-Neef - Antonio Elizalde - Martín Hopenhayn, Santiago (Chile), otoño de 1986. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh_1.html
- MORENO, A. (2009), *On engineering education for sustainability. A case study on ICT and transportation.*
- MORENO, A. (2009), *Las organizaciones en red. Fundamentos psicosociales y de gestión del cambio,* Sanz y Torres.
- MORENO, A., URIARTE, L. M., TOPA, G. (2010), *La responsabilidad social empresarial,* Editorial Pirámide.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1930), *Misión de la Universidad.* Alianza Editorial.
- PEREZ, J. (2008), *La Gobernanza de Internet. Contribución al debate mundial sobre la gestión y el control de redes,* Ariel.
- PÉREZ ARRIAGA, I., MORENO, A. (2009), *La contribución de las TIC a la sostenibilidad del transporte en España,* Real Academia de Ingeniería, Madrid.
- PÉREZ-FOGUET, A., LOBERA, J. (2008), *El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas.* Material para la innovación docente. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <http://hdl.handle.net/2117/1979> [consultado en marzo 2011]
- PEREZ-FOGUET, A., OLIETE-JOSE, S., SAZ-CARRANZA, A. (2005), "Development education and engineering: a framework for incorporating reality of developing countries into engineering studies", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(3):278-303.
- VEST, CHARLES M. (2008), Context and Challenge for Twenty-First Century Engineering Education. *Journal of Engineering Education. Special Guest Editorial.*
- UK ENGINEERING COUNCIL. (2010). *UK Standard for Professional Engineering Competence.*
- ENGINEERS AUSTRALIA. (2003). *Australian Engineering Competency Standards.*
- AGENCIA PARA LA CALIDAD DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE CATALUÑA (AQU). (2009). *Guía para la evaluación de competencias en Ingeniería y Arquitectura.*
- ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). (2010). *Criteria for accrediting engineering.*
- ZANDVOORT, H. (2007). *Preparing Engineers for Social Responsibility.* Report of the TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education.
- DAVIDSON ET AL. (2010). *Preparing future engineers for challenges of the 21st century: Sustainable engineering.*

UPC. (2008), *Marc per al disseny i implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Universitat Politècnica de Catalunya. CG 16/4 2008.

UPC. (2011), *Guia per desenvolupar la Sostenibilitat i compromís social en el disseny de titulacions*. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en https://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/publicacions_ice [consultado en marzo 2011].

NOTAS

¹ No deben en ningún caso confundirse las *competencias*, entendidas aquí como elementos de la formación adquirida a lo largo del proceso educativo, con las *atribuciones*, entendidas como ámbitos de la acción profesional reconocidos social o legalmente, por más que las *competencias* sean de hecho la base racional para el otorgamiento de tales *atribuciones*.





TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO Y LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

Jaime Cervera Bravo
Coordinador. UPM

Agustí Pérez Foguet
UPC

Carlos Mataix Aldeanueva
UPM

Ana Moreno Romero
UPM

José Ignacio Pérez Arriaga
RAI

Jorge Pérez Martínez
UPM

Académico revisor
José Ignacio Pérez Arriaga

11

11.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendemos reflexionar sobre la influencia que la inclusión de la agenda descrita en los capítulos anteriores debe suponer para la formación, y para la de los ingenieros en particular. La discusión plantea, en primer lugar, la pertinencia de dicha inclusión, aun con grados diferenciados, en la formación de todos los titulados y no sólo en la de aquéllos orientados al sistema internacional de cooperación al desarrollo: las razones están tanto en las clases de problemas con los que con mayor frecuencia se han de encontrar los profesionales en un mundo globalizado, como en las competencias necesarias para enfrentarse con éxito a los retos de la globalización. Los conceptos y herramientas procedentes de la ética –o de la deontología profesional– han sido siempre un referente para el quehacer profesional, especialmente en tiempos de cambio; lo son también ahora aun no existiendo unanimidad sobre su aportación o posición en el marco de los nuevos modelos educativos que se derivan de los procesos de convergencia destinados a la construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Este espacio no trata sólo de construir un modelo común sino además, y con gran énfasis, de abrir ese modelo al mercado educativo global que no sólo incluye a los ciudadanos europeos, sino que también pretende atraer a los estudiantes procedentes de otros países, que incluyen al Sur, estudiantes que están llamados a ser agentes activos de su propio desarrollo. Trataremos en consecuencia de aportar alguna luz o recomendaciones útiles.

11.2. EL MUNDO GLOBALIZADO... Y EN RED

Resulta imprescindible situar las tendencias en la reforma de la formación en ingeniería y arquitectura en el contexto de la globalización: en un mundo en el que la economía, la técnica y la cultura se encuentran cada vez más enlazadas a escala mundial, y en el que los procesos de cambio se multiplican por el efecto combinado de los avances técnicos con dicha escala creciente en las relaciones, resulta ineludible la capacidad de los profesionales para comprender, integrarse, o incluso extender ese conjunto de lazos.

Esta capacidad exige no sólo conocimientos y habilidades obvias en el marco internacional, como son el dominio de los idiomas, o la disponibilidad y facilidad para la movilidad. Dicha capacidad exige cada vez más la facilidad para desenvolverse adecuadamente en ambientes multiprofesionales y multiculturales, con conocimiento, comprensión y respeto a la diversidad cultural, que resultan imprescindibles para participar adecuadamente en los procesos de colaboración y negociación que deban producirse en contextos de diversidad.

Esta capacidad para comprender y participar en el tejido social, económico y cultural a escala global incluye la capacidades de entender las formas de colaboración en red, de importancia creciente, en la medida en que son las redes, o las cadenas de valor completas si nos referimos al marco de la producción-distribución, las que compiten por el éxito, la influencia o la preponderancia a escala internacional. Pues no se trata sólo de que las decisiones o soluciones aportadas desde uno de los nodos de la Red (o de la cadena) resulten excelentes: las posibilidades de dise-

minación de dichas soluciones o productos están radicalmente limitadas por la eficacia y excelencia de la Red en su conjunto, de manera que el desempeño propio es parte relevante pero insuficiente para caracterizar las posibilidades de éxito que dependen más bien del desempeño del conjunto. Si nos referimos a contextos de desarrollo, en este desempeño del conjunto resulta clave limitar o excluir las condiciones de dependencia de los más débiles, aun siendo la independencia total imposible en el marco global. Desde esta perspectiva resulta de interés recuperar un término del debate en torno a las nociones de dependencia o independencia producido en Latinoamérica, el de *interdependencia* (Max-Neef, Elizalde, Hopenhayn, 1986), que expresa lo inevitable del enlace entre intereses y procesos, pero sin que dicho enlace se establezca desde relaciones de dominio o explotación.

La sociedad en red es el nuevo contexto socioeconómico en el que los profesionales tienen que aprender a desenvolverse. Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, y los modelos red, están modificando aspectos fundamentales del mercado de trabajo, del funcionamiento de las organizaciones y de las formas de relación en los grupos. Manuel Castells ha conceptualizado la sociedad en red como el sistema social de la era de la información, estructurado en redes que se apoyan sobre tecnologías de información y comunicación como instrumentos que potencian esta forma de relación, que no es nueva (Castells, 1998).

En este contexto tecnológicamente complejo, la relación de la universidad con la empresa cobra especial importancia. Marginson (2008) habla de las “univer-

sidades globales abiertas intensivas en investigación”, caracterizadas como un espacio abierto social en el que la comunidad universitaria se relaciona cada vez más con el mundo empresarial, institucional y comunitario. Además, como consecuencia de la globalización y de la difusión de Internet, la extensión universitaria ha sobrepasado el ámbito local siendo cada más frecuente la colaboración de la Universidad con empresas e instituciones internacionales.

En este contexto resultan necesarias capacidades individuales en los ámbitos de la comunicación, la identificación y caracterización de socios, la negociación para la especialización entre los diferentes nodos, así como las cualidades requeridas para la colaboración en contextos de diversidad, capacidades que resultan imprescindibles en cualquier tipo de acción colectiva en el ámbito social o profesional y que son, por ello, de enorme valor para cualquier institución o sociedad.

Resulta necesario referirse aquí al decreciente peso de los profesionales procedentes de las ingenierías en las decisiones globales, que se refleja en un trabajo que se centra cada vez más en meros desarrollos o ejecución de soluciones técnicas en el marco de objetivos establecidos y definidos desde otros ámbitos de las organizaciones o de la sociedad. Dicho peso decreciente se revela a través de múltiples indicadores; uno de los más llamativos y expresivos es precisamente el descenso en la demanda de formación en ingenierías desde las capas altas de la sociedad occidental pese al importantísimo impacto que las innovaciones técnicas tienen en la evolución de ésta. La excelencia en los ámbitos de la ingeniería en nuestras sociedades occidentales está paradójica-

LAS REDES DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA

Un elemento central en el desarrollo de la Sociedad Global de la Información es la emergencia de múltiples redes del conocimiento capaces de convertir la inmensa cantidad de información pública y privada accesible gracias a Internet en conocimiento útil. Su monetización es la base sobre la que se está construyendo una nueva Economía del Conocimiento que, según muchos expertos, explica en gran medida el aumento de la competitividad de los países¹.

Estas redes generan conocimientos compartidos dentro de una comunidad de individuos con intereses comunes en un campo de actividad concreto, gracias a que permiten acceder, compartir y reputar datos, informaciones e ideas organizados sobre paradigmas compartidos.

Las redes de conocimiento son tan antiguas como la misma Ciencia, por lo que no puede extrañarnos que sea en el ámbito de la investigación científica donde hayan tenido históricamente su desarrollo más notable y que hayan sido las primeras en aprovechar las facilidades de las comunicaciones electrónicas para su implantación². No olvidemos que los orígenes de Internet se encuentran en la necesidad de encontrar un instrumento más eficiente para implementar estas redes en las comunidades científico-técnicas³.

Las redes del conocimiento basadas en las comunicaciones electrónicas encontraron una segunda aplicación en el ámbito de la gran empresa, donde comenzaron a proliferar las plataformas de gestión del conocimiento como un instrumento para compartir la información generada en los distintos departamentos en aras a mejorar la eficiencia de los procesos de trabajo de los empleados. Muy pronto incorporaron a proveedores y clientes a partes específicas de su red con el objeto de obtener y compartir conocimiento con su entorno.

Con la aparición de los servicios web2.0 y en particular el éxito de las “redes sociales” en el ámbito de la comunicación privada, se ha abierto la posibilidad de construir redes sociales del conocimiento a un coste muy bajo. De hecho, en Internet no dejan de proliferar comunidades de interesados que utilizan habitualmente las redes sociales para mantenerse informados, participar y seguir a los líderes de opinión en un asunto de interés profesional o privado.

En el ámbito del conocimiento científico-técnico están surgiendo las primeras redes sociales institucionalizadas [4] donde los usuarios registrados pueden encontrar investigadores, formar un comunidades en una línea de investigación común, participar en foros y blogs, crear y mantener una web académica, o utilizar motores de búsqueda en las bases de datos. Pero, con seguridad, son más relevantes las redes sociales informales de investigadores que se construyen cada día.

La potencialidad de estas “redes sociales del conocimiento” de crear valor es enorme, en particular en aquellos casos en que su actividad es reducida y dispersa como es el caso que nos ocupa (comunidades rurales aisladas). Sin embargo muy pocos profesionales son conscientes de ello y no forma parte de los programas de enseñanza de las universidades.

¹ Véase por ejemplo la referencia: Luis Lada “El desafío es la economía del conocimiento” diario Expansión 4 de abril 2008.

² En la actualidad en la “ISI Web of Knowledge” se dispone on line del contenido publicado en las últimas décadas de miles de revistas científico-técnicas de todas las disciplinas (acceso y compartición), valorado cada artículo según el número de citas generado (reputación).

³ Hasta principios de la década de los 90 la única utilidad práctica de Internet fue dar soporte a la comunidad científico-técnica.

⁴ Véase por ejemplo: Academia.edu, Research ID, Scilink, Scholar Universe, Academici, Lalisio, Nature Network, etc.

mente ligada de forma creciente a la captación de talentos foráneos. Una de las razones evidentes en esta evolución estriba en el peso decreciente en la gobernanza de las sociedades modernas que es detentado por los profesionales procedentes del ámbito de las ingenierías, en contraposición a la complejidad y dificultad creciente de dichos ámbitos técnicos, que constituye una falta de motivación.

11.3. EL DESARROLLO COMO EMPODERAMIENTO

La historia y los enfoques del “Desarrollo” son objeto de debate y, como se ha visto en apartados anteriores en particular en el Bloque I, aun cuando no hay una visión única que resulte igualmente aceptable para todos los actores, hay un amplio consenso para entender los procesos que resultan más positivos que negativos desde la perspectiva del *empoderamiento*, es decir, desde la perspectiva de la (re)distribución del poder, y del acceso al poder desde las poblaciones -de acceso a bienes y servicios o de acceso al mercado (poder de compra y de venta), de acceso a las tomas de decisión políticas y económicas, etc.-, y de entre los miembros de la población, específicamente de los que menos poder acumulan: ya estemos hablando de pobres, de poblaciones indígenas, o de mujeres en el mundo en desarrollo, la caracterización del desarrollo como acceso a la autonomía mediante el acceso a espacios crecientes de poder no es objeto de discusión. Desde esta perspectiva resulta siempre relevante la pregunta de en qué medida la actividad o proceso emprendido resulta en impactos en favor de un mayor *empodera-*

miento e independencia de las poblaciones involucradas (habría que hablar de *interdependencia*, pero siempre en términos de reducción de la dependencia), independencia que como se ha visto en apartados anteriores resulta básica desde las perspectivas de la apropiación y sostenibilidad de procesos, productos o servicios.

Estamos, por tanto, hablando del desarrollo como puesta en marcha de procesos, técnicas u organizaciones concebidas en favor de mejores condiciones desde la perspectiva de la equidad.

Tanto los procesos desencadenados, las redes de colaboración que se ponen en marcha en torno a dichos procesos, como las técnicas involucradas, etc. deben por ello ser sistemáticamente analizadas desde la perspectiva de su apropiación por los sectores con menor poder a los fines de asegurar dicho *empoderamiento*: los problemas ligados a la capacidad de adsorción por parte de estos sectores son por tanto componente central de todo proceso de desarrollo.

Las dificultades específicas propias de las Comunidades Rurales Aisladas resultan evidentes: la apropiación, la capacidad de adsorción... van a exigir sistemáticamente el empleo combinado de técnicas apropiadas con la creación de nuevos lazos estables entre la Comunidad y otros sectores sociales en relaciones de colaboración: puede tratarse de un aumento de la escala -mancomunidades- para facilitar procesos de formación o mantenimiento, o de la ampliación de las redes de comunicación interpersonales -y de las infraestructuras requeridas para ello- pero no resultan creíbles procesos que no sean capaces de articular ambas componentes.

11.4. HACIA UNA INGENIERÍA GLOBAL RESPONSABLE

El peso decreciente de ingenieros y arquitectos en las decisiones globales, pese al impacto creciente de las soluciones técnicas puestas en marcha en las sociedades avanzadas, y la confrontación entre las opciones elegidas en los procesos del desarrollo técnico con las condiciones de equidad planetaria, forman parte integrante de la ineludible reflexión y debate sobre la responsabilidad de la ingeniería y la arquitectura y de sus profesionales en la evolución de las sociedades y, por lo tanto, en las responsabilidades asociadas a la formación de dichos profesionales desde las universidades.

Según Antón Costas (2010), la relación entre conocimiento y poder está muy deteriorada y, paradójicamente, en la sociedad del conocimiento se ha quebrado la confianza en los expertos. Algunas de las razones de este deterioro hay que encontrarlas en la dificultad de integrar procesos deliberativos: *“los técnicos viven la voz de la sociedad como una distorsión, no como un valor. En la era de la información, la sociedad exige diálogo para que se tengan en cuenta sus preferencias”*.

El informe GUNI *“La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social”* es una buena síntesis de muchos de los debates en marcha. Este informe recoge la misión de la Universidad desde la perspectiva del impacto en la sociedad: *“Su objetivo es primordialmente promover la utilidad social del conocimiento, contribuyendo a la mejora de la calidad*

de vida; por ende, demanda perspectivas bidireccionales entre la Universidad y la sociedad e implica la multiplicación directa de usos críticos que tiene el conocimiento en la sociedad y en la economía” (GUNI, 2008).

Una de las formas de sintetizar estas aportaciones desde la Universidad, es alinear esfuerzos para que los profesionales que se forman en ella actúen desde la ética profesional y se impliquen en la construcción de organizaciones responsables allá donde ejerzan su actividad. Un buen profesional es aquel que en el desarrollo de su vocación y en el ejercicio de su actividad aporta a la sociedad los bienes internos de su profesión (Adela Cortina, 2008). Los bienes internos de la ingeniería son fundamentales en la búsqueda de respuestas a los desafíos medioambientales, especialmente en los sectores de alto contenido tecnológico.

La reflexión deontológica ha sido parte integrante del acervo social y particularmente en el ámbito de las ingenierías por más que haya sido ampliamente descuidado, particularmente en España, en los pasados años de crecimiento.

Si a las reflexiones éticas tradicionales añadimos la condición de un mundo muy rápidamente cambiante y crecientemente interdependiente en el que los efectos indeseados del desarrollo económico y técnico crecen a ojos vista sin que los beneficios que se derivan de dicho desarrollo alcancen a todos, podremos situar las demandas planteadas al ámbito deontológico de las ingenierías para enfrentar los actuales retos de escala planetaria.

Dice Castells (2004) que si el conocimiento es la “electricidad” de esta nueva economía, las Universidades son sus “fuentes de energía”. Pero, al

MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

Ortega y Gasset en su “Misión de la Universidad” (1930), de completa vigencia hoy, hace un repaso de la misión de la Universidad desde una perspectiva histórica y filosófica al objeto de orientar su reforma, pues *“La raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión”*.

Buscando *“La cuestión fundamental (II)”* identifica en la universidad tal como existe dos funciones que considera muy diferentes:

A) *La enseñanza de las profesiones intelectuales.*

B) *La investigación científica y la formación de futuros investigadores.*

Pero el análisis desde la perspectiva histórica recuerda el papel original de la Universidad medieval desde la “cultura general”, “lo que entonces constituía, entera y propiamente, la enseñanza superior”, y entendida como “el sistema vital de las ideas en cada tiempo [...] sobre el mundo y el hombre [...] y sin la cual el personaje medio es el nuevo bárbaro [...]”.

Para que la universidad sea capaz de formar en la “*profesión de mandar*”, de dirigir la evolución de la sociedad, la “*tarea universitaria radical*” es “*la enseñanza de la cultura o sistema de las ideas vivas que el tiempo posee [...] o mejor [...] desde las cuales, el tiempo vive (V)*” [...] “[...] *el repertorio de nuestras efectivas convicciones sobre lo que es el mundo y son los próximos, y sobre la jerarquía de los valores que tienen las cosas y las acciones: cuáles son más estimables, cuáles son menos*”.

Así, en su recapitulación (IV), y sobre los principios básicos de que “*en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad hay que partir del estudiante, no del saber ni del profesor (III)*”, y de “*no querer confundir tres cosas que son de sobra diferentes: cultura, ciencia y profesión intelectual*”. Ortega enuncia:

“La universidad consiste, primero y por lo pronto, en la enseñanza superior que debe recibir el hombre medio.

Hay que hacer del hombre medio, ante todo, un hombre culto, situarlo a la altura de los tiempos [...]

Hay que hacer del hombre medio un buen profesional [...]

No se ve razón ninguna densa para que el hombre medio necesite ni deba ser un hombre científico [...] no obstante la Universidad es inseparable de la ciencia y, por tanto, tiene que ser también o además investigación científica [...]”

Y más adelante, concluyendo el texto:

“[...] la Universidad es además, ciencia. Pero es, además, otra cosa. [...] La Universidad tiene que intervenir en la actualidad como tal Universidad, tratando los grandes temas [...] ha de imponerse como un poder espiritual superior [...] Entonces volverá a ser la Universidad lo que fue en su hora mejor: un principio promotor de la historia europea”.

mismo tiempo, también se reclama, cada vez con más intensidad, que las Universidades estén al servicio de los objetivos humanísticos y culturales de la sociedad y de los individuos (GUNI, 2008).

Se trata por ello de resituar los atributos del ingeniero global desde la perspectiva de las responsabilida-

des que corresponden a la orientación que adopta la evolución técnica, una vez superada la concepción que sostenía la estricta neutralidad de las soluciones de la tecnología. No existiendo la neutralidad pura, y siendo las soluciones técnicas elementos básicos del proceso de cambio, resulta pertinente preguntarse de forma recu-

CAPACIDADES ASOCIADAS A LA RESPONSABILIDAD Y LOS VALORES ÉTICOS EN LA INGENIERÍA

Responsabilidad ética y profesional (ABET):

- Capacidad para tomar decisiones éticas informadas.
- Conocimiento de los códigos de conducta.
- Evaluación de la dimensión ética de la práctica profesional.
- Comportamiento ético visible.

Compromiso ético (TUNING):

- Capacidad de comprender los valores de las diferentes actividades realizadas.
- Actitud para respetar y saber limitar sus implicaciones morales y sociales.
- Saber reconocer los límites sociales y las implicaciones morales de los diferentes proyectos o trabajos respetando la ética profesional.

UK Standard:

- Implicación personal para/con los códigos profesionales. Reconocimiento de las obligaciones hacia la profesión, la sociedad y el medio ambiente.
- Actuar responsablemente, teniendo en cuenta la necesidad de trabajar los resultados económicos, sociales y ambientales simultáneamente.
- Usar la imaginación, la creatividad y la innovación para proporcionar productos y servicios que mejoren la calidad del medio ambiente y la sociedad, respetando los objetivos económicos.
- Comprender y fomentar la implicación de los grupos de interés en el logro de la sostenibilidad.

“Preparing engineers for social responsibility”, TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education:

- Capacidad de entender y cuestionar las realidades políticas y sociales subyacentes al modelo económico-tecnológico.
- Capacidad de entender y respetar otros marcos de valores (no-occidentales).
- Cuestionamiento crítico acerca de los intereses del resto de actores.

rente sobre la incidencia de las soluciones generadas desde la ingeniería sobre los retos globales, incluidos los de la persistencia de la pobreza y la exclusión en las CRA. Resulta pertinente preguntarse sobre la incidencia que las soluciones técnicas elaboradas por los ingenieros ejercen sobre la orientación del cambio.

En relación con tales retos y preguntas existen precedentes en los ámbitos de la sostenibilidad y la Responsabilidad Social, y existen modelos de valores, competencias y contenidos para la ingeniería. En el recuadro anterior se muestran algunos modelos profesionales y académicos.

Se trata de nuevo del humanismo, tal vez de un humanismo renovado, de una vuelta de la filantropía, que busca incidir positivamente en las condiciones de vida de las generaciones actuales y venideras. Pero al igual que ha pasado en otras épocas, con clara conciencia de que dicha mejora es en realidad una mejora compartida, en la medida en que los daños asociados al mantenimiento de las condiciones de privación de una parte de la humanidad imponen de hecho daños y restricciones a las posibilidades de despliegue de la humanidad en su conjunto.

Para concretar estos conceptos en los planes de formación de la ingeniería, hay que definir las competencias transversales asociadas a los conceptos de sociedad en red, valores para la sostenibilidad, visión sectorial, diálogo con los grupos de interés... desde un compromiso con la ética de la profesión de ingeniero. La dificultad para la incorporación de competencias transversales es doble. Por un lado los planes de estudio tienen ya una alta carga de contenidos, y los responsables de las distintas áreas docentes ven difícil disminuir temario para incorporar nuevos ámbitos de conocimiento. Por otro lado no es fácil

la definición de estas competencias transversales y, menos aún, el método docente idóneo para que los alumnos las adquieran.

Las líneas de investigación que reflexionan cómo facilitar la adquisición de competencias transversales desde la ingeniería, de momento aportan más las preguntas que las respuestas:

- ¿Cómo se caracteriza un comportamiento observable en un alumno que no está operando en un entorno concreto y real? ¿Cómo se mide por tanto el nivel de adquisición de la competencia?
- ¿Qué plazos son necesarios para la incorporación de determinadas competencias? ¿Es posible trabajar competencias en asignaturas semestrales sin una estrecha coordinación entre asignaturas?
- ¿Es posible trabajar las competencias vinculadas a valores si no existe un alineamiento cultural al 100% de la institución que lo imparte?

En cualquier caso parece obvio, sin embargo, que la inclusión sistemática de este tipo de consideraciones en los llamados sistemas *de calidad* o de evaluación y gestión del cambio puede aportar mayor inteligencia, o mejor comprensión, a los procesos en los que la ingeniería se ve confrontada a escala global.

11.5. EL PANORAMA DE LA FORMACIÓN

La construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior, puesta en marcha a raíz de la Declaración de Bolonia de 1999, está enmarcada en origen en los debates y decisiones políticas provocadas por el Acuerdo General de

Comercio de Servicios (GATS) de la OMC, firmado en 1995 y cuyo objetivo declarado es “liberalizar el comercio de servicios” a escala mundial. La Declaración de Bolonia y el proceso puesto en marcha a raíz de ésta trata de incentivar la reforma de la educación superior en Europa, a la par que su unificación en un espacio común que resulte más competitivo a escala mundial y, por tanto, resulte más atractivo para estudiantes de cualquier origen en competencia planetaria con otros actores a escala mundial, y en particular los Estados Unidos, Australia y Japón. La reforma en la definición de los objetivos formativos y en la puesta en marcha de los procesos formativos, o la internacionalización, son componentes esenciales en esta construcción, aun cuando una gran parte del calor aportado al debate en España los haya ignorado en buena medida.

En el marco de esta reforma, y desde la perspectiva de la formación orientada a los ámbitos que aquí nos interesan podemos considerar sucesivamente tres grados de aproximación.

1. En primer lugar debemos considerar la capa más externa o general, que corresponde a la definición de las competencias (conocimientos o saberes, capacidades y habilidades...) cuya adquisición se establece a través de los procesos formativos, y que definen el perfil del profesional a que corresponde cada título, perfil establecido en los objetivos del título. El catálogo de competencias, cuya adquisición resulta garantizado por el proceso formativo que da acceso al título, (incluyendo los sistemas de calidad que buscan controlar el ajuste de dicho proceso a los objetivos y requisitos de los planes de estudios aprobados) incluye en un mundo global, y como ya

hemos visto en un apartado anterior, un conjunto en el que forman parte necesaria de la formación del profesional global tanto el conocimiento de los problemas globales, como las cuestiones ligadas a la internacionalización y a la diversidad, así como las derivadas de la responsabilidad profesional, y las capacidades necesarias para incorporarse en paridad en procesos internacionales. Es por ello por lo que el entrenamiento en problemas asociados a contextos de desarrollo resulta sin duda un elemento útil en la formación general.

2. En segundo lugar podemos contemplar una formación más específica asociada al conocimiento de los paradigmas del Desarrollo Humano, y al conocimiento somero de los consensos internacionales en este ámbito, incluyendo la especial incidencia de la pobreza en el ámbito rural y en las CRA, los conceptos sobre tecnología apropiada y relacionados, etc., formación que puede ser considerada como más especializada, pero que sin embargo, y hasta un cierto nivel básico, cabría considerar como parte de la base cultural común de cualquier ciudadano y votante de un país donante como es España. Se trataría de un elemento de la formación, no tanto como profesional, cuanto como ciudadano, del estudiante. Los elementos básicos de esta formación pueden sin embargo quedar asociados a la formación básica en relación con los sistemas internacionales (financieros, de comercio, de producción e investigación, de transferencia y ayuda, etc.) y por lo tanto formar parte del conjunto de los elementos formativos ligados a la inclusión profesional en un mundo global.

3. En último lugar y, como capa más interna -y profunda- de especialización que las anteriores estaría la formación específica para la intervención directa en contextos de desarrollo y cooperación, formación que debe concebirse formando líneas o áreas de especialización para una fracción del alumnado con interés específico en ellas, y en las que resultará imprescindible la profundidad en el conocimiento de los enfoques y métodos apropiados, así como el conocimiento en profundidad de casos de éxito en la aplicación de tales métodos en la generación de soluciones técnicas apropiadas en el ámbito de especialidad del alumno.

Abordar cada uno de estos tres niveles de profundidad supone considerar elementos diferentes, unos a incorporar a los procesos formativos generales, otros, a establecer como procesos formativos específicos e individualizados, parte común, por tanto, los primeros de titulaciones de orientación genérica, parte específica los otros de titulaciones especializadas.

En el último apartado de este capítulo tratamos de proponer recomendaciones adecuadas a estos planteamientos.

11.6. LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO EN TÉCNICAS APROPIADAS A LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS, Y SU IMBRICACIÓN CON LA FORMACIÓN

Aunque el capítulo se orienta específicamente a la *formación*, las tareas de la universidad en formación e investigación están altamente correlacionadas, siendo la for-

mación especializada una vía habitual en las actividades de validación y difusión de los avances aportados sea por la investigación, sea por las actividades de innovación asociadas a la adaptación técnica y la transferencia a ámbitos nuevos de técnicas preexistentes, etc. La actividad formativa es también fuente de perplejidades que actúa a menudo como incentivo a la renovación de las ideas y, por tanto, como incentivo a la investigación misma.

Los desafíos en las condiciones de aplicación de las técnicas a las Comunidades Rurales Aisladas avalan claramente la necesidad de imbricar también aquí ambos campos de la actividad universitaria, no sólo mediante la incorporación en los programas formativos de las adquisiciones o aprendizajes más recientes, sino también mediante la incorporación de dichos programas a parte de las tareas de investigación misma, en un entramado en el que coevolucionan la concepción, la depuración y fijación de ideas, su crítica a través de los procesos de aplicación práctica y contraste con la realidad, y su comunicación y divulgación en los diferentes programas formativos, y en el que los diversos actores -investigadores, educadores, educandos, y beneficiarios- intercambian roles en la medida de sus posibilidades y capacidades.

Esta incorporación, en completa sintonía con el proceso formativo buscado en el modelo de Bolonia, puede hacer uso de las actividades de validación y contraste sobre el terreno para acercar a los alumnos en fase de formación a percibir y experimentar la voz de la sociedad como *valor*, y no como *distorsión* (Antón Costas, 2010).

LAS COMPETENCIAS EN LA DEFINICIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Como referencias para orientar la inclusión de la temática asociada a la sostenibilidad, el desarrollo humano, o las tecnologías apropiadas en CRA en las actividades y en los planes de estudios en ingeniería, ya sea de forma general para todos los titulados, ya sea sólo para alguna parte de los alumnos en las especialidades correspondientes, se incluyen extractos:

- De la definición de la competencia genérica en *Sostenibilidad y Compromiso Social* incorporada en la Universidad Politécnica de Catalunya,
- De dos memorias de Verificación de sendos Másteres Universitarios, detallando algo más la cadena Objetivos → Competencias → Resultados del aprendizaje.

Universitat Politècnica de Catalunya

Todos los planes de estudios de grado adaptados al Espacio Europeo de Educación superior de la UPC en el período 2008-2010 incorporan la competencia genérica en Sostenibilidad y Compromiso Social, "SiCS", definida como: "*La competencia genérica sostenibilidad y compromiso social es la capacidad de conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para usar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía*" (UPC, 2008). Esta es una de las 7 competencias genéricas compartidas.

Esta competencia se puede adquirir de forma progresiva en tres niveles, típicamente a lo largo de diferentes asignaturas del plan de estudios, definidos como sigue:

1. Analizar sistémicamente y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad y el compromiso social de forma interdisciplinaria, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.
2. Aplicar criterios de sostenibilidad y de compromiso social en el diseño y la evaluación de soluciones tecnológicas y/o arquitectónicas.
3. Llevar a cabo proyectos y actuaciones profesionales coherentes con el desarrollo humano, la sostenibilidad y el compromiso social, teniendo en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental en la identificación de los problemas y en la aplicación de soluciones.

Para su incorporación efectiva en las asignaturas de los distintos planes de estudios, y teniendo en cuenta las diferentes dimensiones desde las cuales se trabaja la Sostenibilidad y el Compromiso Social de la universidad, se han definido de forma participativa con los diferentes colectivos implicados (institutos, cátedras, unidades de servicios, grupos de innovación docente) las siguientes dimensiones de la competencia, recogidas bajo el acrónimo VISCA, nombre, a su vez, de un grupo de innovación docente específico del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC (UPC, 2011).

- *Valores éticos.* La dimensión de valores éticos para el desarrollo profesional y personal, implica discriminar si una acción (u omisión) es correcta/incorrecta o adecuada/no adecuada, y actuar en consecuencia en base a una escala de valores personales, colectivos (derechos universales, bienestar responsable, cultura democrática), o profesionales (códigos deontológicos), considerando tanto la propia acción (u omisión) como el contexto, las causas y las consecuencias directas e indirectas de la misma.
- *Igualdad.* La dimensión de igualdad/equidad de género implica reconocer e intervenir en situaciones personales y profesionales que dificultan y/o discriminan el desarrollo y crecimiento de las mujeres y los hombres, actuando como agente de cambio con propuestas que permitan una mejora en la calidad de vida laboral y social de todas las personas afectadas, reconociéndolas como iguales y considerando el concepto de justicia social.
- *Sostenibilidad.* La dimensión de sostenibilidad implica diseñar y evaluar procesos y soluciones técnicas desde la triple perspectiva Ambiente – Sociedad – Economía con una visión sistémica y compleja, y en un marco de restricciones biofísicas que permitan satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras; implicando la comprensión de los flujos y ciclos materiales y energéticos, y de las dinámicas de los sistemas socioambientales y sus interrelaciones, para optimizar el uso de los recursos disponibles garantizando el acceso justo y equitativo a los mismos.
- *Cooperación.* La dimensión de cooperación para el desarrollo implica identificar, planificar, diseñar, ejecutar y evaluar acciones orientadas al desarrollo humano (económico, ambiental, social y político) principalmente en países en desarrollo, partiendo de la situación, necesidades y prioridades de la población, impulsando la formación, la investigación-acción y el trabajo conjunto inter e intracomunitario, y potenciando la autonomía y las capacidades individuales y colectivas de las personas como agentes de cambio para ampliar sus libertades individuales y colectivas.
- *Accesibilidad.* La dimensión de la accesibilidad universal hace referencia al diseño y desarrollo de productos, servicios y entornos (digitales, tecnológicos, físicos, sociales y/o profesionales) de forma comprensible, utilizable y practicable por parte de todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, y de la forma más autónoma y natural posible.

Cada una de estas dimensiones de la competencia genérica “SiCS” se concreta en resultados de aprendizaje para cada uno de los tres niveles competenciales.

En este marco, los planes de estudio, a través de sus asignaturas y sus guías docentes, incorporaran los contenidos y actividades que permitan conseguir las competencias planteadas, desde alguna o varias de sus dimensiones. El proceso, a fecha actual, año 2011, está en el inicio de la implementación. El marco de trabajo se considera suficientemente general y compartido como para que pueda ser útil para apoyar la implementación, seguimiento y evaluación de los nuevos planes de estudio de toda la universidad.

Máster Universitario en Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo (URJC)

El OBJETIVO GENERAL del Máster es proporcionar una formación avanzada que prepare para la investigación sobre tecnologías y metodologías apropiadas y sostenibles en el ámbito de las telecomunicaciones y los servicios de información para zonas rurales de países en desarrollo.

El objetivo general se plasma en el título propuesto a través de los siguientes objetivos específicos:

- Formar investigadores capaces de definir claramente las características de redes y servicios de telecomunicación apropiados para zonas rurales de países en desarrollo, donde las tecnologías convencionales han probado no ser adecuadas, y que sean capaces de realizar todos los ajustes y optimizaciones necesarias para lograr la viabilidad (técnica, económica y social) que se requiere en estos entornos.
- Enseñar las metodologías más adecuadas para realizar trabajos de investigación de calidad en TIC para el desarrollo, ya sean de carácter puramente científico-técnico o de evaluación de impacto y sostenibilidad.
- Ofrecer formación de calidad sobre las técnicas y métodos más modernos para gestionar y mantener infraestructuras de comunicaciones y servicios en zonas aisladas, de difícil accesibilidad y condiciones de entorno hostiles.

Competencias Generales, según RD 1393/2007 (CG)

(las usuales en los títulos de ingeniería)

Competencias generales adicionales

CG.5- Que los estudiantes hayan demostrado una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CG6- Que los estudiantes hayan demostrado la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Competencias específicas relacionadas con sistemas de radiocomunicación para comunidades rurales aisladas

CE1.- Capacidad para planificar y dirigir tanto la instalación como la operación de sistemas de telecomunicación en zonas de difícil acceso, cumpliendo las normativas vigentes, asegurando la calidad del servicio y tomando en cuenta los criterios de ética y sostenibilidad propios de los procesos de desarrollo.

CE2.- Capacidad para realizar los modelados matemáticos, los cálculos y las simulaciones necesarias para lograr la adaptación/optimización de tecnologías inalámbricas de información y comunicaciones para zonas desfavorecidas (condiciones de contorno de gran cobertura, terreno irregular, bajo coste, bajo mantenimiento, bajo consumo y robustez extrema) en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

CE3.- Capacidad para resolver problemas de integración e interoperabilidad de tecnologías de comunicación multimedia heterogéneas que permitan dar respuestas reales en zonas en que las comunicaciones convencionales no llegaran.

Competencias específicas relacionadas con los servicios telemáticos para el desarrollo

CE4.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar aplicaciones en red eficientes, robustas y adecuadas a las necesidades y capacidades de usuarios de zonas aisladas, con escasa o nula experiencia en el uso de aplicaciones informáticas.

CE5.- Capacidad para diseñar, desarrollar y emplear modelos de administración y gestión de redes apropiados para sistemas dispersos, remotos y sometidos a condiciones de entorno agresivas.

Competencias específicas relacionadas con la cooperación internacional y el desarrollo sostenible

CE6.- Capacidad para interpretar críticamente las necesidades de los usuarios de una red de comunicaciones junto con las condiciones de desarrollo local, para convertirlos en especificaciones de un proyecto de ingeniería o para definir adecuadamente un problema de investigación.

CE7.- Capacidad para comprender las implicaciones de la implantación de nuevas tecnologías en zonas rurales remotas, teniendo en cuenta todas las dimensiones de la sostenibilidad (tecnológica, económica, cultural, social, política e institucional), y para escoger a partir de ahí los métodos de intervención más adecuados.

Ejemplo de materia: (extracto)

Denominación del módulo o materia:	Laboratorio de Redes de Ordenadores
Número de ECTS de módulo o materia:	3
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia.	Los resultados del aprendizaje de esta asignatura contribuyen sustancialmente a la consecución de: - Las competencias generales CG1, CG4, CG5 - Las competencias específicas: CE5

Máster Universitario en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación (UPM)

Objetivo 1.	Formar profesionales que, comprendiendo las complejas causas culturales, económicas, sociales y políticas que están en la base de la pobreza y la desigualdad, sean capaces de entender y emplear los instrumentos existentes destinados a impulsar el progreso (en términos de desarrollo humano) de las poblaciones más desfavorecidas, basándose en las capacidades previamente existente en éstas.
Objetivo 2.	Formar profesionales capaces de intervenir de manera informada, rigurosa y pertinente en procesos participativos y democráticos de identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas, y proyectos de desarrollo humano cuyo impacto esté fuertemente ligado a la adecuación y relevancia de las opciones técnicas empleadas. Sea con conocimientos fundados sobre el conjunto de las técnicas apropiadas en condiciones de pobreza, sea con especialización en alguna de las siguientes cuatro áreas técnicas de aplicación: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollo urbano y territorial.- Desarrollo rural y agro-forestal.- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.- Tecnologías apropiadas en Agua, Energía y Medio Ambiente.

Objetivo 3.	Formar profesionales con capacidad de liderazgo y de colaboración en contextos multidisciplinares, que sean capaces de formular, junto a otros profesionales y políticos, y a las poblaciones concernidas, alternativas innovadoras a las políticas y programas de desarrollo desde la perspectiva de un empleo de la técnica innovador y asimilable por dichas poblaciones.
Objetivo Especifico 4.	En el itinerario asociado al Desarrollo urbano y territorial, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza urbana, en el marco de procesos de desarrollo que se producen o están ligados a las ciudades y a la articulación territorial en la que éstas juegan un papel nuclear, y con empleo experto de las técnicas asociadas a dichos procesos.
Objetivo Especifico 5.	En el itinerario asociado al Desarrollo rural, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza y el hambre rural, en el marco de procesos de desarrollo ligados a este ámbito, con atención particular a los problemas de producción de alimentos y de seguridad alimentaria y nutricional.
Objetivo Especifico 6.	En el itinerario asociado a las TIC, capacidad para explotar y desarrollar las posibilidades que, como catalizador para el desarrollo y para la reducción de la pobreza, presentan las actividades y técnicas encaminadas a la reducción de la brecha digital y a la disseminación de servicios basados en estas tecnologías.
Objetivo Especifico 7.	En el itinerario asociado al Medio Ambiente, Agua, y Energía capacidad para incorporar tecnologías apropiadas a contextos de desarrollo a procesos de universalización de servicios básicos (ligados a los recursos de agua, energía y medio ambiente), considerando, la producción y distribución, y el mantenimiento y sostenibilidad, y centradas en los procesos, instrumentos y técnicas útiles y asimilables en el mundo pobre

Competencias generales (semejantes a las habituales en estudios de Máster)

Competencias específicas

Competencia Específica 1.	Conocimiento crítico de las teorías sobre el desarrollo y desigualdad en sus contextos políticos e históricos así como de la evolución en las formas de cooperación internacional.
Competencia Específica 2.	Conocimiento de los enfoques vigentes del desarrollo humano y desarrollo sostenible, con consideración de los enfoques transversales, como los de género y de derechos humanos, los de medio ambiente y culturales, y los relativos a minorías.
Competencia Específica 3.	Conocimiento básico de las realidades de pobreza regionales africana, latinoamericana y asiática.
Competencia Específica 4.	Conocimiento de las organizaciones y de las instituciones legales, técnicas y financieras del sistema de ayuda al desarrollo a nivel nacional e internacional.
Competencia Específica 5.	Conocimiento de los métodos y herramientas aplicados en la identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos de desarrollo, y capacidad para aplicarlos en forma colaborativa a problemas concretos.
Competencia Específica 6.	Conocimiento de las relaciones entre sociedad, ciencia y técnica, y capacidad para comprender y evaluar el impacto social de las transformaciones técnicas y su asimilación.
Competencia Específica 7.	Conocimiento de los actores de la lucha contra la pobreza y la exclusión social y sus estrategias y modalidades específicas, así como los métodos de trabajo en asociación y en red y capacidad para integrarse en, o conducir, sus actividades y organizaciones.
Competencia Específica 8.	En cada área de especialidad conocimiento de los elementos claves en el gobierno y gestión del cambio y su impacto en la evolución de la desigualdad.
Competencia Específica 9.	En cada área de especialidad, conocimiento de las técnicas apropiadas disponibles, de las organizaciones relevantes y de las principales fuentes de información y capacidad para su manejo y evaluación.
Competencia Específica 10.	En cada área de especialidad, capacidad para concertar, programar, desarrollar y evaluar programas de acción y formativos en el marco de las acciones de desarrollo y cooperación, a partir de la identificación y potenciación de las capacidades locales.

11.7. RESPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES ORIENTADOS A LIDERAR EL CAMBIO

Como resumen, nos parece de interés proponer desde estas líneas el siguiente decálogo de intenciones:

1. En el diseño de los Planes de Estudio, y en sus correspondientes memorias, en la perspectiva de lo que Ortega y Gasset define como *cultura*, las competencias de carácter general y específica de los títulos deben incluir las requeridas por las necesidades de la internacionalización y la globalización, que, desde una perspectiva de la sostenibilidad social y ambiental, incluya la comprensión del desarrollo humano como componente ineludible de la gestión del cambio.
2. Entre las competencias genéricas debe incluirse la capacidad de evaluar las opciones técnicas disponibles desde la perspectiva de su gobierno por la sociedad, de comprender y de incentivar la participación social en dicha evaluación, y en la toma de decisiones, comprendiendo las relaciones entre las escalas técnica y social del conjunto de las soluciones disponibles. La complejidad involucrada en este tipo de problemas puede aconsejar el empleo de los estudios de casos.
3. Se fomentará el acercamiento del *Sur* al Aula en las materias profesionales mediante la incorporación generalizada, bien de ejemplos o casos, bien de problemas genéricos asociados a contextos de pobreza y, específicamente, asociados al mundo rural aislado, a través de la incorporación de estudios de campo, de problemas aportados por los

propios estudiantes procedentes de países del *SUR*, profesores visitantes, o estudiantes de procesos anteriores, por la reorientación en el enfoque de materias “normales” en semestres especiales o experimentales, etc. Deben aprovecharse para ello y de forma extensiva los incentivos a procesos de innovación educativa.

4. Deben implantarse programas de estudios especializados en los problemas y técnicas apropiadas a las Comunidades Rurales Aisladas. Dichos programas, además de aportar formación específica a los titulados con dicha orientación, sirven de fuente de ejemplos y de síntesis para su empleo en los programas no especializados, así como de instrumento de decantación y difusión de las soluciones técnicas apropiadas exitosas. Deben poderse cursar elementos de tales títulos especializados como materias opcionales de otros títulos.
5. Los programas de estudio deben imbricarse y fundamentarse en el aprendizaje y la innovación aportada por procesos reales de desarrollo, emprendidos en colaboración con los socios idóneos, que incluyen las universidades, comunidades locales y administraciones del *Sur* interesadas en ello, tanto como las ONGD que puedan actuar como mediadoras o facilitadoras de dichos procesos.
6. Debe fomentarse la realización de estancias de estudiantes en dichos procesos de desarrollo, incorporando objetivos mixtos, tanto académicos como de desarrollo, y haciéndolas accesibles a alumnos avanzados de cualquier titulación, y previa formación, redirigiendo determinados Proyectos de Fin de Carrera o de Fin de Máster o

las prácticas “profesionales” a objetivos para el desarrollo.

7. Debe fomentarse la estabilización de alianzas a medio y largo plazo con los anteriores actores, incorporándolas a redes estables más amplias dirigidas a la movilidad e intercambio formativo y científico en los ámbitos citados, con socios con reconocimiento de ámbito internacional en estas materias.

8. Deben acometerse acciones específicas de apoyo a la incorporación de los contenidos citados, estableciendo procesos de formación para los profesores que lo requieran, y estableciendo sistemas de incentivos y de reconocimiento y premio, así como a través del fomento de redes de apoyo y difusión a las experiencias de éxito, publicaciones y exposiciones, etc.

9. Deben, finalmente, incorporarse en los sistemas de evaluación institucional existentes o que hayan de implantarse elementos de valoración e indicadores que hagan referencia a los aspectos señalados, estableciendo consecuencias. Dichos sistemas deben orientarse a revertir la actual situación de contraincentivos a todo lo que, por su carácter más transversal, puede ser considerado aún hoy ajeno a la especificidad disciplinar.

10. Se trata, en definitiva, de dotar al conjunto de los estudiantes de ingeniería con el conjunto de conocimientos, capacidades y capital social que hayan de serles útiles en el futuro para colaborar adecuadamente en la gestión del cambio a una sociedad más equitativa y justa y, a una fracción relevante de ellos para colaborar con éxito en tareas de progreso en las Comunidades Rurales Aisladas.

Puede consultarse un catálogo de instrumentos en algunos de los textos de la bibliografía, en particular Pérez-Foguet et al. (2005), Boni y Pérez-Foguet (2006, 2008), Pérez-Foguet y Lobera (2008) y Moreno (2009).

BIBLIOGRAFÍA

- BONI, A., PÉREZ-FOGUET, A. (2008), “Introducing development education in technical universities: successful experiences in Spain”, *European Journal of Engineering Education*, 33(3): 343-354.
- BONI, A., PÉREZ-FOGUET A. (2006), *Construyendo ciudadanía global desde la universidad: Propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas*, Colección Informes n. 32, Intermon-OXFAM, Barcelona, España.
- CASTELLS, M. (1998), *La era de la información. Economía sociedad y cultura. Vol. 3. Fin del Milenio*, Madrid, Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2004), *Materiales Doctorado*, Barcelona, UOC.
- CORTINA, A. (2008), *Conferencia: Ética profesional*, ETSII-UPM, Disponible en <http://www.induforum.es/induo8/retrans.html>
- COSTAS, ANTÓN. (2010), “Tensions between the knowledge of experts, society and politics.”, 2ª Conferencia Internacional sobre Ética y valores humanos en ingeniería, WFEO, Barcelona.
- DIRECCIÓN DE COOPERACIÓN UPM, ISF ApD. (2009), *Proyectos de Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo: Actas de las Jornadas, Madrid 10 y 11 de junio de 2008*. Disponible en <http://oa.upm.es/2099>

- GUNI. (2008), *La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social.*
- IBM. (2010), *Capitalizing on Complexity: Insights from the Global Chief Executive Officer Study.*
- MARGINSON, S. (2008), "Ideas of a University" for the global era. Paper for seminar on 'Positioning University in the Globalized World: Changing Governance and Coping Strategies in Asia'. Centre of Asian Studies, The University of Hong Kong; Central Policy Unit, HKSAR Government; and The Hong Kong Institute of Education. 10-11 December 2008, The University of Hong Kong. Disponible en http://www.cshe.unimelb.edu.au/people/staff_pages/Marginson/HKU%20101208%20Marginson.pdf
- MATAIX, MORENO, SÁNCHEZ: *Hacia un modelo de desarrollo más humano. El compromiso desde la ingeniería (COIIM).*
- MAX-NEEF, ELIZALDE, HOPENHAYN. (1986), *Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro.* Manfred Max-Neef - Antonio Elizalde - Martín Hopenhayn, Santiago (Chile), otoño de 1986. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh_1.html
- MORENO, A. (2009), *On engineering education for sustainability. A case study on ICT and transportation.*
- MORENO, A. (2009), *Las organizaciones en red. Fundamentos psicosociales y de gestión del cambio*, Sanz y Torres.
- MORENO, A., URIARTE, L. M., TOPA, G. (2010), *La responsabilidad social empresarial*, Editorial Pirámide.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1930), *Misión de la Universidad.* Alianza Editorial.
- PEREZ, J. (2008), *La Gobernanza de Internet. Contribución al debate mundial sobre la gestión y el control de redes*, Ariel.
- PÉREZ ARRIAGA, I., MORENO, A. (2009), *La contribución de las TIC a la sostenibilidad del transporte en España*, Real Academia de Ingeniería, Madrid.
- PÉREZ-FOGUET, A., LOBERA, J. (2008), *El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas.* Material para la innovación docente. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <http://hdl.handle.net/2117/1979> [consultado en marzo 2011]
- PEREZ-FOGUET, A., OLIETE-JOSE, S., SAZ-CARRANZA, A. (2005), "Development education and engineering: a framework for incorporating reality of developing countries into engineering studies", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(3):278-303.
- VEST, CHARLES M. (2008), Context and Challenge for Twenty-First Century Engineering Education. *Journal of Engineering Education. Special Guest Editorial.*
- UK ENGINEERING COUNCIL. (2010). *UK Standard for Professional Engineering Competence.*
- ENGINEERS AUSTRALIA. (2003). *Australian Engineering Competency Standards.*
- AGENCIA PARA LA CALIDAD DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE CATALUÑA (AQU). (2009). *Guía para la evaluación de competencias en Ingeniería y Arquitectura.*
- ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). (2010). *Criteria for accrediting engineering.*
- ZANDVOORT, H. (2007). *Preparing Engineers for Social Responsibility.* Report of the TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education.
- DAVIDSON ET AL. (2010). *Preparing future engineers for challenges of the 21st century: Sustainable engineering.*

UPC. (2008), *Marc per al disseny i implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Universitat Politècnica de Catalunya. CG 16/4 2008.

UPC. (2011), *Guia per desenvolupar la Sostenibilitat i compromís social en el disseny de titulacions*. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en https://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/publicacions_ice [consultado en marzo 2011].

NOTAS

¹ No deben en ningún caso confundirse las *competencias*, entendidas aquí como elementos de la formación adquirida a lo largo del proceso educativo, con las *atribuciones*, entendidas como ámbitos de la acción profesional reconocidos social o legalmente, por más que las *competencias* sean de hecho la base racional para el otorgamiento de tales *atribuciones*.





TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO Y LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

Jaime Cervera Bravo
Coordinador. UPM

Agustí Pérez Foguet
UPC

Carlos Mataix Aldeanueva
UPM

Ana Moreno Romero
UPM

José Ignacio Pérez Arriaga
RAI

Jorge Pérez Martínez
UPM

Académico revisor
José Ignacio Pérez Arriaga

11

11.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendemos reflexionar sobre la influencia que la inclusión de la agenda descrita en los capítulos anteriores debe suponer para la formación, y para la de los ingenieros en particular. La discusión plantea, en primer lugar, la pertinencia de dicha inclusión, aun con grados diferenciados, en la formación de todos los titulados y no sólo en la de aquéllos orientados al sistema internacional de cooperación al desarrollo: las razones están tanto en las clases de problemas con los que con mayor frecuencia se han de encontrar los profesionales en un mundo globalizado, como en las competencias necesarias para enfrentarse con éxito a los retos de la globalización. Los conceptos y herramientas procedentes de la ética –o de la deontología profesional– han sido siempre un referente para el quehacer profesional, especialmente en tiempos de cambio; lo son también ahora aun no existiendo unanimidad sobre su aportación o posición en el marco de los nuevos modelos educativos que se derivan de los procesos de convergencia destinados a la construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Este espacio no trata sólo de construir un modelo común sino además, y con gran énfasis, de abrir ese modelo al mercado educativo global que no sólo incluye a los ciudadanos europeos, sino que también pretende atraer a los estudiantes procedentes de otros países, que incluyen al Sur, estudiantes que están llamados a ser agentes activos de su propio desarrollo. Trataremos en consecuencia de aportar alguna luz o recomendaciones útiles.

11.2. EL MUNDO GLOBALIZADO... Y EN RED

Resulta imprescindible situar las tendencias en la reforma de la formación en ingeniería y arquitectura en el contexto de la globalización: en un mundo en el que la economía, la técnica y la cultura se encuentran cada vez más enlazadas a escala mundial, y en el que los procesos de cambio se multiplican por el efecto combinado de los avances técnicos con dicha escala creciente en las relaciones, resulta ineludible la capacidad de los profesionales para comprender, integrarse, o incluso extender ese conjunto de lazos.

Esta capacidad exige no sólo conocimientos y habilidades obvias en el marco internacional, como son el dominio de los idiomas, o la disponibilidad y facilidad para la movilidad. Dicha capacidad exige cada vez más la facilidad para desenvolverse adecuadamente en ambientes multiprofesionales y multiculturales, con conocimiento, comprensión y respeto a la diversidad cultural, que resultan imprescindibles para participar adecuadamente en los procesos de colaboración y negociación que deban producirse en contextos de diversidad.

Esta capacidad para comprender y participar en el tejido social, económico y cultural a escala global incluye la capacidades de entender las formas de colaboración en red, de importancia creciente, en la medida en que son las redes, o las cadenas de valor completas si nos referimos al marco de la producción-distribución, las que compiten por el éxito, la influencia o la preponderancia a escala internacional. Pues no se trata sólo de que las decisiones o soluciones aportadas desde uno de los nodos de la Red (o de la cadena) resulten excelentes: las posibilidades de dise-

minación de dichas soluciones o productos están radicalmente limitadas por la eficacia y excelencia de la Red en su conjunto, de manera que el desempeño propio es parte relevante pero insuficiente para caracterizar las posibilidades de éxito que dependen más bien del desempeño del conjunto. Si nos referimos a contextos de desarrollo, en este desempeño del conjunto resulta clave limitar o excluir las condiciones de dependencia de los más débiles, aun siendo la independencia total imposible en el marco global. Desde esta perspectiva resulta de interés recuperar un término del debate en torno a las nociones de dependencia o independencia producido en Latinoamérica, el de *interdependencia* (Max-Neef, Elizalde, Hopenhayn, 1986), que expresa lo inevitable del enlace entre intereses y procesos, pero sin que dicho enlace se establezca desde relaciones de dominio o explotación.

La sociedad en red es el nuevo contexto socioeconómico en el que los profesionales tienen que aprender a desenvolverse. Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, y los modelos red, están modificando aspectos fundamentales del mercado de trabajo, del funcionamiento de las organizaciones y de las formas de relación en los grupos. Manuel Castells ha conceptualizado la sociedad en red como el sistema social de la era de la información, estructurado en redes que se apoyan sobre tecnologías de información y comunicación como instrumentos que potencian esta forma de relación, que no es nueva (Castells, 1998).

En este contexto tecnológicamente complejo, la relación de la universidad con la empresa cobra especial importancia. Marginson (2008) habla de las “univer-

sidades globales abiertas intensivas en investigación”, caracterizadas como un espacio abierto social en el que la comunidad universitaria se relaciona cada vez más con el mundo empresarial, institucional y comunitario. Además, como consecuencia de la globalización y de la difusión de Internet, la extensión universitaria ha sobrepasado el ámbito local siendo cada más frecuente la colaboración de la Universidad con empresas e instituciones internacionales.

En este contexto resultan necesarias capacidades individuales en los ámbitos de la comunicación, la identificación y caracterización de socios, la negociación para la especialización entre los diferentes nodos, así como las cualidades requeridas para la colaboración en contextos de diversidad, capacidades que resultan imprescindibles en cualquier tipo de acción colectiva en el ámbito social o profesional y que son, por ello, de enorme valor para cualquier institución o sociedad.

Resulta necesario referirse aquí al decreciente peso de los profesionales procedentes de las ingenierías en las decisiones globales, que se refleja en un trabajo que se centra cada vez más en meros desarrollos o ejecución de soluciones técnicas en el marco de objetivos establecidos y definidos desde otros ámbitos de las organizaciones o de la sociedad. Dicho peso decreciente se revela a través de múltiples indicadores; uno de los más llamativos y expresivos es precisamente el descenso en la demanda de formación en ingenierías desde las capas altas de la sociedad occidental pese al importantísimo impacto que las innovaciones técnicas tienen en la evolución de ésta. La excelencia en los ámbitos de la ingeniería en nuestras sociedades occidentales está paradójica-

LAS REDES DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA

Un elemento central en el desarrollo de la Sociedad Global de la Información es la emergencia de múltiples redes del conocimiento capaces de convertir la inmensa cantidad de información pública y privada accesible gracias a Internet en conocimiento útil. Su monetización es la base sobre la que se está construyendo una nueva Economía del Conocimiento que, según muchos expertos, explica en gran medida el aumento de la competitividad de los países¹.

Estas redes generan conocimientos compartidos dentro de una comunidad de individuos con intereses comunes en un campo de actividad concreto, gracias a que permiten acceder, compartir y reputar datos, informaciones e ideas organizados sobre paradigmas compartidos.

Las redes de conocimiento son tan antiguas como la misma Ciencia, por lo que no puede extrañarnos que sea en el ámbito de la investigación científica donde hayan tenido históricamente su desarrollo más notable y que hayan sido las primeras en aprovechar las facilidades de las comunicaciones electrónicas para su implantación². No olvidemos que los orígenes de Internet se encuentran en la necesidad de encontrar un instrumento más eficiente para implementar estas redes en las comunidades científico-técnicas³.

Las redes del conocimiento basadas en las comunicaciones electrónicas encontraron una segunda aplicación en el ámbito de la gran empresa, donde comenzaron a proliferar las plataformas de gestión del conocimiento como un instrumento para compartir la información generada en los distintos departamentos en aras a mejorar la eficiencia de los procesos de trabajo de los empleados. Muy pronto incorporaron a proveedores y clientes a partes específicas de su red con el objeto de obtener y compartir conocimiento con su entorno.

Con la aparición de los servicios web2.0 y en particular el éxito de las “redes sociales” en el ámbito de la comunicación privada, se ha abierto la posibilidad de construir redes sociales del conocimiento a un coste muy bajo. De hecho, en Internet no dejan de proliferar comunidades de interesados que utilizan habitualmente las redes sociales para mantenerse informados, participar y seguir a los líderes de opinión en un asunto de interés profesional o privado.

En el ámbito del conocimiento científico-técnico están surgiendo las primeras redes sociales institucionalizadas [4] donde los usuarios registrados pueden encontrar investigadores, formar un comunidades en una línea de investigación común, participar en foros y blogs, crear y mantener una web académica, o utilizar motores de búsqueda en las bases de datos. Pero, con seguridad, son más relevantes las redes sociales informales de investigadores que se construyen cada día.

La potencialidad de estas “redes sociales del conocimiento” de crear valor es enorme, en particular en aquellos casos en que su actividad es reducida y dispersa como es el caso que nos ocupa (comunidades rurales aisladas). Sin embargo muy pocos profesionales son conscientes de ello y no forma parte de los programas de enseñanza de las universidades.

¹ Véase por ejemplo la referencia: Luis Lada “El desafío es la economía del conocimiento” diario Expansión 4 de abril 2008.

² En la actualidad en la “ISI Web of Knowledge” se dispone on line del contenido publicado en las últimas décadas de miles de revistas científico-técnicas de todas las disciplinas (acceso y compartición), valorado cada artículo según el número de citas generado (reputación).

³ Hasta principios de la década de los 90 la única utilidad práctica de Internet fue dar soporte a la comunidad científico-técnica.

⁴ Véase por ejemplo: Academia.edu, Research ID, Scilink, Scholar Universe, Academici, Lalisio, Nature Network, etc.

mente ligada de forma creciente a la captación de talentos foráneos. Una de las razones evidentes en esta evolución estriba en el peso decreciente en la gobernanza de las sociedades modernas que es detentado por los profesionales procedentes del ámbito de las ingenierías, en contraposición a la complejidad y dificultad creciente de dichos ámbitos técnicos, que constituye una falta de motivación.

11.3. EL DESARROLLO COMO EMPODERAMIENTO

La historia y los enfoques del “Desarrollo” son objeto de debate y, como se ha visto en apartados anteriores en particular en el Bloque I, aun cuando no hay una visión única que resulte igualmente aceptable para todos los actores, hay un amplio consenso para entender los procesos que resultan más positivos que negativos desde la perspectiva del *empoderamiento*, es decir, desde la perspectiva de la (re)distribución del poder, y del acceso al poder desde las poblaciones -de acceso a bienes y servicios o de acceso al mercado (poder de compra y de venta), de acceso a las tomas de decisión políticas y económicas, etc.-, y de entre los miembros de la población, específicamente de los que menos poder acumulan: ya estemos hablando de pobres, de poblaciones indígenas, o de mujeres en el mundo en desarrollo, la caracterización del desarrollo como acceso a la autonomía mediante el acceso a espacios crecientes de poder no es objeto de discusión. Desde esta perspectiva resulta siempre relevante la pregunta de en qué medida la actividad o proceso emprendido resulta en impactos en favor de un mayor *empodera-*

miento e independencia de las poblaciones involucradas (habría que hablar de *interdependencia*, pero siempre en términos de reducción de la dependencia), independencia que como se ha visto en apartados anteriores resulta básica desde las perspectivas de la apropiación y sostenibilidad de procesos, productos o servicios.

Estamos, por tanto, hablando del desarrollo como puesta en marcha de procesos, técnicas u organizaciones concebidas en favor de mejores condiciones desde la perspectiva de la equidad.

Tanto los procesos desencadenados, las redes de colaboración que se ponen en marcha en torno a dichos procesos, como las técnicas involucradas, etc. deben por ello ser sistemáticamente analizadas desde la perspectiva de su apropiación por los sectores con menor poder a los fines de asegurar dicho *empoderamiento*: los problemas ligados a la capacidad de adsorción por parte de estos sectores son por tanto componente central de todo proceso de desarrollo.

Las dificultades específicas propias de las Comunidades Rurales Aisladas resultan evidentes: la apropiación, la capacidad de adsorción... van a exigir sistemáticamente el empleo combinado de técnicas apropiadas con la creación de nuevos lazos estables entre la Comunidad y otros sectores sociales en relaciones de colaboración: puede tratarse de un aumento de la escala -mancomunidades- para facilitar procesos de formación o mantenimiento, o de la ampliación de las redes de comunicación interpersonales -y de las infraestructuras requeridas para ello- pero no resultan creíbles procesos que no sean capaces de articular ambas componentes.

11.4. HACIA UNA INGENIERÍA GLOBAL RESPONSABLE

El peso decreciente de ingenieros y arquitectos en las decisiones globales, pese al impacto creciente de las soluciones técnicas puestas en marcha en las sociedades avanzadas, y la confrontación entre las opciones elegidas en los procesos del desarrollo técnico con las condiciones de equidad planetaria, forman parte integrante de la ineludible reflexión y debate sobre la responsabilidad de la ingeniería y la arquitectura y de sus profesionales en la evolución de las sociedades y, por lo tanto, en las responsabilidades asociadas a la formación de dichos profesionales desde las universidades.

Según Antón Costas (2010), la relación entre conocimiento y poder está muy deteriorada y, paradójicamente, en la sociedad del conocimiento se ha quebrado la confianza en los expertos. Algunas de las razones de este deterioro hay que encontrarlas en la dificultad de integrar procesos deliberativos: *“los técnicos viven la voz de la sociedad como una distorsión, no como un valor. En la era de la información, la sociedad exige diálogo para que se tengan en cuenta sus preferencias”*.

El informe GUNI *“La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social”* es una buena síntesis de muchos de los debates en marcha. Este informe recoge la misión de la Universidad desde la perspectiva del impacto en la sociedad: *“Su objetivo es primordialmente promover la utilidad social del conocimiento, contribuyendo a la mejora de la calidad*

de vida; por ende, demanda perspectivas bidireccionales entre la Universidad y la sociedad e implica la multiplicación directa de usos críticos que tiene el conocimiento en la sociedad y en la economía” (GUNI, 2008).

Una de las formas de sintetizar estas aportaciones desde la Universidad, es alinear esfuerzos para que los profesionales que se forman en ella actúen desde la ética profesional y se impliquen en la construcción de organizaciones responsables allá donde ejerzan su actividad. Un buen profesional es aquel que en el desarrollo de su vocación y en el ejercicio de su actividad aporta a la sociedad los bienes internos de su profesión (Adela Cortina, 2008). Los bienes internos de la ingeniería son fundamentales en la búsqueda de respuestas a los desafíos medioambientales, especialmente en los sectores de alto contenido tecnológico.

La reflexión deontológica ha sido parte integrante del acervo social y particularmente en el ámbito de las ingenierías por más que haya sido ampliamente descuidado, particularmente en España, en los pasados años de crecimiento.

Si a las reflexiones éticas tradicionales añadimos la condición de un mundo muy rápidamente cambiante y crecientemente interdependiente en el que los efectos indeseados del desarrollo económico y técnico crecen a ojos vista sin que los beneficios que se derivan de dicho desarrollo alcancen a todos, podremos situar las demandas planteadas al ámbito deontológico de las ingenierías para enfrentar los actuales retos de escala planetaria.

Dice Castells (2004) que si el conocimiento es la “electricidad” de esta nueva economía, las Universidades son sus “fuentes de energía”. Pero, al

MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

Ortega y Gasset en su “Misión de la Universidad” (1930), de completa vigencia hoy, hace un repaso de la misión de la Universidad desde una perspectiva histórica y filosófica al objeto de orientar su reforma, pues *“La raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión”*.

Buscando *“La cuestión fundamental (II)”* identifica en la universidad tal como existe dos funciones que considera muy diferentes:

A) *La enseñanza de las profesiones intelectuales.*

B) *La investigación científica y la formación de futuros investigadores.*

Pero el análisis desde la perspectiva histórica recuerda el papel original de la Universidad medieval desde la “cultura general”, “lo que entonces constituía, entera y propiamente, la enseñanza superior”, y entendida como “el sistema vital de las ideas en cada tiempo [...] sobre el mundo y el hombre [...] y sin la cual el personaje medio es el nuevo bárbaro [...]”.

Para que la universidad sea capaz de formar en la “*profesión de mandar*”, de dirigir la evolución de la sociedad, la “*tarea universitaria radical*” es “*la enseñanza de la cultura o sistema de las ideas vivas que el tiempo posee [...] o mejor [...] desde las cuales, el tiempo vive (V)*” [...] “[...] *el repertorio de nuestras efectivas convicciones sobre lo que es el mundo y son los próximos, y sobre la jerarquía de los valores que tienen las cosas y las acciones: cuáles son más estimables, cuáles son menos*”.

Así, en su recapitulación (IV), y sobre los principios básicos de que “*en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad hay que partir del estudiante, no del saber ni del profesor (III)*”, y de “*no querer confundir tres cosas que son de sobra diferentes: cultura, ciencia y profesión intelectual*”. Ortega enuncia:

“La universidad consiste, primero y por lo pronto, en la enseñanza superior que debe recibir el hombre medio.

Hay que hacer del hombre medio, ante todo, un hombre culto, situarlo a la altura de los tiempos [...]

Hay que hacer del hombre medio un buen profesional [...]

No se ve razón ninguna densa para que el hombre medio necesite ni deba ser un hombre científico [...] no obstante la Universidad es inseparable de la ciencia y, por tanto, tiene que ser también o además investigación científica [...]”

Y más adelante, concluyendo el texto:

“[...] la Universidad es además, ciencia. Pero es, además, otra cosa. [...] La Universidad tiene que intervenir en la actualidad como tal Universidad, tratando los grandes temas [...] ha de imponerse como un poder espiritual superior [...] Entonces volverá a ser la Universidad lo que fue en su hora mejor: un principio promotor de la historia europea”.

mismo tiempo, también se reclama, cada vez con más intensidad, que las Universidades estén al servicio de los objetivos humanísticos y culturales de la sociedad y de los individuos (GUNI, 2008).

Se trata por ello de resituar los atributos del ingeniero global desde la perspectiva de las responsabilida-

des que corresponden a la orientación que adopta la evolución técnica, una vez superada la concepción que sostenía la estricta neutralidad de las soluciones de la tecnología. No existiendo la neutralidad pura, y siendo las soluciones técnicas elementos básicos del proceso de cambio, resulta pertinente preguntarse de forma recu-

CAPACIDADES ASOCIADAS A LA RESPONSABILIDAD Y LOS VALORES ÉTICOS EN LA INGENIERÍA

Responsabilidad ética y profesional (ABET):

- Capacidad para tomar decisiones éticas informadas.
- Conocimiento de los códigos de conducta.
- Evaluación de la dimensión ética de la práctica profesional.
- Comportamiento ético visible.

Compromiso ético (TUNING):

- Capacidad de comprender los valores de las diferentes actividades realizadas.
- Actitud para respetar y saber limitar sus implicaciones morales y sociales.
- Saber reconocer los límites sociales y las implicaciones morales de los diferentes proyectos o trabajos respetando la ética profesional.

UK Standard:

- Implicación personal para/con los códigos profesionales. Reconocimiento de las obligaciones hacia la profesión, la sociedad y el medio ambiente.
- Actuar responsablemente, teniendo en cuenta la necesidad de trabajar los resultados económicos, sociales y ambientales simultáneamente.
- Usar la imaginación, la creatividad y la innovación para proporcionar productos y servicios que mejoren la calidad del medio ambiente y la sociedad, respetando los objetivos económicos.
- Comprender y fomentar la implicación de los grupos de interés en el logro de la sostenibilidad.

“Preparing engineers for social responsibility”, TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education:

- Capacidad de entender y cuestionar las realidades políticas y sociales subyacentes al modelo económico-tecnológico.
- Capacidad de entender y respetar otros marcos de valores (no-occidentales).
- Cuestionamiento crítico acerca de los intereses del resto de actores.

rente sobre la incidencia de las soluciones generadas desde la ingeniería sobre los retos globales, incluidos los de la persistencia de la pobreza y la exclusión en las CRA. Resulta pertinente preguntarse sobre la incidencia que las soluciones técnicas elaboradas por los ingenieros ejercen sobre la orientación del cambio.

En relación con tales retos y preguntas existen precedentes en los ámbitos de la sostenibilidad y la Responsabilidad Social, y existen modelos de valores, competencias y contenidos para la ingeniería. En el recuadro anterior se muestran algunos modelos profesionales y académicos.

Se trata de nuevo del humanismo, tal vez de un humanismo renovado, de una vuelta de la filantropía, que busca incidir positivamente en las condiciones de vida de las generaciones actuales y venideras. Pero al igual que ha pasado en otras épocas, con clara conciencia de que dicha mejora es en realidad una mejora compartida, en la medida en que los daños asociados al mantenimiento de las condiciones de privación de una parte de la humanidad imponen de hecho daños y restricciones a las posibilidades de despliegue de la humanidad en su conjunto.

Para concretar estos conceptos en los planes de formación de la ingeniería, hay que definir las competencias transversales asociadas a los conceptos de sociedad en red, valores para la sostenibilidad, visión sectorial, diálogo con los grupos de interés... desde un compromiso con la ética de la profesión de ingeniero. La dificultad para la incorporación de competencias transversales es doble. Por un lado los planes de estudio tienen ya una alta carga de contenidos, y los responsables de las distintas áreas docentes ven difícil disminuir temario para incorporar nuevos ámbitos de conocimiento. Por otro lado no es fácil

la definición de estas competencias transversales y, menos aún, el método docente idóneo para que los alumnos las adquieran.

Las líneas de investigación que reflexionan cómo facilitar la adquisición de competencias transversales desde la ingeniería, de momento aportan más las preguntas que las respuestas:

- ¿Cómo se caracteriza un comportamiento observable en un alumno que no está operando en un entorno concreto y real? ¿Cómo se mide por tanto el nivel de adquisición de la competencia?
- ¿Qué plazos son necesarios para la incorporación de determinadas competencias? ¿Es posible trabajar competencias en asignaturas semestrales sin una estrecha coordinación entre asignaturas?
- ¿Es posible trabajar las competencias vinculadas a valores si no existe un alineamiento cultural al 100% de la institución que lo imparte?

En cualquier caso parece obvio, sin embargo, que la inclusión sistemática de este tipo de consideraciones en los llamados sistemas *de calidad* o de evaluación y gestión del cambio puede aportar mayor inteligencia, o mejor comprensión, a los procesos en los que la ingeniería se ve confrontada a escala global.

11.5. EL PANORAMA DE LA FORMACIÓN

La construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior, puesta en marcha a raíz de la Declaración de Bolonia de 1999, está enmarcada en origen en los debates y decisiones políticas provocadas por el Acuerdo General de

Comercio de Servicios (GATS) de la OMC, firmado en 1995 y cuyo objetivo declarado es “liberalizar el comercio de servicios” a escala mundial. La Declaración de Bolonia y el proceso puesto en marcha a raíz de ésta trata de incentivar la reforma de la educación superior en Europa, a la par que su unificación en un espacio común que resulte más competitivo a escala mundial y, por tanto, resulte más atractivo para estudiantes de cualquier origen en competencia planetaria con otros actores a escala mundial, y en particular los Estados Unidos, Australia y Japón. La reforma en la definición de los objetivos formativos y en la puesta en marcha de los procesos formativos, o la internacionalización, son componentes esenciales en esta construcción, aun cuando una gran parte del calor aportado al debate en España los haya ignorado en buena medida.

En el marco de esta reforma, y desde la perspectiva de la formación orientada a los ámbitos que aquí nos interesan podemos considerar sucesivamente tres grados de aproximación.

1. En primer lugar debemos considerar la capa más externa o general, que corresponde a la definición de las competencias (conocimientos o saberes, capacidades y habilidades...) cuya adquisición se establece a través de los procesos formativos, y que definen el perfil del profesional a que corresponde cada título, perfil establecido en los objetivos del título. El catálogo de competencias, cuya adquisición resulta garantizado por el proceso formativo que da acceso al título, (incluyendo los sistemas de calidad que buscan controlar el ajuste de dicho proceso a los objetivos y requisitos de los planes de estudios aprobados) incluye en un mundo global, y como ya

hemos visto en un apartado anterior, un conjunto en el que forman parte necesaria de la formación del profesional global tanto el conocimiento de los problemas globales, como las cuestiones ligadas a la internacionalización y a la diversidad, así como las derivadas de la responsabilidad profesional, y las capacidades necesarias para incorporarse en paridad en procesos internacionales. Es por ello por lo que el entrenamiento en problemas asociados a contextos de desarrollo resulta sin duda un elemento útil en la formación general.

2. En segundo lugar podemos contemplar una formación más específica asociada al conocimiento de los paradigmas del Desarrollo Humano, y al conocimiento somero de los consensos internacionales en este ámbito, incluyendo la especial incidencia de la pobreza en el ámbito rural y en las CRA, los conceptos sobre tecnología apropiada y relacionados, etc., formación que puede ser considerada como más especializada, pero que sin embargo, y hasta un cierto nivel básico, cabría considerar como parte de la base cultural común de cualquier ciudadano y votante de un país donante como es España. Se trataría de un elemento de la formación, no tanto como profesional, cuanto como ciudadano, del estudiante. Los elementos básicos de esta formación pueden sin embargo quedar asociados a la formación básica en relación con los sistemas internacionales (financieros, de comercio, de producción e investigación, de transferencia y ayuda, etc.) y por lo tanto formar parte del conjunto de los elementos formativos ligados a la inclusión profesional en un mundo global.

3. En último lugar y, como capa más interna -y profunda- de especialización que las anteriores estaría la formación específica para la intervención directa en contextos de desarrollo y cooperación, formación que debe concebirse formando líneas o áreas de especialización para una fracción del alumnado con interés específico en ellas, y en las que resultará imprescindible la profundidad en el conocimiento de los enfoques y métodos apropiados, así como el conocimiento en profundidad de casos de éxito en la aplicación de tales métodos en la generación de soluciones técnicas apropiadas en el ámbito de especialidad del alumno.

Abordar cada uno de estos tres niveles de profundidad supone considerar elementos diferentes, unos a incorporar a los procesos formativos generales, otros, a establecer como procesos formativos específicos e individualizados, parte común, por tanto, los primeros de titulaciones de orientación genérica, parte específica los otros de titulaciones especializadas.

En el último apartado de este capítulo tratamos de proponer recomendaciones adecuadas a estos planteamientos.

11.6. LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO EN TÉCNICAS APROPIADAS A LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS, Y SU IMBRIACIÓN CON LA FORMACIÓN

Aunque el capítulo se orienta específicamente a la *formación*, las tareas de la universidad en formación e investigación están altamente correlacionadas, siendo la for-

mación especializada una vía habitual en las actividades de validación y difusión de los avances aportados sea por la investigación, sea por las actividades de innovación asociadas a la adaptación técnica y la transferencia a ámbitos nuevos de técnicas preexistentes, etc. La actividad formativa es también fuente de perplejidades que actúa a menudo como incentivo a la renovación de las ideas y, por tanto, como incentivo a la investigación misma.

Los desafíos en las condiciones de aplicación de las técnicas a las Comunidades Rurales Aisladas avalan claramente la necesidad de imbricar también aquí ambos campos de la actividad universitaria, no sólo mediante la incorporación en los programas formativos de las adquisiciones o aprendizajes más recientes, sino también mediante la incorporación de dichos programas a parte de las tareas de investigación misma, en un entramado en el que coevolucionan la concepción, la depuración y fijación de ideas, su crítica a través de los procesos de aplicación práctica y contraste con la realidad, y su comunicación y divulgación en los diferentes programas formativos, y en el que los diversos actores -investigadores, educadores, educandos, y beneficiarios- intercambian roles en la medida de sus posibilidades y capacidades.

Esta incorporación, en completa sintonía con el proceso formativo buscado en el modelo de Bolonia, puede hacer uso de las actividades de validación y contraste sobre el terreno para acercar a los alumnos en fase de formación a percibir y experimentar la voz de la sociedad como *valor*, y no como *distorsión* (Antón Costas, 2010).

LAS COMPETENCIAS EN LA DEFINICIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Como referencias para orientar la inclusión de la temática asociada a la sostenibilidad, el desarrollo humano, o las tecnologías apropiadas en CRA en las actividades y en los planes de estudios en ingeniería, ya sea de forma general para todos los titulados, ya sea sólo para alguna parte de los alumnos en las especialidades correspondientes, se incluyen extractos:

- De la definición de la competencia genérica en *Sostenibilidad y Compromiso Social* incorporada en la Universidad Politécnica de Catalunya,
- De dos memorias de Verificación de sendos Másteres Universitarios, detallando algo más la cadena Objetivos → Competencias → Resultados del aprendizaje.

Universitat Politècnica de Catalunya

Todos los planes de estudios de grado adaptados al Espacio Europeo de Educación superior de la UPC en el período 2008-2010 incorporan la competencia genérica en Sostenibilidad y Compromiso Social, "SiCS", definida como: "*La competencia genérica sostenibilidad y compromiso social es la capacidad de conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para usar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía*" (UPC, 2008). Esta es una de las 7 competencias genéricas compartidas.

Esta competencia se puede adquirir de forma progresiva en tres niveles, típicamente a lo largo de diferentes asignaturas del plan de estudios, definidos como sigue:

1. Analizar sistémicamente y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad y el compromiso social de forma interdisciplinaria, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.
2. Aplicar criterios de sostenibilidad y de compromiso social en el diseño y la evaluación de soluciones tecnológicas y/o arquitectónicas.
3. Llevar a cabo proyectos y actuaciones profesionales coherentes con el desarrollo humano, la sostenibilidad y el compromiso social, teniendo en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental en la identificación de los problemas y en la aplicación de soluciones.

Para su incorporación efectiva en las asignaturas de los distintos planes de estudios, y teniendo en cuenta las diferentes dimensiones desde las cuales se trabaja la Sostenibilidad y el Compromiso Social de la universidad, se han definido de forma participativa con los diferentes colectivos implicados (institutos, cátedras, unidades de servicios, grupos de innovación docente) las siguientes dimensiones de la competencia, recogidas bajo el acrónimo VISCA, nombre, a su vez, de un grupo de innovación docente específico del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC (UPC, 2011).

- *Valores éticos.* La dimensión de valores éticos para el desarrollo profesional y personal, implica discriminar si una acción (u omisión) es correcta/incorrecta o adecuada/no adecuada, y actuar en consecuencia en base a una escala de valores personales, colectivos (derechos universales, bienestar responsable, cultura democrática), o profesionales (códigos deontológicos), considerando tanto la propia acción (u omisión) como el contexto, las causas y las consecuencias directas e indirectas de la misma.
- *Igualdad.* La dimensión de igualdad/equidad de género implica reconocer e intervenir en situaciones personales y profesionales que dificultan y/o discriminan el desarrollo y crecimiento de las mujeres y los hombres, actuando como agente de cambio con propuestas que permitan una mejora en la calidad de vida laboral y social de todas las personas afectadas, reconociéndolas como iguales y considerando el concepto de justicia social.
- *Sostenibilidad.* La dimensión de sostenibilidad implica diseñar y evaluar procesos y soluciones técnicas desde la triple perspectiva Ambiente – Sociedad – Economía con una visión sistémica y compleja, y en un marco de restricciones biofísicas que permitan satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras; implicando la comprensión de los flujos y ciclos materiales y energéticos, y de las dinámicas de los sistemas socioambientales y sus interrelaciones, para optimizar el uso de los recursos disponibles garantizando el acceso justo y equitativo a los mismos.
- *Cooperación.* La dimensión de cooperación para el desarrollo implica identificar, planificar, diseñar, ejecutar y evaluar acciones orientadas al desarrollo humano (económico, ambiental, social y político) principalmente en países en desarrollo, partiendo de la situación, necesidades y prioridades de la población, impulsando la formación, la investigación-acción y el trabajo conjunto inter e intracomunitario, y potenciando la autonomía y las capacidades individuales y colectivas de las personas como agentes de cambio para ampliar sus libertades individuales y colectivas.
- *Accesibilidad.* La dimensión de la accesibilidad universal hace referencia al diseño y desarrollo de productos, servicios y entornos (digitales, tecnológicos, físicos, sociales y/o profesionales) de forma comprensible, utilizable y practicable por parte de todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, y de la forma más autónoma y natural posible.

Cada una de estas dimensiones de la competencia genérica “SiCS” se concreta en resultados de aprendizaje para cada uno de los tres niveles competenciales.

En este marco, los planes de estudio, a través de sus asignaturas y sus guías docentes, incorporaran los contenidos y actividades que permitan conseguir las competencias planteadas, desde alguna o varias de sus dimensiones. El proceso, a fecha actual, año 2011, está en el inicio de la implementación. El marco de trabajo se considera suficientemente general y compartido como para que pueda ser útil para apoyar la implementación, seguimiento y evaluación de los nuevos planes de estudio de toda la universidad.

Máster Universitario en Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo (URJC)

El OBJETIVO GENERAL del Máster es proporcionar una formación avanzada que prepare para la investigación sobre tecnologías y metodologías apropiadas y sostenibles en el ámbito de las telecomunicaciones y los servicios de información para zonas rurales de países en desarrollo.

El objetivo general se plasma en el título propuesto a través de los siguientes objetivos específicos:

- Formar investigadores capaces de definir claramente las características de redes y servicios de telecomunicación apropiados para zonas rurales de países en desarrollo, donde las tecnologías convencionales han probado no ser adecuadas, y que sean capaces de realizar todos los ajustes y optimizaciones necesarias para lograr la viabilidad (técnica, económica y social) que se requiere en estos entornos.
- Enseñar las metodologías más adecuadas para realizar trabajos de investigación de calidad en TIC para el desarrollo, ya sean de carácter puramente científico-técnico o de evaluación de impacto y sostenibilidad.
- Ofrecer formación de calidad sobre las técnicas y métodos más modernos para gestionar y mantener infraestructuras de comunicaciones y servicios en zonas aisladas, de difícil accesibilidad y condiciones de entorno hostiles.

Competencias Generales, según RD 1393/2007 (CG)

(las usuales en los títulos de ingeniería)

Competencias generales adicionales

CG.5- Que los estudiantes hayan demostrado una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CG6- Que los estudiantes hayan demostrado la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Competencias específicas relacionadas con sistemas de radiocomunicación para comunidades rurales aisladas

CE1.- Capacidad para planificar y dirigir tanto la instalación como la operación de sistemas de telecomunicación en zonas de difícil acceso, cumpliendo las normativas vigentes, asegurando la calidad del servicio y tomando en cuenta los criterios de ética y sostenibilidad propios de los procesos de desarrollo.

CE2.- Capacidad para realizar los modelados matemáticos, los cálculos y las simulaciones necesarias para lograr la adaptación/optimización de tecnologías inalámbricas de información y comunicaciones para zonas desfavorecidas (condiciones de contorno de gran cobertura, terreno irregular, bajo coste, bajo mantenimiento, bajo consumo y robustez extrema) en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

CE3.- Capacidad para resolver problemas de integración e interoperabilidad de tecnologías de comunicación multimedia heterogéneas que permitan dar respuestas reales en zonas en que las comunicaciones convencionales no llegaran.

Competencias específicas relacionadas con los servicios telemáticos para el desarrollo

CE4.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar aplicaciones en red eficientes, robustas y adecuadas a las necesidades y capacidades de usuarios de zonas aisladas, con escasa o nula experiencia en el uso de aplicaciones informáticas.

CE5.- Capacidad para diseñar, desarrollar y emplear modelos de administración y gestión de redes apropiados para sistemas dispersos, remotos y sometidos a condiciones de entorno agresivas.

Competencias específicas relacionadas con la cooperación internacional y el desarrollo sostenible

CE6.- Capacidad para interpretar críticamente las necesidades de los usuarios de una red de comunicaciones junto con las condiciones de desarrollo local, para convertirlos en especificaciones de un proyecto de ingeniería o para definir adecuadamente un problema de investigación.

CE7.- Capacidad para comprender las implicaciones de la implantación de nuevas tecnologías en zonas rurales remotas, teniendo en cuenta todas las dimensiones de la sostenibilidad (tecnológica, económica, cultural, social, política e institucional), y para escoger a partir de ahí los métodos de intervención más adecuados.

Ejemplo de materia: (extracto)

Denominación del módulo o materia:	Laboratorio de Redes de Ordenadores
Número de ECTS de módulo o materia:	3
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia.	Los resultados del aprendizaje de esta asignatura contribuyen sustancialmente a la consecución de: - Las competencias generales CG1, CG4, CG5 - Las competencias específicas: CE5

Máster Universitario en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación (UPM)

Objetivo 1.	Formar profesionales que, comprendiendo las complejas causas culturales, económicas, sociales y políticas que están en la base de la pobreza y la desigualdad, sean capaces de entender y emplear los instrumentos existentes destinados a impulsar el progreso (en términos de desarrollo humano) de las poblaciones más desfavorecidas, basándose en las capacidades previamente existente en éstas.
Objetivo 2.	Formar profesionales capaces de intervenir de manera informada, rigurosa y pertinente en procesos participativos y democráticos de identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas, y proyectos de desarrollo humano cuyo impacto esté fuertemente ligado a la adecuación y relevancia de las opciones técnicas empleadas. Sea con conocimientos fundados sobre el conjunto de las técnicas apropiadas en condiciones de pobreza, sea con especialización en alguna de las siguientes cuatro áreas técnicas de aplicación: - Desarrollo urbano y territorial. - Desarrollo rural y agro-forestal. - Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. - Tecnologías apropiadas en Agua, Energía y Medio Ambiente.

Objetivo 3.	Formar profesionales con capacidad de liderazgo y de colaboración en contextos multidisciplinares, que sean capaces de formular, junto a otros profesionales y políticos, y a las poblaciones concernidas, alternativas innovadoras a las políticas y programas de desarrollo desde la perspectiva de un empleo de la técnica innovador y asimilable por dichas poblaciones.
Objetivo Especifico 4.	En el itinerario asociado al Desarrollo urbano y territorial, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza urbana, en el marco de procesos de desarrollo que se producen o están ligados a las ciudades y a la articulación territorial en la que éstas juegan un papel nuclear, y con empleo experto de las técnicas asociadas a dichos procesos.
Objetivo Especifico 5.	En el itinerario asociado al Desarrollo rural, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza y el hambre rural, en el marco de procesos de desarrollo ligados a este ámbito, con atención particular a los problemas de producción de alimentos y de seguridad alimentaria y nutricional.
Objetivo Especifico 6.	En el itinerario asociado a las TIC, capacidad para explotar y desarrollar las posibilidades que, como catalizador para el desarrollo y para la reducción de la pobreza, presentan las actividades y técnicas encaminadas a la reducción de la brecha digital y a la disseminación de servicios basados en estas tecnologías.
Objetivo Especifico 7.	En el itinerario asociado al Medio Ambiente, Agua, y Energía capacidad para incorporar tecnologías apropiadas a contextos de desarrollo a procesos de universalización de servicios básicos (ligados a los recursos de agua, energía y medio ambiente), considerando, la producción y distribución, y el mantenimiento y sostenibilidad, y centradas en los procesos, instrumentos y técnicas útiles y asimilables en el mundo pobre

Competencias generales (semejantes a las habituales en estudios de Máster)

Competencias específicas

Competencia Específica 1.	Conocimiento crítico de las teorías sobre el desarrollo y desigualdad en sus contextos políticos e históricos así como de la evolución en las formas de cooperación internacional.
Competencia Específica 2.	Conocimiento de los enfoques vigentes del desarrollo humano y desarrollo sostenible, con consideración de los enfoques transversales, como los de género y de derechos humanos, los de medio ambiente y culturales, y los relativos a minorías.
Competencia Específica 3.	Conocimiento básico de las realidades de pobreza regionales africana, latinoamericana y asiática.
Competencia Específica 4.	Conocimiento de las organizaciones y de las instituciones legales, técnicas y financieras del sistema de ayuda al desarrollo a nivel nacional e internacional.
Competencia Específica 5.	Conocimiento de los métodos y herramientas aplicados en la identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos de desarrollo, y capacidad para aplicarlos en forma colaborativa a problemas concretos.
Competencia Específica 6.	Conocimiento de las relaciones entre sociedad, ciencia y técnica, y capacidad para comprender y evaluar el impacto social de las transformaciones técnicas y su asimilación.
Competencia Específica 7.	Conocimiento de los actores de la lucha contra la pobreza y la exclusión social y sus estrategias y modalidades específicas, así como los métodos de trabajo en asociación y en red y capacidad para integrarse en, o conducir, sus actividades y organizaciones.
Competencia Específica 8.	En cada área de especialidad conocimiento de los elementos claves en el gobierno y gestión del cambio y su impacto en la evolución de la desigualdad.
Competencia Específica 9.	En cada área de especialidad, conocimiento de las técnicas apropiadas disponibles, de las organizaciones relevantes y de las principales fuentes de información y capacidad para su manejo y evaluación.
Competencia Específica 10.	En cada área de especialidad, capacidad para concertar, programar, desarrollar y evaluar programas de acción y formativos en el marco de las acciones de desarrollo y cooperación, a partir de la identificación y potenciación de las capacidades locales.

11.7. RESPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES ORIENTADOS A LIDERAR EL CAMBIO

Como resumen, nos parece de interés proponer desde estas líneas el siguiente decálogo de intenciones:

1. En el diseño de los Planes de Estudio, y en sus correspondientes memorias, en la perspectiva de lo que Ortega y Gasset define como *cultura*, las competencias de carácter general y específica de los títulos deben incluir las requeridas por las necesidades de la internacionalización y la globalización, que, desde una perspectiva de la sostenibilidad social y ambiental, incluya la comprensión del desarrollo humano como componente ineludible de la gestión del cambio.
2. Entre las competencias genéricas debe incluirse la capacidad de evaluar las opciones técnicas disponibles desde la perspectiva de su gobierno por la sociedad, de comprender y de incentivar la participación social en dicha evaluación, y en la toma de decisiones, comprendiendo las relaciones entre las escalas técnica y social del conjunto de las soluciones disponibles. La complejidad involucrada en este tipo de problemas puede aconsejar el empleo de los estudios de casos.
3. Se fomentará el acercamiento del *Sur* al Aula en las materias profesionales mediante la incorporación generalizada, bien de ejemplos o casos, bien de problemas genéricos asociados a contextos de pobreza y, específicamente, asociados al mundo rural aislado, a través de la incorporación de estudios de campo, de problemas aportados por los

propios estudiantes procedentes de países del *SUR*, profesores visitantes, o estudiantes de procesos anteriores, por la reorientación en el enfoque de materias “normales” en semestres especiales o experimentales, etc. Deben aprovecharse para ello y de forma extensiva los incentivos a procesos de innovación educativa.

4. Deben implantarse programas de estudios especializados en los problemas y técnicas apropiadas a las Comunidades Rurales Aisladas. Dichos programas, además de aportar formación específica a los titulados con dicha orientación, sirven de fuente de ejemplos y de síntesis para su empleo en los programas no especializados, así como de instrumento de decantación y difusión de las soluciones técnicas apropiadas exitosas. Deben poderse cursar elementos de tales títulos especializados como materias opcionales de otros títulos.
5. Los programas de estudio deben imbricarse y fundamentarse en el aprendizaje y la innovación aportada por procesos reales de desarrollo, emprendidos en colaboración con los socios idóneos, que incluyen las universidades, comunidades locales y administraciones del *Sur* interesadas en ello, tanto como las ONGD que puedan actuar como mediadoras o facilitadoras de dichos procesos.
6. Debe fomentarse la realización de estancias de estudiantes en dichos procesos de desarrollo, incorporando objetivos mixtos, tanto académicos como de desarrollo, y haciéndolas accesibles a alumnos avanzados de cualquier titulación, y previa formación, redirigiendo determinados Proyectos de Fin de Carrera o de Fin de Máster o

las prácticas “profesionales” a objetivos para el desarrollo.

7. Debe fomentarse la estabilización de alianzas a medio y largo plazo con los anteriores actores, incorporándolas a redes estables más amplias dirigidas a la movilidad e intercambio formativo y científico en los ámbitos citados, con socios con reconocimiento de ámbito internacional en estas materias.

8. Deben acometerse acciones específicas de apoyo a la incorporación de los contenidos citados, estableciendo procesos de formación para los profesores que lo requieran, y estableciendo sistemas de incentivos y de reconocimiento y premio, así como a través del fomento de redes de apoyo y difusión a las experiencias de éxito, publicaciones y exposiciones, etc.

9. Deben, finalmente, incorporarse en los sistemas de evaluación institucional existentes o que hayan de implantarse elementos de valoración e indicadores que hagan referencia a los aspectos señalados, estableciendo consecuencias. Dichos sistemas deben orientarse a revertir la actual situación de contraincentivos a todo lo que, por su carácter más transversal, puede ser considerado aún hoy ajeno a la especificidad disciplinar.

10. Se trata, en definitiva, de dotar al conjunto de los estudiantes de ingeniería con el conjunto de conocimientos, capacidades y capital social que hayan de serles útiles en el futuro para colaborar adecuadamente en la gestión del cambio a una sociedad más equitativa y justa y, a una fracción relevante de ellos para colaborar con éxito en tareas de progreso en las Comunidades Rurales Aisladas.

Puede consultarse un catálogo de instrumentos en algunos de los textos de la bibliografía, en particular Pérez-Foguet et al. (2005), Boni y Pérez-Foguet (2006, 2008), Pérez-Foguet y Lobera (2008) y Moreno (2009).

BIBLIOGRAFÍA

- BONI, A., PÉREZ-FOGUET, A. (2008), “Introducing development education in technical universities: successful experiences in Spain”, *European Journal of Engineering Education*, 33(3): 343-354.
- BONI, A., PÉREZ-FOGUET A. (2006), *Construyendo ciudadanía global desde la universidad: Propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas*, Colección Informes n. 32, Intermon-OXFAM, Barcelona, España.
- CASTELLS, M. (1998), *La era de la información. Economía sociedad y cultura. Vol. 3. Fin del Milenio*, Madrid, Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2004), *Materiales Doctorado*, Barcelona, UOC.
- CORTINA, A. (2008), *Conferencia: Ética profesional*, ETSII-UPM, Disponible en <http://www.induforum.es/induo8/retrans.html>
- COSTAS, ANTÓN. (2010), “Tensions between the knowledge of experts, society and politics.”, 2ª Conferencia Internacional sobre Ética y valores humanos en ingeniería, WFEO, Barcelona.
- DIRECCIÓN DE COOPERACIÓN UPM, ISF ApD. (2009), *Proyectos de Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo: Actas de las Jornadas, Madrid 10 y 11 de junio de 2008*. Disponible en <http://oa.upm.es/2099>

- GUNI. (2008), *La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social.*
- IBM. (2010), *Capitalizing on Complexity: Insights from the Global Chief Executive Officer Study.*
- MARGINSON, S. (2008), "Ideas of a University" for the global era. Paper for seminar on 'Positioning University in the Globalized World: Changing Governance and Coping Strategies in Asia'. Centre of Asian Studies, The University of Hong Kong; Central Policy Unit, HKSAR Government; and The Hong Kong Institute of Education. 10-11 December 2008, The University of Hong Kong. Disponible en http://www.cshe.unimelb.edu.au/people/staff_pages/Marginson/HKU%20101208%20Marginson.pdf
- MATAIX, MORENO, SÁNCHEZ: *Hacia un modelo de desarrollo más humano. El compromiso desde la ingeniería (COIIM).*
- MAX-NEEF, ELIZALDE, HOPENHAYN. (1986), *Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro.* Manfred Max-Neef - Antonio Elizalde - Martín Hopenhayn, Santiago (Chile), otoño de 1986. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh_1.html
- MORENO, A. (2009), *On engineering education for sustainability. A case study on ICT and transportation.*
- MORENO, A. (2009), *Las organizaciones en red. Fundamentos psicosociales y de gestión del cambio*, Sanz y Torres.
- MORENO, A., URIARTE, L. M., TOPA, G. (2010), *La responsabilidad social empresarial*, Editorial Pirámide.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1930), *Misión de la Universidad.* Alianza Editorial.
- PEREZ, J. (2008), *La Gobernanza de Internet. Contribución al debate mundial sobre la gestión y el control de redes*, Ariel.
- PÉREZ ARRIAGA, I., MORENO, A. (2009), *La contribución de las TIC a la sostenibilidad del transporte en España*, Real Academia de Ingeniería, Madrid.
- PÉREZ-FOGUET, A., LOBERA, J. (2008), *El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas.* Material para la innovación docente. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <http://hdl.handle.net/2117/1979> [consultado en marzo 2011]
- PEREZ-FOGUET, A., OLIETE-JOSE, S., SAZ-CARRANZA, A. (2005), "Development education and engineering: a framework for incorporating reality of developing countries into engineering studies", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(3):278-303.
- VEST, CHARLES M. (2008), Context and Challenge for Twenty-First Century Engineering Education. *Journal of Engineering Education. Special Guest Editorial.*
- UK ENGINEERING COUNCIL. (2010). *UK Standard for Professional Engineering Competence.*
- ENGINEERS AUSTRALIA. (2003). *Australian Engineering Competency Standards.*
- AGENCIA PARA LA CALIDAD DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE CATALUÑA (AQU). (2009). *Guía para la evaluación de competencias en Ingeniería y Arquitectura.*
- ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). (2010). *Criteria for accrediting engineering.*
- ZANDVOORT, H. (2007). *Preparing Engineers for Social Responsibility.* Report of the TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education.
- DAVIDSON ET AL. (2010). *Preparing future engineers for challenges of the 21st century: Sustainable engineering.*

UPC. (2008), *Marc per al disseny i implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Universitat Politècnica de Catalunya. CG 16/4 2008.

UPC. (2011), *Guia per desenvolupar la Sostenibilitat i compromís social en el disseny de titulacions*. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en https://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/publicacions_ice [consultado en marzo 2011].

NOTAS

¹ No deben en ningún caso confundirse las *competencias*, entendidas aquí como elementos de la formación adquirida a lo largo del proceso educativo, con las *atribuciones*, entendidas como ámbitos de la acción profesional reconocidos social o legalmente, por más que las *competencias* sean de hecho la base racional para el otorgamiento de tales *atribuciones*.





TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO Y LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

Jaime Cervera Bravo
Coordinador. UPM

Agustí Pérez Foguet
UPC

Carlos Mataix Aldeanueva
UPM

Ana Moreno Romero
UPM

José Ignacio Pérez Arriaga
RAI

Jorge Pérez Martínez
UPM

Académico revisor
José Ignacio Pérez Arriaga

11

11.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendemos reflexionar sobre la influencia que la inclusión de la agenda descrita en los capítulos anteriores debe suponer para la formación, y para la de los ingenieros en particular. La discusión plantea, en primer lugar, la pertinencia de dicha inclusión, aun con grados diferenciados, en la formación de todos los titulados y no sólo en la de aquéllos orientados al sistema internacional de cooperación al desarrollo: las razones están tanto en las clases de problemas con los que con mayor frecuencia se han de encontrar los profesionales en un mundo globalizado, como en las competencias necesarias para enfrentarse con éxito a los retos de la globalización. Los conceptos y herramientas procedentes de la ética –o de la deontología profesional– han sido siempre un referente para el quehacer profesional, especialmente en tiempos de cambio; lo son también ahora aun no existiendo unanimidad sobre su aportación o posición en el marco de los nuevos modelos educativos que se derivan de los procesos de convergencia destinados a la construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Este espacio no trata sólo de construir un modelo común sino además, y con gran énfasis, de abrir ese modelo al mercado educativo global que no sólo incluye a los ciudadanos europeos, sino que también pretende atraer a los estudiantes procedentes de otros países, que incluyen al Sur, estudiantes que están llamados a ser agentes activos de su propio desarrollo. Trataremos en consecuencia de aportar alguna luz o recomendaciones útiles.

11.2. EL MUNDO GLOBALIZADO... Y EN RED

Resulta imprescindible situar las tendencias en la reforma de la formación en ingeniería y arquitectura en el contexto de la globalización: en un mundo en el que la economía, la técnica y la cultura se encuentran cada vez más enlazadas a escala mundial, y en el que los procesos de cambio se multiplican por el efecto combinado de los avances técnicos con dicha escala creciente en las relaciones, resulta ineludible la capacidad de los profesionales para comprender, integrarse, o incluso extender ese conjunto de lazos.

Esta capacidad exige no sólo conocimientos y habilidades obvias en el marco internacional, como son el dominio de los idiomas, o la disponibilidad y facilidad para la movilidad. Dicha capacidad exige cada vez más la facilidad para desenvolverse adecuadamente en ambientes multiprofesionales y multiculturales, con conocimiento, comprensión y respeto a la diversidad cultural, que resultan imprescindibles para participar adecuadamente en los procesos de colaboración y negociación que deban producirse en contextos de diversidad.

Esta capacidad para comprender y participar en el tejido social, económico y cultural a escala global incluye la capacidades de entender las formas de colaboración en red, de importancia creciente, en la medida en que son las redes, o las cadenas de valor completas si nos referimos al marco de la producción-distribución, las que compiten por el éxito, la influencia o la preponderancia a escala internacional. Pues no se trata sólo de que las decisiones o soluciones aportadas desde uno de los nodos de la Red (o de la cadena) resulten excelentes: las posibilidades de dise-

minación de dichas soluciones o productos están radicalmente limitadas por la eficacia y excelencia de la Red en su conjunto, de manera que el desempeño propio es parte relevante pero insuficiente para caracterizar las posibilidades de éxito que dependen más bien del desempeño del conjunto. Si nos referimos a contextos de desarrollo, en este desempeño del conjunto resulta clave limitar o excluir las condiciones de dependencia de los más débiles, aun siendo la independencia total imposible en el marco global. Desde esta perspectiva resulta de interés recuperar un término del debate en torno a las nociones de dependencia o independencia producido en Latinoamérica, el de *interdependencia* (Max-Neef, Elizalde, Hopenhayn, 1986), que expresa lo inevitable del enlace entre intereses y procesos, pero sin que dicho enlace se establezca desde relaciones de dominio o explotación.

La sociedad en red es el nuevo contexto socioeconómico en el que los profesionales tienen que aprender a desenvolverse. Las TIC, Tecnologías de la Información y la Comunicación, y los modelos red, están modificando aspectos fundamentales del mercado de trabajo, del funcionamiento de las organizaciones y de las formas de relación en los grupos. Manuel Castells ha conceptualizado la sociedad en red como el sistema social de la era de la información, estructurado en redes que se apoyan sobre tecnologías de información y comunicación como instrumentos que potencian esta forma de relación, que no es nueva (Castells, 1998).

En este contexto tecnológicamente complejo, la relación de la universidad con la empresa cobra especial importancia. Marginson (2008) habla de las “univer-

sidades globales abiertas intensivas en investigación”, caracterizadas como un espacio abierto social en el que la comunidad universitaria se relaciona cada vez más con el mundo empresarial, institucional y comunitario. Además, como consecuencia de la globalización y de la difusión de Internet, la extensión universitaria ha sobrepasado el ámbito local siendo cada más frecuente la colaboración de la Universidad con empresas e instituciones internacionales.

En este contexto resultan necesarias capacidades individuales en los ámbitos de la comunicación, la identificación y caracterización de socios, la negociación para la especialización entre los diferentes nodos, así como las cualidades requeridas para la colaboración en contextos de diversidad, capacidades que resultan imprescindibles en cualquier tipo de acción colectiva en el ámbito social o profesional y que son, por ello, de enorme valor para cualquier institución o sociedad.

Resulta necesario referirse aquí al decreciente peso de los profesionales procedentes de las ingenierías en las decisiones globales, que se refleja en un trabajo que se centra cada vez más en meros desarrollos o ejecución de soluciones técnicas en el marco de objetivos establecidos y definidos desde otros ámbitos de las organizaciones o de la sociedad. Dicho peso decreciente se revela a través de múltiples indicadores; uno de los más llamativos y expresivos es precisamente el descenso en la demanda de formación en ingenierías desde las capas altas de la sociedad occidental pese al importantísimo impacto que las innovaciones técnicas tienen en la evolución de ésta. La excelencia en los ámbitos de la ingeniería en nuestras sociedades occidentales está paradójica-

LAS REDES DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA

Un elemento central en el desarrollo de la Sociedad Global de la Información es la emergencia de múltiples redes del conocimiento capaces de convertir la inmensa cantidad de información pública y privada accesible gracias a Internet en conocimiento útil. Su monetización es la base sobre la que se está construyendo una nueva Economía del Conocimiento que, según muchos expertos, explica en gran medida el aumento de la competitividad de los países¹.

Estas redes generan conocimientos compartidos dentro de una comunidad de individuos con intereses comunes en un campo de actividad concreto, gracias a que permiten acceder, compartir y reputar datos, informaciones e ideas organizados sobre paradigmas compartidos.

Las redes de conocimiento son tan antiguas como la misma Ciencia, por lo que no puede extrañarnos que sea en el ámbito de la investigación científica donde hayan tenido históricamente su desarrollo más notable y que hayan sido las primeras en aprovechar las facilidades de las comunicaciones electrónicas para su implantación². No olvidemos que los orígenes de Internet se encuentran en la necesidad de encontrar un instrumento más eficiente para implementar estas redes en las comunidades científico-técnicas³.

Las redes del conocimiento basadas en las comunicaciones electrónicas encontraron una segunda aplicación en el ámbito de la gran empresa, donde comenzaron a proliferar las plataformas de gestión del conocimiento como un instrumento para compartir la información generada en los distintos departamentos en aras a mejorar la eficiencia de los procesos de trabajo de los empleados. Muy pronto incorporaron a proveedores y clientes a partes específicas de su red con el objeto de obtener y compartir conocimiento con su entorno.

Con la aparición de los servicios web2.0 y en particular el éxito de las “redes sociales” en el ámbito de la comunicación privada, se ha abierto la posibilidad de construir redes sociales del conocimiento a un coste muy bajo. De hecho, en Internet no dejan de proliferar comunidades de interesados que utilizan habitualmente las redes sociales para mantenerse informados, participar y seguir a los líderes de opinión en un asunto de interés profesional o privado.

En el ámbito del conocimiento científico-técnico están surgiendo las primeras redes sociales institucionalizadas [4] donde los usuarios registrados pueden encontrar investigadores, formar un comunidades en una línea de investigación común, participar en foros y blogs, crear y mantener una web académica, o utilizar motores de búsqueda en las bases de datos. Pero, con seguridad, son más relevantes las redes sociales informales de investigadores que se construyen cada día.

La potencialidad de estas “redes sociales del conocimiento” de crear valor es enorme, en particular en aquellos casos en que su actividad es reducida y dispersa como es el caso que nos ocupa (comunidades rurales aisladas). Sin embargo muy pocos profesionales son conscientes de ello y no forma parte de los programas de enseñanza de las universidades.

¹ Véase por ejemplo la referencia: Luis Lada “El desafío es la economía del conocimiento” diario Expansión 4 de abril 2008.

² En la actualidad en la “ISI Web of Knowledge” se dispone on line del contenido publicado en las últimas décadas de miles de revistas científico-técnicas de todas las disciplinas (acceso y compartición), valorado cada artículo según el número de citas generado (reputación).

³ Hasta principios de la década de los 90 la única utilidad práctica de Internet fue dar soporte a la comunidad científico-técnica.

⁴ Véase por ejemplo: Academia.edu, Research ID, Scilink, Scholar Universe, Academici, Lalisio, Nature Network, etc.

mente ligada de forma creciente a la captación de talentos foráneos. Una de las razones evidentes en esta evolución estriba en el peso decreciente en la gobernanza de las sociedades modernas que es detentado por los profesionales procedentes del ámbito de las ingenierías, en contraposición a la complejidad y dificultad creciente de dichos ámbitos técnicos, que constituye una falta de motivación.

11.3. EL DESARROLLO COMO EMPODERAMIENTO

La historia y los enfoques del “Desarrollo” son objeto de debate y, como se ha visto en apartados anteriores en particular en el Bloque I, aun cuando no hay una visión única que resulte igualmente aceptable para todos los actores, hay un amplio consenso para entender los procesos que resultan más positivos que negativos desde la perspectiva del *empoderamiento*, es decir, desde la perspectiva de la (re)distribución del poder, y del acceso al poder desde las poblaciones -de acceso a bienes y servicios o de acceso al mercado (poder de compra y de venta), de acceso a las tomas de decisión políticas y económicas, etc.-, y de entre los miembros de la población, específicamente de los que menos poder acumulan: ya estemos hablando de pobres, de poblaciones indígenas, o de mujeres en el mundo en desarrollo, la caracterización del desarrollo como acceso a la autonomía mediante el acceso a espacios crecientes de poder no es objeto de discusión. Desde esta perspectiva resulta siempre relevante la pregunta de en qué medida la actividad o proceso emprendido resulta en impactos en favor de un mayor *empodera-*

miento e independencia de las poblaciones involucradas (habría que hablar de *interdependencia*, pero siempre en términos de reducción de la dependencia), independencia que como se ha visto en apartados anteriores resulta básica desde las perspectivas de la apropiación y sostenibilidad de procesos, productos o servicios.

Estamos, por tanto, hablando del desarrollo como puesta en marcha de procesos, técnicas u organizaciones concebidas en favor de mejores condiciones desde la perspectiva de la equidad.

Tanto los procesos desencadenados, las redes de colaboración que se ponen en marcha en torno a dichos procesos, como las técnicas involucradas, etc. deben por ello ser sistemáticamente analizadas desde la perspectiva de su apropiación por los sectores con menor poder a los fines de asegurar dicho *empoderamiento*: los problemas ligados a la capacidad de adsorción por parte de estos sectores son por tanto componente central de todo proceso de desarrollo.

Las dificultades específicas propias de las Comunidades Rurales Aisladas resultan evidentes: la apropiación, la capacidad de adsorción... van a exigir sistemáticamente el empleo combinado de técnicas apropiadas con la creación de nuevos lazos estables entre la Comunidad y otros sectores sociales en relaciones de colaboración: puede tratarse de un aumento de la escala -mancomunidades- para facilitar procesos de formación o mantenimiento, o de la ampliación de las redes de comunicación interpersonales -y de las infraestructuras requeridas para ello- pero no resultan creíbles procesos que no sean capaces de articular ambas componentes.

11.4. HACIA UNA INGENIERÍA GLOBAL RESPONSABLE

El peso decreciente de ingenieros y arquitectos en las decisiones globales, pese al impacto creciente de las soluciones técnicas puestas en marcha en las sociedades avanzadas, y la confrontación entre las opciones elegidas en los procesos del desarrollo técnico con las condiciones de equidad planetaria, forman parte integrante de la ineludible reflexión y debate sobre la responsabilidad de la ingeniería y la arquitectura y de sus profesionales en la evolución de las sociedades y, por lo tanto, en las responsabilidades asociadas a la formación de dichos profesionales desde las universidades.

Según Antón Costas (2010), la relación entre conocimiento y poder está muy deteriorada y, paradójicamente, en la sociedad del conocimiento se ha quebrado la confianza en los expertos. Algunas de las razones de este deterioro hay que encontrarlas en la dificultad de integrar procesos deliberativos: *“los técnicos viven la voz de la sociedad como una distorsión, no como un valor. En la era de la información, la sociedad exige diálogo para que se tengan en cuenta sus preferencias”*.

El informe GUNI *“La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social”* es una buena síntesis de muchos de los debates en marcha. Este informe recoge la misión de la Universidad desde la perspectiva del impacto en la sociedad: *“Su objetivo es primordialmente promover la utilidad social del conocimiento, contribuyendo a la mejora de la calidad*

de vida; por ende, demanda perspectivas bidireccionales entre la Universidad y la sociedad e implica la multiplicación directa de usos críticos que tiene el conocimiento en la sociedad y en la economía” (GUNI, 2008).

Una de las formas de sintetizar estas aportaciones desde la Universidad, es alinear esfuerzos para que los profesionales que se forman en ella actúen desde la ética profesional y se impliquen en la construcción de organizaciones responsables allá donde ejerzan su actividad. Un buen profesional es aquel que en el desarrollo de su vocación y en el ejercicio de su actividad aporta a la sociedad los bienes internos de su profesión (Adela Cortina, 2008). Los bienes internos de la ingeniería son fundamentales en la búsqueda de respuestas a los desafíos medioambientales, especialmente en los sectores de alto contenido tecnológico.

La reflexión deontológica ha sido parte integrante del acervo social y particularmente en el ámbito de las ingenierías por más que haya sido ampliamente descuidado, particularmente en España, en los pasados años de crecimiento.

Si a las reflexiones éticas tradicionales añadimos la condición de un mundo muy rápidamente cambiante y crecientemente interdependiente en el que los efectos indeseados del desarrollo económico y técnico crecen a ojos vista sin que los beneficios que se derivan de dicho desarrollo alcancen a todos, podremos situar las demandas planteadas al ámbito deontológico de las ingenierías para enfrentar los actuales retos de escala planetaria.

Dice Castells (2004) que si el conocimiento es la “electricidad” de esta nueva economía, las Universidades son sus “fuentes de energía”. Pero, al

MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD

Ortega y Gasset en su “Misión de la Universidad” (1930), de completa vigencia hoy, hace un repaso de la misión de la Universidad desde una perspectiva histórica y filosófica al objeto de orientar su reforma, pues *“La raíz de la reforma universitaria está en acertar plenamente con su misión”*.

Buscando *“La cuestión fundamental (II)”* identifica en la universidad tal como existe dos funciones que considera muy diferentes:

A) *La enseñanza de las profesiones intelectuales.*

B) *La investigación científica y la formación de futuros investigadores.*

Pero el análisis desde la perspectiva histórica recuerda el papel original de la Universidad medieval desde la “cultura general”, “lo que entonces constituía, entera y propiamente, la enseñanza superior”, y entendida como “el sistema vital de las ideas en cada tiempo [...] sobre el mundo y el hombre [...] y sin la cual el personaje medio es el nuevo bárbaro [...]”.

Para que la universidad sea capaz de formar en la “*profesión de mandar*”, de dirigir la evolución de la sociedad, la “*tarea universitaria radical*” es “*la enseñanza de la cultura o sistema de las ideas vivas que el tiempo posee [...] o mejor [...] desde las cuales, el tiempo vive (V)*” [...] “[...] *el repertorio de nuestras efectivas convicciones sobre lo que es el mundo y son los próximos, y sobre la jerarquía de los valores que tienen las cosas y las acciones: cuáles son más estimables, cuáles son menos*”.

Así, en su recapitulación (IV), y sobre los principios básicos de que “*en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad hay que partir del estudiante, no del saber ni del profesor (III)*”, y de “*no querer confundir tres cosas que son de sobra diferentes: cultura, ciencia y profesión intelectual*”. Ortega enuncia:

“La universidad consiste, primero y por lo pronto, en la enseñanza superior que debe recibir el hombre medio.

Hay que hacer del hombre medio, ante todo, un hombre culto, situarlo a la altura de los tiempos [...]

Hay que hacer del hombre medio un buen profesional [...]

No se ve razón ninguna densa para que el hombre medio necesite ni deba ser un hombre científico [...] no obstante la Universidad es inseparable de la ciencia y, por tanto, tiene que ser también o además investigación científica [...]”

Y más adelante, concluyendo el texto:

“[...] la Universidad es además, ciencia. Pero es, además, otra cosa. [...] La Universidad tiene que intervenir en la actualidad como tal Universidad, tratando los grandes temas [...] ha de imponerse como un poder espiritual superior [...] Entonces volverá a ser la Universidad lo que fue en su hora mejor: un principio promotor de la historia europea”.

mismo tiempo, también se reclama, cada vez con más intensidad, que las Universidades estén al servicio de los objetivos humanísticos y culturales de la sociedad y de los individuos (GUNI, 2008).

Se trata por ello de resituar los atributos del ingeniero global desde la perspectiva de las responsabilida-

des que corresponden a la orientación que adopta la evolución técnica, una vez superada la concepción que sostenía la estricta neutralidad de las soluciones de la tecnología. No existiendo la neutralidad pura, y siendo las soluciones técnicas elementos básicos del proceso de cambio, resulta pertinente preguntarse de forma recu-

CAPACIDADES ASOCIADAS A LA RESPONSABILIDAD Y LOS VALORES ÉTICOS EN LA INGENIERÍA

Responsabilidad ética y profesional (ABET):

- Capacidad para tomar decisiones éticas informadas.
- Conocimiento de los códigos de conducta.
- Evaluación de la dimensión ética de la práctica profesional.
- Comportamiento ético visible.

Compromiso ético (TUNING):

- Capacidad de comprender los valores de las diferentes actividades realizadas.
- Actitud para respetar y saber limitar sus implicaciones morales y sociales.
- Saber reconocer los límites sociales y las implicaciones morales de los diferentes proyectos o trabajos respetando la ética profesional.

UK Standard:

- Implicación personal para/con los códigos profesionales. Reconocimiento de las obligaciones hacia la profesión, la sociedad y el medio ambiente.
- Actuar responsablemente, teniendo en cuenta la necesidad de trabajar los resultados económicos, sociales y ambientales simultáneamente.
- Usar la imaginación, la creatividad y la innovación para proporcionar productos y servicios que mejoren la calidad del medio ambiente y la sociedad, respetando los objetivos económicos.
- Comprender y fomentar la implicación de los grupos de interés en el logro de la sostenibilidad.

"Preparing engineers for social responsibility", TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education:

- Capacidad de entender y cuestionar las realidades políticas y sociales subyacentes al modelo económico-tecnológico.
- Capacidad de entender y respetar otros marcos de valores (no-occidentales).
- Cuestionamiento crítico acerca de los intereses del resto de actores.

rente sobre la incidencia de las soluciones generadas desde la ingeniería sobre los retos globales, incluidos los de la persistencia de la pobreza y la exclusión en las CRA. Resulta pertinente preguntarse sobre la incidencia que las soluciones técnicas elaboradas por los ingenieros ejercen sobre la orientación del cambio.

En relación con tales retos y preguntas existen precedentes en los ámbitos de la sostenibilidad y la Responsabilidad Social, y existen modelos de valores, competencias y contenidos para la ingeniería. En el recuadro anterior se muestran algunos modelos profesionales y académicos.

Se trata de nuevo del humanismo, tal vez de un humanismo renovado, de una vuelta de la filantropía, que busca incidir positivamente en las condiciones de vida de las generaciones actuales y venideras. Pero al igual que ha pasado en otras épocas, con clara conciencia de que dicha mejora es en realidad una mejora compartida, en la medida en que los daños asociados al mantenimiento de las condiciones de privación de una parte de la humanidad imponen de hecho daños y restricciones a las posibilidades de despliegue de la humanidad en su conjunto.

Para concretar estos conceptos en los planes de formación de la ingeniería, hay que definir las competencias transversales asociadas a los conceptos de sociedad en red, valores para la sostenibilidad, visión sectorial, diálogo con los grupos de interés... desde un compromiso con la ética de la profesión de ingeniero. La dificultad para la incorporación de competencias transversales es doble. Por un lado los planes de estudio tienen ya una alta carga de contenidos, y los responsables de las distintas áreas docentes ven difícil disminuir temario para incorporar nuevos ámbitos de conocimiento. Por otro lado no es fácil

la definición de estas competencias transversales y, menos aún, el método docente idóneo para que los alumnos las adquieran.

Las líneas de investigación que reflexionan cómo facilitar la adquisición de competencias transversales desde la ingeniería, de momento aportan más las preguntas que las respuestas:

- ¿Cómo se caracteriza un comportamiento observable en un alumno que no está operando en un entorno concreto y real? ¿Cómo se mide por tanto el nivel de adquisición de la competencia?
- ¿Qué plazos son necesarios para la incorporación de determinadas competencias? ¿Es posible trabajar competencias en asignaturas semestrales sin una estrecha coordinación entre asignaturas?
- ¿Es posible trabajar las competencias vinculadas a valores si no existe un alineamiento cultural al 100% de la institución que lo imparte?

En cualquier caso parece obvio, sin embargo, que la inclusión sistemática de este tipo de consideraciones en los llamados sistemas *de calidad* o de evaluación y gestión del cambio puede aportar mayor inteligencia, o mejor comprensión, a los procesos en los que la ingeniería se ve confrontada a escala global.

11.5. EL PANORAMA DE LA FORMACIÓN

La construcción del llamado Espacio Europeo de Educación Superior, puesta en marcha a raíz de la Declaración de Bolonia de 1999, está enmarcada en origen en los debates y decisiones políticas provocadas por el Acuerdo General de

Comercio de Servicios (GATS) de la OMC, firmado en 1995 y cuyo objetivo declarado es “liberalizar el comercio de servicios” a escala mundial. La Declaración de Bolonia y el proceso puesto en marcha a raíz de ésta trata de incentivar la reforma de la educación superior en Europa, a la par que su unificación en un espacio común que resulte más competitivo a escala mundial y, por tanto, resulte más atractivo para estudiantes de cualquier origen en competencia planetaria con otros actores a escala mundial, y en particular los Estados Unidos, Australia y Japón. La reforma en la definición de los objetivos formativos y en la puesta en marcha de los procesos formativos, o la internacionalización, son componentes esenciales en esta construcción, aun cuando una gran parte del calor aportado al debate en España los haya ignorado en buena medida.

En el marco de esta reforma, y desde la perspectiva de la formación orientada a los ámbitos que aquí nos interesan podemos considerar sucesivamente tres grados de aproximación.

1. En primer lugar debemos considerar la capa más externa o general, que corresponde a la definición de las competencias (conocimientos o saberes, capacidades y habilidades...) cuya adquisición se establece a través de los procesos formativos, y que definen el perfil del profesional a que corresponde cada título, perfil establecido en los objetivos del título. El catálogo de competencias, cuya adquisición resulta garantizado por el proceso formativo que da acceso al título, (incluyendo los sistemas de calidad que buscan controlar el ajuste de dicho proceso a los objetivos y requisitos de los planes de estudios aprobados) incluye en un mundo global, y como ya

hemos visto en un apartado anterior, un conjunto en el que forman parte necesaria de la formación del profesional global tanto el conocimiento de los problemas globales, como las cuestiones ligadas a la internacionalización y a la diversidad, así como las derivadas de la responsabilidad profesional, y las capacidades necesarias para incorporarse en paridad en procesos internacionales. Es por ello por lo que el entrenamiento en problemas asociados a contextos de desarrollo resulta sin duda un elemento útil en la formación general.

2. En segundo lugar podemos contemplar una formación más específica asociada al conocimiento de los paradigmas del Desarrollo Humano, y al conocimiento somero de los consensos internacionales en este ámbito, incluyendo la especial incidencia de la pobreza en el ámbito rural y en las CRA, los conceptos sobre tecnología apropiada y relacionados, etc., formación que puede ser considerada como más especializada, pero que sin embargo, y hasta un cierto nivel básico, cabría considerar como parte de la base cultural común de cualquier ciudadano y votante de un país donante como es España. Se trataría de un elemento de la formación, no tanto como profesional, cuanto como ciudadano, del estudiante. Los elementos básicos de esta formación pueden sin embargo quedar asociados a la formación básica en relación con los sistemas internacionales (financieros, de comercio, de producción e investigación, de transferencia y ayuda, etc.) y por lo tanto formar parte del conjunto de los elementos formativos ligados a la inclusión profesional en un mundo global.

3. En último lugar y, como capa más interna -y profunda- de especialización que las anteriores estaría la formación específica para la intervención directa en contextos de desarrollo y cooperación, formación que debe concebirse formando líneas o áreas de especialización para una fracción del alumnado con interés específico en ellas, y en las que resultará imprescindible la profundidad en el conocimiento de los enfoques y métodos apropiados, así como el conocimiento en profundidad de casos de éxito en la aplicación de tales métodos en la generación de soluciones técnicas apropiadas en el ámbito de especialidad del alumno.

Abordar cada uno de estos tres niveles de profundidad supone considerar elementos diferentes, unos a incorporar a los procesos formativos generales, otros, a establecer como procesos formativos específicos e individualizados, parte común, por tanto, los primeros de titulaciones de orientación genérica, parte específica los otros de titulaciones especializadas.

En el último apartado de este capítulo tratamos de proponer recomendaciones adecuadas a estos planteamientos.

11.6. LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO EN TÉCNICAS APROPIADAS A LAS COMUNIDADES RURALES AISLADAS, Y SU IMBRICACIÓN CON LA FORMACIÓN

Aunque el capítulo se orienta específicamente a la *formación*, las tareas de la universidad en formación e investigación están altamente correlacionadas, siendo la for-

mación especializada una vía habitual en las actividades de validación y difusión de los avances aportados sea por la investigación, sea por las actividades de innovación asociadas a la adaptación técnica y la transferencia a ámbitos nuevos de técnicas preexistentes, etc. La actividad formativa es también fuente de perplejidades que actúa a menudo como incentivo a la renovación de las ideas y, por tanto, como incentivo a la investigación misma.

Los desafíos en las condiciones de aplicación de las técnicas a las Comunidades Rurales Aisladas avalan claramente la necesidad de imbricar también aquí ambos campos de la actividad universitaria, no sólo mediante la incorporación en los programas formativos de las adquisiciones o aprendizajes más recientes, sino también mediante la incorporación de dichos programas a parte de las tareas de investigación misma, en un entramado en el que coevolucionan la concepción, la depuración y fijación de ideas, su crítica a través de los procesos de aplicación práctica y contraste con la realidad, y su comunicación y divulgación en los diferentes programas formativos, y en el que los diversos actores -investigadores, educadores, educandos, y beneficiarios- intercambian roles en la medida de sus posibilidades y capacidades.

Esta incorporación, en completa sintonía con el proceso formativo buscado en el modelo de Bolonia, puede hacer uso de las actividades de validación y contraste sobre el terreno para acercar a los alumnos en fase de formación a percibir y experimentar la voz de la sociedad como *valor*, y no como *distorsión* (Antón Costas, 2010).

LAS COMPETENCIAS EN LA DEFINICIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Como referencias para orientar la inclusión de la temática asociada a la sostenibilidad, el desarrollo humano, o las tecnologías apropiadas en CRA en las actividades y en los planes de estudios en ingeniería, ya sea de forma general para todos los titulados, ya sea sólo para alguna parte de los alumnos en las especialidades correspondientes, se incluyen extractos:

- De la definición de la competencia genérica en *Sostenibilidad y Compromiso Social* incorporada en la Universidad Politécnica de Catalunya,
- De dos memorias de Verificación de sendos Másteres Universitarios, detallando algo más la cadena Objetivos → Competencias → Resultados del aprendizaje.

Universitat Politècnica de Catalunya

Todos los planes de estudios de grado adaptados al Espacio Europeo de Educación superior de la UPC en el período 2008-2010 incorporan la competencia genérica en Sostenibilidad y Compromiso Social, "SiCS", definida como: "*La competencia genérica sostenibilidad y compromiso social es la capacidad de conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para usar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía*" (UPC, 2008). Esta es una de las 7 competencias genéricas compartidas.

Esta competencia se puede adquirir de forma progresiva en tres niveles, típicamente a lo largo de diferentes asignaturas del plan de estudios, definidos como sigue:

1. Analizar sistémicamente y críticamente la situación global, atendiendo la sostenibilidad y el compromiso social de forma interdisciplinaria, y reconocer las implicaciones sociales y ambientales de la actividad profesional del mismo ámbito.
2. Aplicar criterios de sostenibilidad y de compromiso social en el diseño y la evaluación de soluciones tecnológicas y/o arquitectónicas.
3. Llevar a cabo proyectos y actuaciones profesionales coherentes con el desarrollo humano, la sostenibilidad y el compromiso social, teniendo en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental en la identificación de los problemas y en la aplicación de soluciones.

Para su incorporación efectiva en las asignaturas de los distintos planes de estudios, y teniendo en cuenta las diferentes dimensiones desde las cuales se trabaja la Sostenibilidad y el Compromiso Social de la universidad, se han definido de forma participativa con los diferentes colectivos implicados (institutos, cátedras, unidades de servicios, grupos de innovación docente) las siguientes dimensiones de la competencia, recogidas bajo el acrónimo VISCA, nombre, a su vez, de un grupo de innovación docente específico del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC (UPC, 2011).

- *Valores éticos.* La dimensión de valores éticos para el desarrollo profesional y personal, implica discriminar si una acción (u omisión) es correcta/incorrecta o adecuada/no adecuada, y actuar en consecuencia en base a una escala de valores personales, colectivos (derechos universales, bienestar responsable, cultura democrática), o profesionales (códigos deontológicos), considerando tanto la propia acción (u omisión) como el contexto, las causas y las consecuencias directas e indirectas de la misma.
- *Igualdad.* La dimensión de igualdad/equidad de género implica reconocer e intervenir en situaciones personales y profesionales que dificultan y/o discriminan el desarrollo y crecimiento de las mujeres y los hombres, actuando como agente de cambio con propuestas que permitan una mejora en la calidad de vida laboral y social de todas las personas afectadas, reconociéndolas como iguales y considerando el concepto de justicia social.
- *Sostenibilidad.* La dimensión de sostenibilidad implica diseñar y evaluar procesos y soluciones técnicas desde la triple perspectiva Ambiente – Sociedad – Economía con una visión sistémica y compleja, y en un marco de restricciones biofísicas que permitan satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras; implicando la comprensión de los flujos y ciclos materiales y energéticos, y de las dinámicas de los sistemas socioambientales y sus interrelaciones, para optimizar el uso de los recursos disponibles garantizando el acceso justo y equitativo a los mismos.
- *Cooperación.* La dimensión de cooperación para el desarrollo implica identificar, planificar, diseñar, ejecutar y evaluar acciones orientadas al desarrollo humano (económico, ambiental, social y político) principalmente en países en desarrollo, partiendo de la situación, necesidades y prioridades de la población, impulsando la formación, la investigación-acción y el trabajo conjunto inter e intracomunitario, y potenciando la autonomía y las capacidades individuales y colectivas de las personas como agentes de cambio para ampliar sus libertades individuales y colectivas.
- *Accesibilidad.* La dimensión de la accesibilidad universal hace referencia al diseño y desarrollo de productos, servicios y entornos (digitales, tecnológicos, físicos, sociales y/o profesionales) de forma comprensible, utilizable y practicable por parte de todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad, y de la forma más autónoma y natural posible.

Cada una de estas dimensiones de la competencia genérica “SiCS” se concreta en resultados de aprendizaje para cada uno de los tres niveles competenciales.

En este marco, los planes de estudio, a través de sus asignaturas y sus guías docentes, incorporaran los contenidos y actividades que permitan conseguir las competencias planteadas, desde alguna o varias de sus dimensiones. El proceso, a fecha actual, año 2011, está en el inicio de la implementación. El marco de trabajo se considera suficientemente general y compartido como para que pueda ser útil para apoyar la implementación, seguimiento y evaluación de los nuevos planes de estudio de toda la universidad.

Máster Universitario en Redes de Telecomunicación para Países en Desarrollo (URJC)

El OBJETIVO GENERAL del Máster es proporcionar una formación avanzada que prepare para la investigación sobre tecnologías y metodologías apropiadas y sostenibles en el ámbito de las telecomunicaciones y los servicios de información para zonas rurales de países en desarrollo.

El objetivo general se plasma en el título propuesto a través de los siguientes objetivos específicos:

- Formar investigadores capaces de definir claramente las características de redes y servicios de telecomunicación apropiados para zonas rurales de países en desarrollo, donde las tecnologías convencionales han probado no ser adecuadas, y que sean capaces de realizar todos los ajustes y optimizaciones necesarias para lograr la viabilidad (técnica, económica y social) que se requiere en estos entornos.
- Enseñar las metodologías más adecuadas para realizar trabajos de investigación de calidad en TIC para el desarrollo, ya sean de carácter puramente científico-técnico o de evaluación de impacto y sostenibilidad.
- Ofrecer formación de calidad sobre las técnicas y métodos más modernos para gestionar y mantener infraestructuras de comunicaciones y servicios en zonas aisladas, de difícil accesibilidad y condiciones de entorno hostiles.

Competencias Generales, según RD 1393/2007 (CG)

(las usuales en los títulos de ingeniería)

Competencias generales adicionales

CG.5- Que los estudiantes hayan demostrado una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y los métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CG6- Que los estudiantes hayan demostrado la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Competencias específicas relacionadas con sistemas de radiocomunicación para comunidades rurales aisladas

CE1.- Capacidad para planificar y dirigir tanto la instalación como la operación de sistemas de telecomunicación en zonas de difícil acceso, cumpliendo las normativas vigentes, asegurando la calidad del servicio y tomando en cuenta los criterios de ética y sostenibilidad propios de los procesos de desarrollo.

CE2.- Capacidad para realizar los modelados matemáticos, los cálculos y las simulaciones necesarias para lograr la adaptación/optimización de tecnologías inalámbricas de información y comunicaciones para zonas desfavorecidas (condiciones de contorno de gran cobertura, terreno irregular, bajo coste, bajo mantenimiento, bajo consumo y robustez extrema) en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

CE3.- Capacidad para resolver problemas de integración e interoperabilidad de tecnologías de comunicación multimedia heterogéneas que permitan dar respuestas reales en zonas en que las comunicaciones convencionales no llegaran.

Competencias específicas relacionadas con los servicios telemáticos para el desarrollo

CE4.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar aplicaciones en red eficientes, robustas y adecuadas a las necesidades y capacidades de usuarios de zonas aisladas, con escasa o nula experiencia en el uso de aplicaciones informáticas.

CE5.- Capacidad para diseñar, desarrollar y emplear modelos de administración y gestión de redes apropiados para sistemas dispersos, remotos y sometidos a condiciones de entorno agresivas.

Competencias específicas relacionadas con la cooperación internacional y el desarrollo sostenible

CE6.- Capacidad para interpretar críticamente las necesidades de los usuarios de una red de comunicaciones junto con las condiciones de desarrollo local, para convertirlos en especificaciones de un proyecto de ingeniería o para definir adecuadamente un problema de investigación.

CE7.- Capacidad para comprender las implicaciones de la implantación de nuevas tecnologías en zonas rurales remotas, teniendo en cuenta todas las dimensiones de la sostenibilidad (tecnológica, económica, cultural, social, política e institucional), y para escoger a partir de ahí los métodos de intervención más adecuados.

Ejemplo de materia: (extracto)

Denominación del módulo o materia:	Laboratorio de Redes de Ordenadores
Número de ECTS de módulo o materia:	3
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia.	Los resultados del aprendizaje de esta asignatura contribuyen sustancialmente a la consecución de: - Las competencias generales CG1, CG4, CG5 - Las competencias específicas: CE5

Máster Universitario en Tecnología para el Desarrollo Humano y la Cooperación (UPM)

Objetivo 1.	Formar profesionales que, comprendiendo las complejas causas culturales, económicas, sociales y políticas que están en la base de la pobreza y la desigualdad, sean capaces de entender y emplear los instrumentos existentes destinados a impulsar el progreso (en términos de desarrollo humano) de las poblaciones más desfavorecidas, basándose en las capacidades previamente existente en éstas.
-------------	--

Objetivo 2.	Formar profesionales capaces de intervenir de manera informada, rigurosa y pertinente en procesos participativos y democráticos de identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas, y proyectos de desarrollo humano cuyo impacto esté fuertemente ligado a la adecuación y relevancia de las opciones técnicas empleadas. Sea con conocimientos fundados sobre el conjunto de las técnicas apropiadas en condiciones de pobreza, sea con especialización en alguna de las siguientes cuatro áreas técnicas de aplicación: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollo urbano y territorial.- Desarrollo rural y agro-forestal.- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.- Tecnologías apropiadas en Agua, Energía y Medio Ambiente.
-------------	--

Objetivo 3.	Formar profesionales con capacidad de liderazgo y de colaboración en contextos multidisciplinares, que sean capaces de formular, junto a otros profesionales y políticos, y a las poblaciones concernidas, alternativas innovadoras a las políticas y programas de desarrollo desde la perspectiva de un empleo de la técnica innovador y asimilable por dichas poblaciones.
Objetivo Especifico 4.	En el itinerario asociado al Desarrollo urbano y territorial, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza urbana, en el marco de procesos de desarrollo que se producen o están ligados a las ciudades y a la articulación territorial en la que éstas juegan un papel nuclear, y con empleo experto de las técnicas asociadas a dichos procesos.
Objetivo Especifico 5.	En el itinerario asociado al Desarrollo rural, capacidad para intervenir en el combate contra la pobreza y el hambre rural, en el marco de procesos de desarrollo ligados a este ámbito, con atención particular a los problemas de producción de alimentos y de seguridad alimentaria y nutricional.
Objetivo Especifico 6.	En el itinerario asociado a las TIC, capacidad para explotar y desarrollar las posibilidades que, como catalizador para el desarrollo y para la reducción de la pobreza, presentan las actividades y técnicas encaminadas a la reducción de la brecha digital y a la disseminación de servicios basados en estas tecnologías.
Objetivo Especifico 7.	En el itinerario asociado al Medio Ambiente, Agua, y Energía capacidad para incorporar tecnologías apropiadas a contextos de desarrollo a procesos de universalización de servicios básicos (ligados a los recursos de agua, energía y medio ambiente), considerando, la producción y distribución, y el mantenimiento y sostenibilidad, y centradas en los procesos, instrumentos y técnicas útiles y asimilables en el mundo pobre

Competencias generales (semejantes a las habituales en estudios de Máster)

Competencias específicas

Competencia Específica 1.	Conocimiento crítico de las teorías sobre el desarrollo y desigualdad en sus contextos políticos e históricos así como de la evolución en las formas de cooperación internacional.
Competencia Específica 2.	Conocimiento de los enfoques vigentes del desarrollo humano y desarrollo sostenible, con consideración de los enfoques transversales, como los de género y de derechos humanos, los de medio ambiente y culturales, y los relativos a minorías.
Competencia Específica 3.	Conocimiento básico de las realidades de pobreza regionales africana, latinoamericana y asiática.
Competencia Específica 4.	Conocimiento de las organizaciones y de las instituciones legales, técnicas y financieras del sistema de ayuda al desarrollo a nivel nacional e internacional.
Competencia Específica 5.	Conocimiento de los métodos y herramientas aplicados en la identificación, planificación, gestión, ejecución y evaluación de políticas, programas y proyectos de desarrollo, y capacidad para aplicarlos en forma colaborativa a problemas concretos.
Competencia Específica 6.	Conocimiento de las relaciones entre sociedad, ciencia y técnica, y capacidad para comprender y evaluar el impacto social de las transformaciones técnicas y su asimilación.
Competencia Específica 7.	Conocimiento de los actores de la lucha contra la pobreza y la exclusión social y sus estrategias y modalidades específicas, así como los métodos de trabajo en asociación y en red y capacidad para integrarse en, o conducir, sus actividades y organizaciones.
Competencia Específica 8.	En cada área de especialidad conocimiento de los elementos claves en el gobierno y gestión del cambio y su impacto en la evolución de la desigualdad.
Competencia Específica 9.	En cada área de especialidad, conocimiento de las técnicas apropiadas disponibles, de las organizaciones relevantes y de las principales fuentes de información y capacidad para su manejo y evaluación.
Competencia Específica 10.	En cada área de especialidad, capacidad para concertar, programar, desarrollar y evaluar programas de acción y formativos en el marco de las acciones de desarrollo y cooperación, a partir de la identificación y potenciación de las capacidades locales.

11.7. RESPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES ORIENTADOS A LIDERAR EL CAMBIO

Como resumen, nos parece de interés proponer desde estas líneas el siguiente decálogo de intenciones:

1. En el diseño de los Planes de Estudio, y en sus correspondientes memorias, en la perspectiva de lo que Ortega y Gasset define como *cultura*, las competencias de carácter general y específica de los títulos deben incluir las requeridas por las necesidades de la internacionalización y la globalización, que, desde una perspectiva de la sostenibilidad social y ambiental, incluya la comprensión del desarrollo humano como componente ineludible de la gestión del cambio.
2. Entre las competencias genéricas debe incluirse la capacidad de evaluar las opciones técnicas disponibles desde la perspectiva de su gobierno por la sociedad, de comprender y de incentivar la participación social en dicha evaluación, y en la toma de decisiones, comprendiendo las relaciones entre las escalas técnica y social del conjunto de las soluciones disponibles. La complejidad involucrada en este tipo de problemas puede aconsejar el empleo de los estudios de casos.
3. Se fomentará el acercamiento del *Sur* al Aula en las materias profesionales mediante la incorporación generalizada, bien de ejemplos o casos, bien de problemas genéricos asociados a contextos de pobreza y, específicamente, asociados al mundo rural aislado, a través de la incorporación de estudios de campo, de problemas aportados por los

propios estudiantes procedentes de países del *SUR*, profesores visitantes, o estudiantes de procesos anteriores, por la reorientación en el enfoque de materias “normales” en semestres especiales o experimentales, etc. Deben aprovecharse para ello y de forma extensiva los incentivos a procesos de innovación educativa.

4. Deben implantarse programas de estudios especializados en los problemas y técnicas apropiadas a las Comunidades Rurales Aisladas. Dichos programas, además de aportar formación específica a los titulados con dicha orientación, sirven de fuente de ejemplos y de síntesis para su empleo en los programas no especializados, así como de instrumento de decantación y difusión de las soluciones técnicas apropiadas exitosas. Deben poderse cursar elementos de tales títulos especializados como materias opcionales de otros títulos.
5. Los programas de estudio deben imbricarse y fundamentarse en el aprendizaje y la innovación aportada por procesos reales de desarrollo, emprendidos en colaboración con los socios idóneos, que incluyen las universidades, comunidades locales y administraciones del *Sur* interesadas en ello, tanto como las ONGD que puedan actuar como mediadoras o facilitadoras de dichos procesos.
6. Debe fomentarse la realización de estancias de estudiantes en dichos procesos de desarrollo, incorporando objetivos mixtos, tanto académicos como de desarrollo, y haciéndolas accesibles a alumnos avanzados de cualquier titulación, y previa formación, redirigiendo determinados Proyectos de Fin de Carrera o de Fin de Máster o

las prácticas “profesionales” a objetivos para el desarrollo.

7. Debe fomentarse la estabilización de alianzas a medio y largo plazo con los anteriores actores, incorporándolas a redes estables más amplias dirigidas a la movilidad e intercambio formativo y científico en los ámbitos citados, con socios con reconocimiento de ámbito internacional en estas materias.

8. Deben acometerse acciones específicas de apoyo a la incorporación de los contenidos citados, estableciendo procesos de formación para los profesores que lo requieran, y estableciendo sistemas de incentivos y de reconocimiento y premio, así como a través del fomento de redes de apoyo y difusión a las experiencias de éxito, publicaciones y exposiciones, etc.

9. Deben, finalmente, incorporarse en los sistemas de evaluación institucional existentes o que hayan de implantarse elementos de valoración e indicadores que hagan referencia a los aspectos señalados, estableciendo consecuencias. Dichos sistemas deben orientarse a revertir la actual situación de contraincentivos a todo lo que, por su carácter más transversal, puede ser considerado aún hoy ajeno a la especificidad disciplinar.

10. Se trata, en definitiva, de dotar al conjunto de los estudiantes de ingeniería con el conjunto de conocimientos, capacidades y capital social que hayan de serles útiles en el futuro para colaborar adecuadamente en la gestión del cambio a una sociedad más equitativa y justa y, a una fracción relevante de ellos para colaborar con éxito en tareas de progreso en las Comunidades Rurales Aisladas.

Puede consultarse un catálogo de instrumentos en algunos de los textos de la bibliografía, en particular Pérez-Foguet et al. (2005), Boni y Pérez-Foguet (2006, 2008), Pérez-Foguet y Lobera (2008) y Moreno (2009).

BIBLIOGRAFÍA

- BONI, A., PÉREZ-FOGUET, A. (2008), “Introducing development education in technical universities: successful experiences in Spain”, *European Journal of Engineering Education*, 33(3): 343-354.
- BONI, A., PÉREZ-FOGUET A. (2006), *Construyendo ciudadanía global desde la universidad: Propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas*, Colección Informes n. 32, Intermon-OXFAM, Barcelona, España.
- CASTELLS, M. (1998), *La era de la información. Economía sociedad y cultura. Vol. 3. Fin del Milenio*, Madrid, Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2004), *Materiales Doctorado*, Barcelona, UOC.
- CORTINA, A. (2008), *Conferencia: Ética profesional*, ETSII-UPM, Disponible en <http://www.induforum.es/induo8/retrans.html>
- COSTAS, ANTÓN. (2010), “Tensions between the knowledge of experts, society and politics.”, 2ª Conferencia Internacional sobre Ética y valores humanos en ingeniería, WFEO, Barcelona.
- DIRECCIÓN DE COOPERACIÓN UPM, ISF ApD. (2009), *Proyectos de Fin de Carrera en Cooperación para el Desarrollo: Actas de las Jornadas, Madrid 10 y 11 de junio de 2008*. Disponible en <http://oa.upm.es/2099>

- GUNI. (2008), *La educación superior en el mundo. Educación superior: nuevos retos y roles emergentes para el desarrollo humano y social.*
- IBM. (2010), *Capitalizing on Complexity: Insights from the Global Chief Executive Officer Study.*
- MARGINSON, S. (2008), "Ideas of a University" for the global era. Paper for seminar on 'Positioning University in the Globalized World: Changing Governance and Coping Strategies in Asia'. Centre of Asian Studies, The University of Hong Kong; Central Policy Unit, HKSAR Government; and The Hong Kong Institute of Education. 10-11 December 2008, The University of Hong Kong. Disponible en http://www.cshe.unimelb.edu.au/people/staff_pages/Marginson/HKU%20101208%20Marginson.pdf
- MATAIX, MORENO, SÁNCHEZ: *Hacia un modelo de desarrollo más humano. El compromiso desde la ingeniería (COIIM).*
- MAX-NEEF, ELIZALDE, HOPENHAYN. (1986), *Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro.* Manfred Max-Neef - Antonio Elizalde - Martín Hopenhayn, Santiago (Chile), otoño de 1986. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/deh/adeh_1.html
- MORENO, A. (2009), *On engineering education for sustainability. A case study on ICT and transportation.*
- MORENO, A. (2009), *Las organizaciones en red. Fundamentos psicosociales y de gestión del cambio,* Sanz y Torres.
- MORENO, A., URIARTE, L. M., TOPA, G. (2010), *La responsabilidad social empresarial,* Editorial Pirámide.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1930), *Misión de la Universidad.* Alianza Editorial.
- PEREZ, J. (2008), *La Gobernanza de Internet. Contribución al debate mundial sobre la gestión y el control de redes,* Ariel.
- PÉREZ ARRIAGA, I., MORENO, A. (2009), *La contribución de las TIC a la sostenibilidad del transporte en España,* Real Academia de Ingeniería, Madrid.
- PÉREZ-FOGUET, A., LOBERA, J. (2008), *El Desarrollo humano sostenible en las aulas politécnicas.* Material para la innovación docente. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <http://hdl.handle.net/2117/1979> [consultado en marzo 2011]
- PEREZ-FOGUET, A., OLIETE-JOSE, S., SAZ-CARRANZA, A. (2005), "Development education and engineering: a framework for incorporating reality of developing countries into engineering studies", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 6(3):278-303.
- VEST, CHARLES M. (2008), Context and Challenge for Twenty-First Century Engineering Education. *Journal of Engineering Education. Special Guest Editorial.*
- UK ENGINEERING COUNCIL. (2010). *UK Standard for Professional Engineering Competence.*
- ENGINEERS AUSTRALIA. (2003). *Australian Engineering Competency Standards.*
- AGENCIA PARA LA CALIDAD DEL SISTEMA UNIVERSITARIO DE CATALUÑA (AQU). (2009). *Guía para la evaluación de competencias en Ingeniería y Arquitectura.*
- ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). (2010). *Criteria for accrediting engineering.*
- ZANDVOORT, H. (2007). *Preparing Engineers for Social Responsibility.* Report of the TREE Special Group D6 Ethical Issues in Engineering Education.
- DAVIDSON ET AL. (2010). *Preparing future engineers for challenges of the 21st century: Sustainable engineering.*

UPC. (2008), *Marc per al disseny i implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC*. Universitat Politècnica de Catalunya. CG 16/4 2008.

UPC. (2011), *Guia per desenvolupar la Sostenibilitat i compromís social en el disseny de titulacions*. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en https://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/publicacions_ice [consultado en marzo 2011].

NOTAS

¹ No deben en ningún caso confundirse las *competencias*, entendidas aquí como elementos de la formación adquirida a lo largo del proceso educativo, con las *atribuciones*, entendidas como ámbitos de la acción profesional reconocidos social o legalmente, por más que las *competencias* sean de hecho la base racional para el otorgamiento de tales *atribuciones*.

