

Las competencias del profesorado en el entorno CDIO

Faculty teaching skills in the CDIO initiative

Ramón Bragós Bardía

Universitat Politècnica de Catalunya, España

Resumen

La iniciativa CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar) es un entorno cooperativo nacido en el MIT y las universidades suecas de Chalmers, Linköping y KTH en el que actualmente participan más de 80 instituciones de más de 25 países. Define un marco educativo innovador para la formación en ingeniería. En el marco CDIO se promueve el aprendizaje de las bases fundamentales y los contenidos disciplinares avanzados de la ingeniería, en un entorno con referencias claras al ejercicio profesional de la ingeniería como contexto adecuado para su aprendizaje. El conjunto de competencias definido por la iniciativa CDIO (el CDIO Syllabus) se distingue de otros listados de competencias por su amplitud, grado de concreción y por el hecho de incluir no sólo competencias genéricas, personales e interpersonales, que pueden corresponder a cualquier disciplina, sino también las que se han identificado como propias de la ingeniería, y que corresponden a las habilidades necesarias para desarrollar productos y sistemas complejos en un entorno cooperativo. CDIO define también 12 estándares que facilitan el diseño de planes de estudio que incorporen dichas competencias. Por lo que respecta a las competencias del profesorado, objeto de este artículo, dos de los estándares hablan específicamente de la necesidad de formar al profesorado para la adquisición de dichas competencias y de la capacidad para transmitirlos (estándar 9) y también de la adopción de metodologías activas que permitan una integración efectiva de los contenidos y las competencias (estándar 10). Mientras que las competencias genéricas personales e interpersonales están adecuadamente cubiertas por los programas de formación del profesorado, las más específicas de la ingeniería precisan de una mayor interacción con la industria e incluso de mecanismos que proporcionen experiencias profesionales reales al profesorado.

Palabras clave: Competencias del profesorado, Competencias genéricas, CDIO

Abstract

The CDIO initiative (Conceive-Design-Implement-Operate) is a collaborative framework initially created by the MIT and the Swedish universities of Chalmers, KTH and Linköping. Over 80 institutions from over 25 countries are currently involved in CDIO. The initiative defines an innovative educational framework for engineering education. CDIO promotes learning the fundamentals and advanced disciplinary contents of engineering in a context with clear references to the practice of engineering. The set of skills defined by the CDIO initiative (the CDIO Syllabus) differs from other listings of skills due to its size, its depth in specification and the fact of including not only generic skills (personal and interpersonal) which may correspond to any discipline, but also those that have been identified as specific of engineering, which correspond to the skills needed to develop complex products and systems in a cooperative

environment. CDIO also defines 12 standards that enable the design of curricula that incorporate these skills. With respect to the faculty teaching skills, the subject of this article, two standards specifically deal with the need to train teachers to acquire these skills and to be able to transmit them (Standard 9) and the adoption of active methodologies to enable effective integration of contents and skills (standard 10). While the personal and interpersonal generic skills are adequately covered by the faculty training programs, the more engineering specific skills need for a greater interaction with industry and even mechanisms that provide real professional experiences for faculties.

Key words: Faculty teaching skills, Generic Skills, CDIO

Introducción

La iniciativa internacional CDIO es un entorno cooperativo que define un marco educativo innovador para la formación en ingeniería. En el marco CDIO se proporciona a los estudiantes una enseñanza de los conceptos fundamentales de la ingeniería en un contexto de concepción, diseño, implementación y operación de sistemas y productos del mundo real, con la intención de promover el aprendizaje, no sólo de dichos conceptos fundamentales, sino también de un conjunto amplio de competencias genéricas. Se trata de generar un entorno próximo al ejercicio profesional de la ingeniería como contexto adecuado para su aprendizaje. El conjunto de competencias definido por la iniciativa CDIO (el CDIO Syllabus) se distingue de otros listados de competencias por su amplitud, grado de concreción y por el hecho de incluir no sólo competencias genéricas, personales e interpersonales, que pueden corresponder a cualquier disciplina, sino también las que se han identificado como propias de la ingeniería, y que corresponden a las habilidades necesarias para desarrollar productos y sistemas complejos en un entorno cooperativo. En todo el mundo, los centros colaboradores de la iniciativa CDIO lo han adoptado como el marco de referencia para su planificación curricular y la evaluación basada en los resultados del aprendizaje. CDIO promueve el intercambio de información y de experiencias entre sus miembros en congresos, reuniones regionales e intercambios puntuales y hace públicas sus comunicaciones y herramientas. Además del listado de competencias, se ha definido un conjunto de buenas prácticas (CDIO Standards) que sirven de ayuda para llevar a cabo la adaptación y mejora continua de los planes de estudio. Por lo que respecta a las competencias del profesorado, objeto de este artículo, dos de los estándares hablan específicamente de la necesidad de formar al profesorado para la adquisición de dichas competencias y de la capacidad para transmitir las (estándar 9) y también de la adopción de metodologías activas que permitan una integración efectiva de los contenidos y las competencias (estándar 10).

Pese a tener actualmente más de 80 centros colaboradores en más de 25 países, el nivel de implantación e incluso de conocimiento de la iniciativa CDIO en España es bajo. En el momento actual, el único centro colaborador de la iniciativa es la ETSETB de la UPC. Por tanto, se ha creído necesario exponer de modo amplio la descripción de la iniciativa y sus herramientas en el apartado siguiente (La iniciativa internacional CDIO), para poner en contexto las necesidades en las competencias del profesorado y las estrategias para la formación del mismo, que se describen en el tercer y cuarto capítulos. Aparte de identificar los artículos y comunicaciones de los centros más consolidados, esencialmente escandinavos y norteamericanos, se describen las experiencias que se están llevando a cabo en este contexto en la ETSETB de la UPC, dado que pueden resultar más próximas al lector. Muchos de los autores de las comunicaciones que se citan publican asiduamente en los medios y foros del ámbito de la educación en la ingeniería. Aun así, se ha intentado hacer uso de las fuentes bibliográficas específicas del entorno CDIO dado que pueden ser menos conocidas y que son accesibles en la página web de la iniciativa (www.cdio.org).

Los dos siguientes apartados de este artículo describen la iniciativa CDIO y, de forma específica y más detallada, los aspectos que hacen referencia a las competencias del profesorado. Los dos que siguen a continuación de éstos, describen la implementación del

modelo CDIO en los planes de estudios de grado de la ETSETB y el método que se ha seguido para mejorar las competencias del profesorado en este caso.

La iniciativa internacional CDIO

Las siglas CDIO (*Conceive, Design, Implement, Operate*) identifican las funciones que realizan los ingenieros en el desarrollo de sistemas y productos. Los objetivos de la Iniciativa CDIO son formar ingenieros que sean capaces de dominar en profundidad los fundamentos de sus respectivas disciplinas, liderar la creación y operación de nuevos productos y sistemas y comprender la importancia y el impacto estratégico de la investigación y el desarrollo tecnológico en la sociedad. El lema de la iniciativa es que cada ingeniero graduado debe ser capaz de *concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos de alto valor añadido en un entorno moderno y de trabajo en equipo*. Se hace énfasis en que estas cuatro capacidades principales deben formar parte del contexto de la formación y no de sus contenidos.

El origen de la iniciativa CDIO se encuentra en el departamento de Aeronáutica y Astronáutica del MIT en el año 2000, cuando se detecta la distancia existente entre el perfil de salida de sus ingenieros y las necesidades de la industria. Dado que este era un problema que afectaba a todos los estudios de ingeniería en todo el mundo, desde el principio se creó un grupo de trabajo internacional, liderado por Edward F. Crawley, que se inició con las universidades suecas de Chalmers, Linköping y KTH, ya que éstas disponían de financiación específica para llevar a cabo un estudio y un programa de mejora sobre esta problemática. A partir de cuestionarios y entrevistas con los agentes externos (empresas, ex-estudiantes y agencias de acreditación), en 2001 se publica la primera versión de la lista de competencias más exhaustiva que se conoce en el ámbito de la ingeniería, el CDIO Syllabus (Crawley 2001) y en 2004 un conjunto de 12 estándares para imbricar las competencias en los programas formativos de forma efectiva (CDIO, 2004). Los estándares de CDIO se usaron en 2005 como modelo de referencia en una evaluación de los programas educativos en Suecia llevada a cabo por la Agencia Nacional Sueca de Educación Superior (Malmqvist et al., 2005). A continuación se abrió la iniciativa a la colaboración internacional. La lista de más de 80 instituciones colaboradoras en distintos grados aumenta cada año, gracias a que la iniciativa, lejos de instituir una doctrina férrea, proporciona un catálogo abierto de herramientas que cada centro adapta a sus necesidades. Lo único que se pide es un compromiso de participación activa en los foros, reuniones y congresos y el intercambio de experiencias y resultados. Las contribuciones revisadas se hacen públicas en la página web de la iniciativa. En 2007 se publicó un libro (Crawley et al., 2007) que recoge una descripción del origen de la iniciativa, su desarrollo y las herramientas para la implementación del modelo en un plan de estudios. Se está ultimando una segunda edición revisada del mismo. El CDIO Syllabus ha sido revisado y ampliado en 2011, incrementando sus contenidos en liderazgo, emprendeduría e innovación.

Los estándares CDIO y el listado de competencias (Syllabus)

CDIO Standards

Los estándares de la iniciativa CDIO son un conjunto de buenas prácticas cuya adopción facilita el rediseño y la mejora continua de los planes de estudio en ingeniería. Pueden agruparse en seis líneas:

- Filosofía del programa (std. 1)
- Desarrollo de los planes de estudio (std. 2, 3 y 4)
- Actividades y espacios de trabajo para diseño e implementación (std. 5 y 6)

- Métodos de enseñanza y aprendizaje (std. 7 y 8)
- Desarrollo del profesorado (std. 9 y 10)
- Evaluación y mejora continua (std. 11 y 12)

En la tabla I se muestran los descriptores de primer nivel. En el documento en que se definen los estándares (CDIO, 2004), además de un enunciado ampliado, se incluye para cada estándar la justificación de su necesidad y un conjunto de evidencias que son útiles para verificar su cumplimiento. En documentos anexos se incluyen rúbricas con las que cada institución puede hacer una autoevaluación anual para verificar el proceso de mejora continua en base al grado de cumplimiento de los estándares. De forma voluntaria, esta autoevaluación puede enviarse a los coordinadores de la Iniciativa, con la que elaboran estadísticas de la evolución global.

Estándar	Título y descripción
1	CDIO as Context* Adoption of the principle that product and system lifecycle development and deployment -- Conceiving, Designing, Implementing and Operating -- are the context for engineering education
2	CDIO Syllabus Outcomes* Specific, detailed learning outcomes for personal, interpersonal, and product and system building skills, consistent with program goals and validated by program stakeholders
3	Integrated Curriculum* A curriculum designed with mutually supporting disciplinary subjects, with an explicit plan to integrate personal, interpersonal, and product and system building skills
4	Introduction to Engineering An introductory course that provides the framework for engineering practice in product and system building, and introduces essential personal and interpersonal skills
5	Design-Build Experiences* A curriculum that includes two or more design-build experiences, including one at a basic level and one at an advanced level
6	CDIO Workspaces Workspaces and laboratories that support and encourage hands-on learning of product and system building, disciplinary knowledge, and social learning
7	Integrated Learning Experiences* Integrated learning experiences that lead to the acquisition of disciplinary knowledge, as well as personal, interpersonal, and product and system building skills
8	Active Learning Teaching and learning based on active experiential learning methods
9	Enhancement of Faculty CDIO Skills* Actions that enhance faculty competence in personal, interpersonal, and product and system building skills
10	Enhancement of Faculty Teaching Skills Actions that enhance faculty competence in providing integrated learning experiences, in using active experiential learning methods, and in assessing student learning
11	CDIO Skills Assessment* Assessment of student learning in personal, interpersonal, and product and system building skills, as well as in disciplinary knowledge
12	CDIO Program Evaluation A system that evaluates programs against these twelve standards, and provides feedback to students, faculty, and other stakeholders for the purposes of continuous improvement

Tabla n. I. Título y descriptor principal de los 12 estándares de la iniciativa CDIO. Los que están marcados con un asterisco se consideran prioritarios

En el apartado “Las competencias del profesorado en el modelo CDIO” se hará una descripción más detallada de los estándares 9 y 10, ya que son los que afectan de forma más directa a la temática de este artículo.

CDIO Syllabus V2.0

El CDIO Syllabus es la lista ordenada de competencias que un equipo de trabajo compiló a partir de cuestionarios y entrevistas con agentes externos. Las ampliaciones y mejoras se presentan como propuestas en el congreso internacional de la iniciativa y son aprobadas por el CDIO Council, después de su discusión pública en una sesión específica del congreso. El listado presenta una clasificación a tres niveles. Un documento adicional añade un conjunto de conceptos y criterios a cada una de las competencias del tercer nivel de la clasificación, lo que convierte al CDIO Syllabus en un listado de competencias muy completo y detallado. En el primer nivel de la clasificación, las competencias enumeradas y descritas en el CDIO Syllabus se agrupan en 4 apartados:

- Conocimientos disciplinares
- Competencias personales y profesionales
- Competencias interpersonales
- Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos en el contexto empresarial, social y medioambiental

El primer grupo (conocimientos disciplinares) es el que se detalla menos ya que corresponde a las competencias propias de cada disciplina (ingeniería civil, ingeniería eléctrica,...). Los distintos planes de estudios ya detallan suficientemente estas competencias, de acuerdo con las normativas de cada país. Por este motivo este apartado sólo se desarrolla un nivel más (ver tabla 2). Incluye las llamadas competencias específicas, los conocimientos y técnicas de razonamiento específicas de cada disciplina. Los grupos 2 y 3 incluyen la mayor parte de las competencias de las otras clasificaciones, las llamadas *soft skills*, además de algunas competencias también definidas en los criterios de ABET. Estos criterios han sido tenidos en cuenta de forma relevante y se ha verificado que el CDIO Syllabus los cubre en su totalidad. El cuarto grupo de competencias es el más específico de la ingeniería y constituye la verdadera aportación de la iniciativa CDIO a los compendios de competencias, además del nivel de detalle en la descripción de todas las competencias. Además de compararse con ABET y con diversos listados de competencias de compañías industriales, el Syllabus CDIO se ha comparado a las atribuciones CEAB, diversos estándares nacionales (UK-SPEC, Swedish national engineering degree requirements) e internacionales (European EUR-ACE framework standards for accreditation of engineering programs). En todos los casos ha resultado un marco más completo, y las pocas carencias detectadas se han corregido en la versión 2.0 (Crawley et al., 2011).

El segundo nivel de la clasificación, que se muestra en la tabla 2, tiene 17 apartados. El tercer nivel contiene 87 competencias. Cada una se desglosa en diversos componentes y ejemplos. Es muy difícil que una titulación concreta cubra la totalidad de las competencias del Syllabus. Desde la iniciativa se define como un menú del que cada institución puede escoger los componentes que le sean más útiles y con el nivel de detalle que le sea posible. Dado el ascendente nórdico sobre la iniciativa, se habla de “Smörgåsbord”, el típico bufet escandinavo para el almuerzo. Algunas de las competencias descritas son más adecuadas para nivel de máster en mientras que otras corresponden al nivel de grado.

Nivel 1	Nivel 2
1 Disciplinary knowledge and reasoning	1.1 knowledge of underlying mathematics and science 1.2 core fundamental knowledge of engineering 1.3 advanced engineering fundamental knowledge, methods and tools
2 Personal and professional skills and attributes	2.1 analytical reasoning and problem solving 2.2 experimentation, investigation and knowledge discovery 2.3 system thinking 2.4 attitudes, though and learning 2.5 ethics, equity and other responsibilities
3 Interpersonal skills: teamwork and communication	3.1 teamwork 3.2 communications 3.3 communications in foreign languages
4 Conceiving, designing, implementing, and operating systems in the enterprise, societal and environmental context	4.1 external, societal and environmental context 4.2 enterprise and business context 4.3 conceiving, systems engineering and management 4.4 designing 4.5 implementing 4.6 operating 4.7 leading engineering endeavors 4.8 entrepreneurship

Tabla n. 2. Grupos de competencias del CDIO Syllabus en el 1r y 2º nivel de concreción. Los apartados 4.7 y 4.8 han sido añadidos en la versión 2.0

Las competencias del profesorado en el modelo CDIO

Del contenido del apartado anterior ya puede deducirse que el profesorado, además de las competencias necesarias para asegurar el aprendizaje de los contenidos específicos de las disciplinas y hacerlo acorde con el enfoque hacia los estudiantes que propugna el EEES, deberá poseer competencias específicas en el ámbito del cuarto grupo del Syllabus de CDIO, lo que implica, como mínimo, el conocimiento del entorno profesional de la ingeniería, de los métodos de diseño y fabricación y de sus implicaciones económicas, sociales y medioambientales.

Entramos en más detalle en los estándares 9 y 10, tal como habíamos adelantado en el apartado anterior.

Estándar 9 - Mejora de las competencias en CDIO del profesorado

Acciones que mejoren la capacidad del profesorado respecto a las competencias personales, interpersonales, y de desarrollo de productos

Descripción: Los programas CDIO proporcionarán apoyo al profesorado para mejorar su propia capacidad respecto a las competencias personales, interpersonales, y de desarrollo de productos y sistemas descritos en el estándar 2. Estas habilidades se desarrollan mejor en contextos de práctica profesional de la ingeniería. La naturaleza y el alcance de la formación del profesorado pueden variar con los recursos e intenciones de los distintos programas e instituciones. Como ejemplos de acciones que mejoran las competencias docentes en este sentido pueden citarse: licencias profesionales a los profesores para trabajar en la industria, asociación con colegas de la industria en proyectos de investigación y educación, inclusión de la experiencia práctica en ingeniería como criterio para la contratación y promoción del profesorado, experiencias de desarrollo profesional en la universidad.

Justificación: Se espera del profesorado que sea capaz de desenvolverse en un plan de estudios que contiene competencias personales, de relaciones interpersonales y conocimientos sobre desarrollo de productos y sistemas, y que lo haga de forma integrada con los conocimientos disciplinares tal como se describe en los estándares 3, 4, 5 y 7. Pese a que las instituciones que constituyeron el núcleo inicial de la iniciativa CDIO tienen una fuerte tradición de interacción con la industria, se constató que muchos profesores de ingeniería, incorporados a la carrera docente a partir de los años 80 presentan carencias en este aspecto. Son expertos en la base de conocimiento de sus respectivas disciplinas a nivel de investigación pero tienen una experiencia muy limitada en la práctica de la ingeniería en entornos empresariales e industriales (Crawley et al., 2007). Por otra parte, el ritmo de innovación tecnológica requiere de una actualización continua de los conocimientos y habilidades en ingeniería. Los profesores necesitan mejorar y actualizar sus conocimientos y habilidades en ingeniería para poder proporcionar ejemplos relevantes a los estudiantes y también servirles como modelos de ingenieros contemporáneos.

Evidencias:

- La mayoría de los profesores poseen competencias personales, interpersonales y de desarrollo de productos y sistemas. Se demuestra, por ejemplo, por la observación y mediante autoinformes.
- Un elevado número de profesores tiene experiencia en la práctica de la ingeniería.
- La Universidad contempla el desarrollo profesional del profesorado en estas habilidades en sus políticas de evaluación y contratación.
- Existe un compromiso de asignación de recursos para el desarrollo del profesorado en estas competencias
- Cada año académico, se lleva a cabo una recogida de información sobre la formación continua del profesorado.
- Hay un plan para desplazar una parte del profesorado a la industria durante un periodo de tres meses para aprender y trabajar allí.
- Actualmente, hay un programa de desarrollo del profesorado de la universidad del profesor, en el que los profesores están obligados a completar un curso de formación inicial sobre la docencia en la educación superior (400 horas). Incluye formación específica sobre comunicación, gestión de proyectos y gestión de la diversidad del alumnado.
- La capacidad del profesorado en el desarrollo de competencias personales, interpersonales y de desarrollo de productos y sistemas se ven reforzadas por la formación en metodología de proyectos, la participación en proyectos de investigación en cooperación con la industria, y la supervisión de tesis realizadas en la industria.
- El programa cuenta con un sistema de calidad en el que el profesorado se reúne regularmente con representantes de la industria para discutir sobre las competencias personales, interpersonales, y desarrollo de productos, procesos y sistemas, entre otros temas.
- Los métodos de evaluación proporcionan evidencias de la eficacia del profesorado en relación con el aprendizaje de las competencias personales, interpersonales y de desarrollo de productos, procesos, y sistemas por parte de los estudiantes.
- La competencia docente colectiva en el desarrollo de las competencias personales, interpersonales y de desarrollo de productos, procesos y sistemas se evalúa regularmente como parte del proceso interno de revisión periódico y mejora.

Estándar 10 - Mejora de las competencias docentes del profesorado

Acciones que mejoren las competencias docentes del profesorado respecto a la capacidad de generación de experiencias de aprendizaje integradas, al uso de métodos activos de aprendizaje y a la evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

Descripción: Un programa basado en CDIO ofrece apoyo al profesorado para que pueda mejorar sus competencias en experiencias de aprendizaje integrado (estándar 7), de aprendizaje activo (estándar 8), y en la evaluación del aprendizaje de los estudiantes (estándar 11). La naturaleza y el alcance de las prácticas de desarrollo del profesorado pueden variar con los programas e instituciones. Como ejemplos de acciones que mejoran las competencias docentes en este sentido pueden citarse: el apoyo a la participación del profesorado en programas internos y externos de formación del profesorado, los foros para compartir ideas y buenas prácticas y el énfasis en las evaluaciones de la calidad de la actividad docente y el uso de las competencias docentes como criterio de contratación.

Justificación: Si se espera de los profesores que enseñen y evalúen de una forma nueva, tal como se describe en los estándares 7, 8 y 11, necesitan oportunidades para desarrollar y mejorar estas habilidades. Muchas universidades tienen programas y servicios de desarrollo del profesorado que podrían estar dispuestos a colaborar con los profesores del programa CDIO. Además, si un programa CDIO desea hacer hincapié en la importancia de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, debe asignar los recursos adecuados para el desarrollo del profesorado en estas áreas.

Evidencias:

- La mayoría de los profesores poseen competencias en los nuevos métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Se demuestra, por ejemplo, por la observación y mediante autoinformes.
- La Universidad contempla el desarrollo profesional del profesorado en estas habilidades en sus políticas de evaluación y contratación.
- Existe un compromiso de asignación de recursos para el desarrollo del profesorado en estas competencias.
- Se lleva a cabo una encuesta anual para comprobar que los profesores se comprometen con la formación continua.
- Las competencias docentes y la formación del profesorado son partes obligatorias del proceso de contratación.
- La profesionalización del personal docente en innovación educativa es un elemento clave dentro del plan de desarrollo educativo. El personal del Departamento de formación del profesorado lleva a cabo talleres sobre el aprendizaje activo y experimental y el diseño de métodos de evaluación de competencias genéricas.
- Todos los profesores han recibido formación y materiales de soporte con respecto a la organización del proyecto educativo, la evaluación de proyectos, la gestión de grupos de trabajo y la gestión de conflictos entre los estudiantes en grupos de proyecto.
- Uno o más miembros del profesorado han sido designados dentro de cada departamento para iniciar el proceso de innovación educativa. El departamento tiene planes e informes de actividades que demuestran que se han llevado a cabo acciones para tal fin.
- Las evaluaciones del curso proporcionan evidencias de las competencias individuales del profesorado en la enseñanza, el aprendizaje y los métodos de evaluación.
- Los profesores escriban notas reflexivas que se utilizan en los planes específicos para mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en los cursos de pregrado.
- La competencia del profesorado en la enseñanza, el aprendizaje y los métodos de evaluación se evalúa periódicamente como parte de un proceso permanente de mejora, en el que se hacen sugerencias para el desarrollo de las competencias del profesorado.

Estrategias de formación del profesorado en el modelo CDIO

Ejemplos extraídos de instituciones con un proceso de implementación consolidado

En el capítulo 8 (Adapting and Implementing a CDIO approach) del libro de Crawley et al. (2007) se expanden y comentan las descripciones contenidas en los estándares, las que se han transcrito en el apartado anterior. Respecto al estándar 9 (competencias específicas de la ingeniería) se muestran algunos ejemplos: ante la dificultad que pueden tener algunos sistemas universitarios para imponer la experiencia profesional como condición de contratación de nuevo profesorado se propone incorporar en la plantilla solamente algunas personas con experiencia industrial relevante para que hagan de mentores de los demás, o potenciar la figura del profesor asociado a tiempo parcial (bien entendida). En algunos casos, envían a los profesores recién contratados a incorporarse durante un año a una empresa, y adoptan medidas que impiden que ese año les perjudique en el cálculo de los indicadores de la actividad investigadora. Un ejemplo relevante es el de la universidad de Turku, que consiguió financiación externa para poder ejecutar esta práctica. Por lo que respecta a la formación del profesorado en competencias genéricas, aparte de los cursos normalmente impartidos por los centros de desarrollo del profesorado de las propias universidades, muchas empresas (sobre todo las grandes) tienen cursos sobre gestión de proyectos, liderazgo, gestión de equipos, herramientas de diseño, ... que, mediante un acuerdo, pueden ser impartidos también a profesores o grupos de profesores. Por lo que respecta a las licencias o años sabáticos en empresas, el texto hace hincapié en la necesidad de dejar claras las condiciones de la licencia y de llevar a cabo un seguimiento por parte de la coordinación del programa para que el retorno sea relevante. Otra modalidad consiste en incluir un cierto grado de flexibilidad en la contratación como para permitir la incorporación atípica (en duración y dedicación) de profesionales distinguidos. Dos ejemplos son el *Visiting Professor's Scheme*, en el Reino Unido o el *Professor of the Practice* en el MIT.

Por lo que respecta a la formación del profesorado en competencias genéricas personales e interpersonales, así como en metodologías docentes activas, la técnica más extendida es el programa de formación inicial del profesorado. Podemos citar como ejemplos el que se imparte en DTU, que no está exclusiva ni explícitamente orientado a la metodología CDIO pero que es coherente con ella e incluso se ha desarrollado un manual sobre metodología CDIO para el profesor (Vigild, 2009) (en danés), y el que se lleva a cabo en KTH, que sí está basado explícitamente en los postulados de CDIO.

En la CDIO International Conference del año 2009, en Singapur, se presentó un estudio comparativo de diversos modelos de desarrollo del profesorado dentro del modelo CDIO (Kozanitis et al., 2009). Compila información de cinco instituciones: l'École Polytechnique de Montréal (EPM), el Singapore Polytechnique (SP), la Queen's University of Belfast (QUB), el Royal Institute of Technology de Stockholm (KTH) y el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Los autores, pertenecientes a las cinco instituciones, concluyen que el éxito de los programas de desarrollo del profesorado depende fuertemente del soporte continuado de la dirección de las respectivas universidades y de su compromiso de destinar recursos. Coinciden también en la necesidad de un curso de formación inicial, típicamente de un año de duración y de un plan de mejora continua. Es necesario también disponer de un servicio de soporte al profesorado en el diseño y mejora de las asignaturas y las actividades formativas y, finalmente, en la necesidad de disponer de un entorno de aprendizaje estimulante y de intercambio de experiencias entre los docentes.

La tabla 3 está adaptada de la tabla 1 del citado artículo. Compara los modelos de desarrollo del profesorado de las cinco instituciones estudiadas. Se completa a continuación con información de los modelos de la Technical University of Denmark (DTU) (Crawley et al., 2007, Christiansen et al., 2010) de la Turku University of Applied Sciences (TUAS) (Kontio, 2009) y de la Chalmers University of Technology (Malmqvist et al., 2010).

Institución	Naturaleza	Estructura	Formato	Evaluación requirements
SP	Obligatorio	12 meses en 3 partes	Grupo	Portfolio
EPM	Obligatorio. Institucional a nivel de la Universidad	12 meses	Individual	No
QUB	Obligatorio para el personal Nuevo. Institucional a nivel de la Universidad	12 meses con módulos de 2 semanas. Sesiones de 1 día completo y de ½ día.	Grupo (70 personas)	Trabajo escrito, Pasa/no pasa
KTH	Necesario para la estabilización. Institucional a nivel de la Universidad.	10 semanas a tiempo completo, dividido en módulos. 14 módulos de ½ día en un semestre. Reuniones semanales	Grupo (35 personas)	Asistencia obligatoria. 3 actividades de evaluación.
MIT	Opcional	Workshops	Grupo	No

Tabla n. 3. Adaptada de la tabla 1 de(Kozanitis et al., 2009). Compara los modelos de desarrollo del profesorado de las instituciones estudiadas.

En la Technical University of Denmark (DTU) (Crawley et al., 2007, Christiansen et al., 2010), hay dos cursos obligatorios para el profesorado en formación, a cursar en los tres primeros años: “Learning and Teaching”, de 50 horas y “Didactics and Methodics” de 200 horas. Se imparten en módulos de 7-14 horas. Cada profesor tiene además una reunión anual con el director del departamento donde se discuten sus necesidades individuales y la oportunidad de participar en cursos del departamento de desarrollo del profesorado o del de recursos humanos (gestión y liderazgo). Como se ha dicho anteriormente, han desarrollado un manual específico para la adopción de la metodología CDIO. En la Turku University of Applied Sciences (TUAS) (Kontio, 2009) han complementado los cursos tradicionales para el profesorado con un conjunto de cursos específicos sobre aprendizaje activo, consistente en cuatro días de sesiones presenciales y un trabajo en equipo (grupos de 6 profesores). De forma similar a la de DTU, la formación del profesorado en Chalmers (Malmqvist et al., 2010) depende del centro de desarrollo del profesorado (metodología) y del de recursos humanos (gestión académica, gestión de proyectos). Los profesores noveles deben obtener un “Diploma of Higher Education” para poder progresar en la carrera docente. En cada curso pueden tener una carga de trabajo de 120 a 240 horas y deben completar 400 para obtener el diploma. Los departamentos promueven cursos de formación continuada en competencias específicas, normalmente de 20 horas. En (Malmqvist et al., 2010), los responsables de la implantación de la metodología CDIO en Chalmers resaltan la importancia de disponer de una planificación completa de la formación en competencias del profesorado para evitar que el sistema sea dependiente de un número reducido de personas y por tanto vulnerable al hecho de que algunas de ellas cambien de universidad.

Implementación del modelo CDIO en los planes de estudio de los títulos de grado en la ETSETB

A la hora de definir los nuevos planes de estudio de grado de la ETSETB (Bragós et al., 2010), en particular la inclusión del aprendizaje por competencias y la inserción de las competencias genéricas, se tuvieron en cuenta las definidas por la UPC y los correspondientes materiales de soporte preparados por el ICE, los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y los diversos listados de competencias (CDIO, ABET, Tuning, ...). Una vez identificado el modelo CDIO como el más completo, se diseñó el plan de estudios de acuerdo con sus estándares y se estudió la correspondencia entre las 7 competencias UPC:

1. Emprendeduría e innovación.
2. Sostenibilidad y compromiso social.
3. Tercera lengua (inglés).
4. Comunicación eficaz oral y escrita.
5. Trabajo en equipo.
6. Uso solvente de los recursos de información.
7. Aprendizaje autónomo.

Teniendo en cuenta el desarrollo de sus objetivos en tres niveles y el Syllabus CDIO en su versión I. Resumiendo el proceso, en la figura 1 (Adaptada de (Crawley et al., 2007)) se pueden ver las competencias genéricas CDIO agrupadas en dos columnas, de forma que definen un bloque común (izquierda) que, combinado con las específicas de la columna central, dan lugar a los distintos perfiles profesionales de la ingeniería (derecha). Se ha marcado con elipses de color naranja las competencias que, aunque parcialmente, se cubren con las que propone el Marco UPC, y se identifican con elipses verdes dos grandes grupos [engineering reasoning and problem solving, experimentation, system thinking] y [conceiving, designing, implementing, operating]. Estas competencias deberían cubrirse para poder abarcar todos los perfiles profesionales. Se han definido pues 3 competencias adicionales a las propuestas por la UPC de acuerdo con estos criterios y, en su desarrollo a 3 niveles, se han tenido en cuenta los descriptores de los distintos marcos que se mencionan en este documento, en especial el de CDIO. Las tres competencias adicionales que se propusieron son:

8. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
9. Capacidad para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
10. Experimentalidad y conocimiento de la instrumentación.

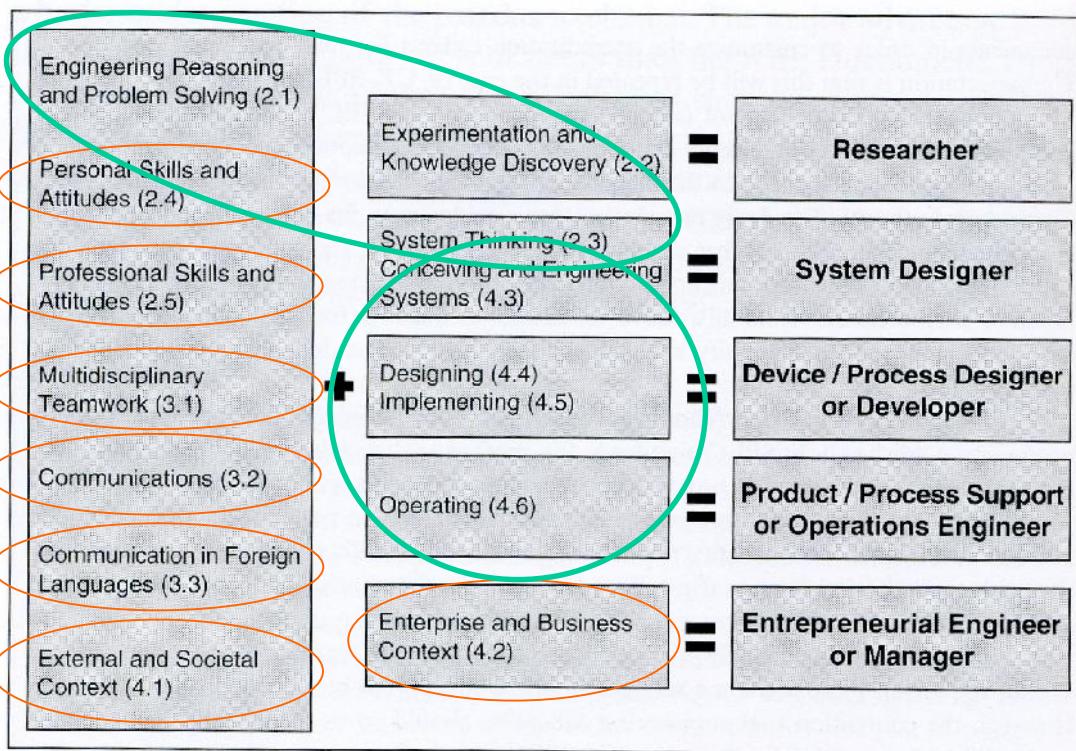


Figura n.1. Adaptado de (Crawley et al., 2007), figura 3.6. Combinaciones de competencias genéricas que dan lugar a los distintos perfiles profesionales identificando las que están parcialmente cubiertas por el marco UPC (naranja) y las áreas a cubrir por las nuevas competencias específicas de la ETSETB (verde).

A modo de ejemplo, y para que pueda entresverse las competencias que van a ser necesarias para el profesorado, se incluye a continuación el desarrollo a tres niveles de los objetivos de la competencia genérica 9.- *Capacidad para concebir, diseñar, implementar y operar sistemas complejos en el ámbito de las TIC.*

Definición: Capacidad para cubrir el ciclo de vida completo (concepción, diseño, implementación y operación) de un producto, proceso, sistema o servicio en el ámbito TIC. Esto incluye la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de la especialidad, el conocimiento de las materias básicas y tecnologías, la toma de decisiones, la dirección de las actividades objeto de los proyectos, la realización de mediciones, cálculos y valoraciones, el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento, la valoración del impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas adoptadas, la valoración económica y de recursos materiales y humanos involucrados en el proyecto, con una visión sistémica e integradora.

Objetivos por niveles

9.1 (elemental) – Identificar las funciones de la ingeniería y los procesos involucrados en el ciclo de vida de un producto, proceso o servicio. Valorar la necesidad de la sistematización del proceso de diseño. Identificar e interpretar los pasos de un documento de especificación del proceso de diseño (PDS). Completar y mejorar documentos de especificación y planificación. Aplicar un proceso de diseño sistemático en sus fases de implementación y operación. Elaborar informes de progreso de un proceso de diseño. Manejar herramientas de apoyo a la gestión de proyectos. Elaborar un informe final correspondiente a un proceso de diseño sencillo. Conocer los aspectos económicos básicos asociados al producto – proceso-servicio que se está diseñando.

9.2 (*medio*) – Identificar las necesidades del usuario y elaborar una definición de producto-proceso-servicio y unas especificaciones iniciales. Elaborar una especificación del proceso de diseño. Diseñar y seguir un modelo de gestión del proceso de diseño basado en un estándar. Conocer profundamente los pasos asociados a las fases de diseño, implementación y operación. Utilizar de forma coherente los conocimientos y herramientas adquiridos en las diferentes materias en el proceso de diseño e implementación. Evaluar y proponer mejoras al diseño realizado. Evaluar la aplicación de la legislación, normativa y regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.

9.3 (*avanzado*) – Identificar las necesidades y oportunidades del mercado. Recoger información que permita elaborar las especificaciones de un nuevo producto proceso o servicio. Elaborar un plan de negocio básico. Concebir un nuevo producto, proceso o servicio. Elaborar y llevar a cabo la planificación de un proceso de diseño. Llevar a cabo las diferentes fases de un proceso de diseño.

Se usó un enfoque mixto para integrar las competencias definidas por la UPC y por el Syllabus CDIO en los programas: Por un lado, se definieron los itinerarios de competencias con la participación de todas las asignaturas. Cada una puede contribuir al aprendizaje de varias competencias en un determinado nivel (elemental, medio y avanzado) y debe contribuir activamente al desarrollo y evaluación de dos de ellas. Por otro lado, se han dispuesto cuatro asignaturas específicas basadas en proyectos a lo largo de los planes de estudio, en el segundo semestre de cada curso académico. Todas ellas incluyen actividades de diseño e implementación y permiten el desarrollo natural de múltiples competencias aunque tienen el encargo específico de evaluar cuatro de ellas. La asignatura de primer curso es una introducción a la ingeniería. El proyecto incluido en la asignatura Introducción a la Ingeniería es parcialmente guiado y tiene una complejidad baja, pero tiene un enfoque amplio. Los alumnos, en grupos de 3-4 estudiantes parten de unas especificaciones de cliente a nivel de sistema, y tienen que diseñar algunas partes del sistema, construirlo y definir una idea de negocio basada en un dispositivo similar. Por otro lado, el proyecto de segundo año (Proyecto Básico de Ingeniería) tiene una mayor dificultad técnica y hace hincapié en la estructura modular de los sistemas TIC complejos. Se parte de unos requerimientos de cliente y se lleva a cabo una descomposición del sistema en bloques y la traducción de requerimientos en especificaciones de cada bloque en sesiones participativas con los estudiantes, guiadas por el profesor. Todos los estudiantes deben conocer la estructura del conjunto y las especificaciones de los interfaces entre los bloques, pero los equipos de trabajo de cada grado (3-4 estudiantes) se concentran en uno de los componentes del sistema. Pese a estar el segundo curso en el bloque común, la estructura de los grupos de laboratorio permite que los estudiantes puedan escoger el subsistema de acuerdo con el grado en el que se han matriculado y en el que se especializarán en el tercer y cuarto curso (electrónica, telemática, sistemas audiovisuales o sistemas de telecomunicaciones). En el proyecto de tercer año (Proyecto Avanzado de Ingeniería), grupos de trabajo grandes (9-12 estudiantes) acometen el diseño de un sistema completo, incluyendo su plan de negocio. Se debe concebir el producto, definir la estructura de bloques y los paquetes de trabajo, que se distribuyen entre los subgrupos de 3 estudiantes. Estos deben diseñar e implementar los subsistemas, integrarlos y definir un plan de negocio basado en el producto.

Por lo que respecta a la metodología docente dentro de las asignaturas de proyectos, se ha intentado encontrar un equilibrio entre la metodología PBL orientada a contenidos y el proyecto orientado a contexto, que cuadra más con el modelo docente de la Escuela, en el que las asignaturas de proyectos apoyan a las demás y no las sustituyen. La finalidad es proveer un contexto próximo al ejercicio profesional de la ingeniería, evitando el uso indiscriminado de metodologías que pueden ser efectivas para el aprendizaje de contenidos dentro de los proyectos, pero que resultan algo artificiales si las comparamos con las prácticas profesionales.

El diseño del plan de estudios fue presentado a la iniciativa CDIO como material de soporte a la candidatura de nuestro centro para formar parte del consorcio en la conferencia

internacional de 2009, siendo aceptada por el CDIO Council en julio del mismo año. Desde entonces hemos participado en todas las conferencias internacionales y reuniones regionales (a nivel de Europa) y hemos conseguido la organización de la conferencia internacional de 2014.

Metodología de formación del profesorado empleada en la ETSETB: El itinerario formativo.

La ETSETB de la UPC se encuentra en el tercer año de implementación de los nuevos grados. La adopción del modelo CDIO se llevó a cabo a nivel de Escuela y no de Universidad, por tanto, no ha habido incidencia de las bases del modelo en los cursos de formación para el profesorado tal como ha sucedido en otras instituciones. Por lo que respecta a la actualización de las metodologías docentes y a la inserción de las competencias genéricas, ha habido una oferta importante de cursos y talleres por parte del ICE de la UPC y se ha doblado el número de profesores de la Escuela que han seguido estos cursos respecto a la etapa previa a la reforma de los planes de estudio. Sin embargo, el colectivo de profesores que sigue estos cursos es reducido, dado que son voluntarios y que la proporción de profesores que ha seguido cursos de formación inicial es baja. Para paliar este déficit, se ha establecido un método de entrada gradual del profesorado en las asignaturas de proyectos y una modalidad de *peer-learning* al que llamamos itinerario de proyectos. En el curso 2009-2010 se empezó la implantación de los nuevos grados con dos grupos de estudiantes de sólo dos de los cinco grados, entrando los demás en el curso siguiente. Esto ha permitido una adaptación gradual.

Se partió de la selección de un grupo inicial de cinco profesores que habían estado en la industria o bien tenían una colaboración con la industria muy intensa, actuando como consultores o incluso habiendo creado empresas spin-off. Este grupo ha diseñado e impartido por primera vez cada una de las asignaturas de proyectos de los tres primeros cursos de los grados de Ingeniería Electrónica e Ingeniería de Sistemas Audiovisuales con la primera cohorte de estudiantes. La idea básica del itinerario de proyectos es que un profesor que quiera impartir el Proyecto Avanzado de tercer curso debe haber pasado previamente por el Proyecto Básico de segundo curso y la Introducción a la Ingeniería de primer curso. Se asegura así la coherencia metodológica entre los tres proyectos y el conocimiento por parte de los profesores de la evolución de los estudiantes por lo que respecta a la adquisición de las competencias. Otra característica relevante es que, la primera vez que un profesor imparte una de estas asignaturas, está acompañado de otro profesor que ya lo ha hecho previamente. Así, del grupo inicial de 5 profesores se pasó a 14 el segundo año y a 21 el tercero. Se estima que, en régimen permanente, cuando se establezca el número de alumnos por curso en todos los cursos de todos los grados, serán necesarios alrededor de 40 profesores que hayan llevado a cabo el itinerario de proyectos. Antes del inicio de cada cuatrimestre se llevan a cabo reuniones y sesiones de formación (alrededor de 4 sesiones de 2 horas) para el grupo de profesores nuevos, llevadas a cabo por los que ya han realizado la asignatura.

Por lo que respecta a los profesores que imparten asignaturas convencionales, a los que, según la estructura mixta que se ha diseñado, se les pide que desarrollen y evalúen actividades formativas sobre dos competencias genéricas, se llevan a cabo dos reuniones semestrales (o una reunión y una recogida de información remota) para recabar e intercambiar información sobre las actividades realizadas. Esto ejerce un efecto de contagio sobre los profesores inicialmente reacios a este tipo de actividades. Se espera que la permeabilización ejercida por los profesores de estas asignaturas que también participan en asignaturas de proyecto contribuya a una mejora efectiva de los resultados del aprendizaje en las competencias genéricas. Es un método lento pero posibilista en un marco en que existe una reticencia inicial a la renovación metodológica y en el que la formación continua del profesorado no es obligatoria.

Discusión y conclusiones

Se ha sesgado intencionadamente el contenido de este artículo hacia las competencias del profesorado más específicas de la ingeniería, ya que no suelen estar descritas en otros materiales. Recientemente se han presentado los resultados del proyecto interuniversitario “Identificación, desarrollo y evaluación de competencias docentes en la aplicación de planes de formación dirigidos a profesorado universitario”, coordinado por Imma Torra, directora del ICE de la UPC. En este proyecto se han recogido las opiniones del profesorado mediante encuestas masivas llevadas a cabo en las ocho universidades públicas catalanas. Se identifican los siguientes grupos de competencias del profesorado:

- Competencia Interpersonal
- Competencia Metodológica
- Competencia Comunicativa
- Competencia de Planificación y Gestión de la Docencia
- Competencia de Trabajo en Equipo
- Competencia de innovación

Estas competencias, cuyo contenido se detalla en el informe del proyecto (Torra, 2011) cubren sobradamente las que son necesarias según el estándar 10 de la iniciativa CDIO (Mejora de las competencias docentes del profesorado) pero, como la mayoría de conjuntos de competencias, dejan fuera las que son específicas de la ingeniería, siendo genéricas dentro de éste ámbito. Puede argumentarse que son competencias específicas y que, como tales, quedarían cubiertas por contenidos de asignaturas. No es esta la opinión del autor. Responden a cualquiera de las definiciones válidas de una competencia genérica, dentro del ámbito de la ingeniería, y en los programas que intentan cubrirlas con asignaturas específicas (oficina técnica, asignaturas clásicas de proyecto), la percepción de los estudiantes y los resultados del aprendizaje dejan mucho que desear. Como todas las competencias genéricas, se promueven con mayor éxito si las actividades formativas asociadas forman parte del contexto más que del contenido de las asignaturas. Tampoco es la opinión de la iniciativa CDIO. Están definidas explícitamente en el cuarto grupo de competencias del Syllabus de CDIO y su desarrollo se asegura con el cumplimiento del estándar 9 (Mejora de las competencias en CDIO del profesorado). La mejora en esta dirección pasa por la adopción de medidas que, sin olvidar las demás competencias genéricas y sin renunciar al notable nivel en conocimiento fundamental y avanzado que se ha alcanzado en las últimas décadas, incrementen las propias competencias genéricas en ingeniería del profesorado:

- Tener en cuenta la experiencia industrial relevante en el proceso de contratación de nuevo profesorado
- Promover licencias del profesorado en la industria
- Crear cursos específicos de formación sobre este grupo de competencias
- Promover actividades de intercambio de experiencias con la industria, por ejemplo aprovechando proyectos de transferencia de tecnología, pero incluyendo aspectos metodológicos.
- Incorporar algunos profesores con experiencia profesional relevante que puedan mentorizar a otros e incidir en el diseño de las asignaturas.
- Promover seminarios y sesiones formativas para profesores y estudiantes impartidas por profesionales en ejercicio

Algunas de estas medidas son poco compatibles con el perfil de profesor estable en España y con los métodos usuales de contratación de personal docente, pero en los países en que no tienen estas restricciones, las aplican con buenos resultados. La figura del profesor asociado a tiempo parcial, aplicada correctamente, permite solventar parcialmente las necesidades en este sentido, pero para la adecuada orientación e implementación de los programas, es necesario que haya profesores en toda la escala que cubran los perfiles descritos. Afortunadamente, no es necesario que sean todos ni mucho menos. En el entorno CDIO suele ponerse el 30% como una proporción deseable. Un plan de estudios mixto, como el que se ha diseñado en la ETSETB, permite la coexistencia de perfiles complementarios y creemos que puede ser un marco adecuado para disponer a medio plazo de un conjunto suficiente de profesores que posean no sólo las competencias genéricas más comúnmente descritas y la capacidad de transmitir las, sino también aquellas competencias más específicas de la ingeniería. El hecho de que estos profesores participen no sólo en las asignaturas de proyectos sino, por supuesto también, en las demás asignaturas, debería facilitar una permeabilización de las competencias genéricas y de las metodologías de aprendizaje activas hasta llegar a una situación de equilibrio.

Referencias bibliográficas

- Bragós, R., Alarcón, E., Cabrera, M., Calveras, A., Comellas, J., O'callaghan, J., Pegueroles, J., Prat, L., Sáez, G., Sardà, J. and Sayrol, E. (2010). Proceso de inserción de competencias genéricas en los nuevos planes de estudios de grado de la ETSETB-UPC de acuerdo con el modelo CDIO. *Actas de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, TAAE'2010*.
- CDIO (2004). The CDIO Standards. <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>
- Christiansen, B.L., Jensen, L.B., Krogsboll, A., Willumsen, L. (2010). Sustaining momentum when implementing CDIO in a set of study programs. *Proceedings of the 6th CDIO International Conference*. Montréal.
- Crawley, E. F. (2001). The CDIO Syllabus. A Statement of Goals for the Undergraduate Engineering Education. MIT CDIO Report #1. http://www.cdio.org/files/CDIO_Syllabus_Report.pdf
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education: the CDIO approach*. New York, USA: Springer.
- Crawley, E.F., Malmqvist, J., Lucas, W.A., Brodeur, D., (2011). The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education. *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*, Technical University of Denmark, Copenhagen. http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf
- Kontio, J. (2009). Active learning training for the faculty: a case study. *Proceedings of the 5th CDIO International Conference*. Singapore.
- Kozanitis, A., Leong, H., Huay, W.K., Singh, M.N., Hermon, P., Edström, K., Lei, H. (2009). Exploring different faculty development models that support CDIO implementation. *Proceedings of the 5th CDIO International Conference*. Singapore.
- Malmqvist, J., K. Edström, S. Gunnarsson and S. Östlund (2005). Use of CDIO Standards in Swedish national evaluation of engineering education programs. *Proceedings of the 1st Annual CDIO Conference*. Kingston, Ontario.
- Malmqvist, J., Bankel, J., Enelund, M., Gustafsson, G., Wedel, M.K. (2010). Ten years of CDIO-experiences from a long-term education development process. *Proceedings of the 6th CDIO International Conference*. Montréal.

- Torra, I. (2011). Identificación, desarrollo y evaluación de competencias docentes en la aplicación de planes de formación dirigidos a profesorado universitario. <http://www.upc.edu/ice/>
- Vigild, M. (2009). Handbog for CDIO pa DTU's diplomingeioruddannelser. Danmarks Tekniske Universitet. http://www.dtu.dk/upload/administrationen%20-%20101/aus/cdio/cdio_h%C3%A5ndbog_endelig.pdf

Cita del artículo:

Bragós Bardía, R. (2012). Las competencias del profesorado en el entorno CDIO. REDU – Revista de Docencia Universitaria, Número monográfico dedicado a *Competencias docentes en la Educación Superior*. 10 (2), pp. 57-73. Recuperado el (fecha de consulta) en <http://redaberta.usc.es/redu>

Acerca del autor



Ramon Bragós Bardia

Universitat Politècnica de Catalunya

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

Mail: rbb@eel.upc.edu

Ingeniero de Telecomunicación (1991) y Dr. en Ingeniería de Telecomunicación (1997) por la UPC. De 1991 a 1998 fue profesor asociado y desde 1998 es profesor titular en el Dept. de Ingeniería Electrónica de dicha universidad. Es miembro del grupo de Instrumentación Electrónica y Biomédica y lleva a cabo su investigación en el campo de las aplicaciones biomédicas de la espectroscopia de impedancia eléctrica. Está adscrito a la ETS de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona de la que ha sido subdirector de laboratorios de 2007 a 2009 y es subdirector de innovación docente desde 2009. Coordina la implantación del modelo CDIO en los planes de estudio de la ETSETB. Es corresponsable del grupo de interés en laboratorios virtuales y remotos (GiLabViR) del proyecto RIMA del ICE de la UPC.

