

# Capítulo 21

## Competencias Profesionales del Grado en Ingeniería Informática

Fermín Sánchez, María-Ribera Sancho, Pere Botella *Member IEEE*, Jordi García, Tomás Aluja, Juanjo Navarro y José Luis Balcázar

**Title**—Professional skills for undergraduate degree in Informatics Engineering.

**Abstract**—Degrees in the EHEA (European Higher Education Area) must be designed based on professional skills, so that when the students finish their studies they become competent professionals in the labour market. In this paper we propose a weighted list of skills for a undergraduate degree in Informatics Engineering, classified into two groups: technical and generic. Technical skills are divided into five different itineraries: computer engineering, computer science, information systems, information technologies and software engineering.

**Keywords**—Professional skills, undergraduate degree in Informatics Engineering, undergraduate degree in computing, specialities, itineraries.

Este trabajo fue presentado originalmente a las XIV Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2008

Fermín Sánchez está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (teléfono: +34 934017234, fax: +34 934017055, email: fermin@ac.upc.edu).

María-Ribera Sancho está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, España. (email: ribera@lsi.upc.edu).

Pere Botella está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, España. (email: pere.botella@upc.edu).

Jordi García está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (email: jordig@ac.upc.edu)

Tomás Aluja está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Estadística e Investigación Operativa, España. (email: tomas.aluja@upc.edu)

Juanjo Navarro está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (email: juanjo@ac.upc.edu)

José Luis Balcázar está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, España. (email: balqui@lsi.upc.edu)

**Resumen**— Los planes de Estudios del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) deben ser diseñados a partir de competencias profesionales, de forma que al final de sus estudios el egresado se convierta en un profesional competente en el mercado laboral. En este artículo se propone una lista de competencias ponderada para un título de Grado en Ingeniería Informática clasificadas en dos grupos: transversales y técnicas. Dentro de las técnicas se definen cinco itinerarios distintos: computación, ingeniería de computadores, ingeniería del software, sistemas de información y tecnologías de la Información.

**Palabras Clave**—Competencias profesionales, Grado en Ingeniería informática, especialidades, itinerarios.

### I. INTRODUCCION

EL Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) estructura los estudios universitarios en tres ciclos: Grado, Máster y Doctorado. Todos los planes de estudios deben elaborarse a partir de competencias profesionales [1] y estar centrados en el aprendizaje del alumno. En España, el Real Decreto por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales [2] define que la duración de los estudios de Grado será de 240 créditos, equivalentes a cuatro años.

Se han realizado muchos estudios sobre las competencias profesionales que debe tener un titulado con un determinado nivel académico. En Europa, los descriptores de Dublín [3] definen el conjunto de competencias de un titulado de un determinado nivel (y aparecen, de hecho, reflejados en el Real Decreto [2] como la lista de competencias a desarrollar por los titulados):

- Poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos

aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

- Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- Tener aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- En Estados Unidos, el referente para definir las competencias profesionales son los criterios ABET [4]:
- Capacidad de aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.
- Capacidad de diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar los resultados.
- Capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para alcanzar el objetivo deseado.
- Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinares.
- Capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Tener responsabilidad y ética profesional.
- Capacidad de comunicación efectiva.
- Disponer de una educación suficientemente amplia para entender el impacto de una solución “de ingeniería” en un contexto social y global.
- Reconocimiento de la necesidad y la capacidad de aprendizaje a lo largo de toda la vida.
- Conocimiento de productos (issues) actuales.
- Capacidad de usar las técnicas, habilidades y herramientas de ingeniería modernas para la práctica de la ingeniería.

Los planes de estudios del EEES deben establecer un modelo académico que conduzca a la formación de profesionales con los perfiles demandados y las competencias profesionales requeridas por la sociedad, y garantizar que el egresado se convierta en un profesional competente en el mercado laboral que le rodea.

El proyecto Tuning [1] define una metodología para diseñar las estructuras y los contenidos de unos estudios universitarios a partir de competencias profesionales. En [5] se describe una estrategia específica para diseñar un plan de estudios del EEES, especialmente orientado al Grado de Ingeniería Informática, usando la metodología Tuning.

En este artículo se presenta una lista de competencias profesionales propuestas por la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) para la titulación de Grado en Ingeniería Informática.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: la Sección 2 reflexiona sobre los objetivos de un Grado en Ingeniería Informática. La Sección 3 diserta sobre las competencias profesionales. Las competencias propuestas por la CODDI se detallan en la Sección 4. La Sección 5 presenta

la propuesta de los autores para un Grado en Ingeniería Informática. La Sección 6 expone el trabajo futuro que se pretende realizar y, finalmente, la Sección 7 concluye el artículo.

## II. REFLEXIONES SOBRE EL GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Sin duda, el punto de partida para elaborar un plan de Estudios de Grado en Ingeniería son las reflexiones hechas por la CODDI (Conferencia de Decanos y Directores de Informática) en el libro Blanco [6]. El documento define las competencias básicas que debe poseer un graduado/a en Ingeniería Informática y presenta una ponderación de diferentes materias, estableciendo la dedicación mínima del estudiante a cada una de ellas.

A nivel internacional deben considerarse, especialmente, las recomendaciones de los diferentes currículums de informática definidos por ACM/IEEE [7] en Estados Unidos y, en Europa, por ECET [8], la red temática Sócrates creada para incorporar la metodología Tuning [1] a los estudios de informática.

La FIB creó en febrero de 2007 una comisión, formada por los firmantes del presente artículo, cuyo objetivo era definir la lista de competencias profesionales del futuro Grado en Ingeniería Informática del centro. La comisión se ha reunido semanalmente desde entonces.

Por otra parte, la UPC creó diversas comisiones externas de expertos procedentes del mundo profesional (administración pública y empresa privada) y académico para que elaborasen un informe con recomendaciones para el diseño de los nuevos títulos. En el caso de la informática, destacan que la valoración actual de las empresas sobre los Ingenieros Informáticos de la UPC es muy positiva. Indican que poseen una muy buena formación técnica, pero detectan una falta en el desarrollo de ciertas competencias transversales. Los ámbitos donde consideran que debe hacerse mayor énfasis son: liderazgo, trabajo en equipo, habilidades de comunicación oral y escrita, metodología, dominio del inglés y desarrollo del espíritu innovador y emprendedor. Respecto a los nuevos títulos de Grado, realizan las siguientes recomendaciones:

- Incluir créditos de formación práctica en tecnologías punteras y recientes.
- Potenciar los proyectos en empresas.
- Potenciar el intercambio entre universidades.
- Potenciar la demanda, induciendo la revisión de la estructura del bachillerato y desarrollando un plan de comunicación conjuntamente con el resto de universidades.
- Valorar al ingeniero no sólo por su formación técnica, sino por su capacidad de visión global y de búsqueda de aportación de valor al negocio.
- Estudiar el enfoque de estudios de universidades de referencia (Europa y USA).
- El Grado debe ser identificable y reconocible entre distintas universidades europeas.
- Identificar los elementos de excelencia de cada universidad.

- Identificar claramente el título en cuanto a objetivo, programa y salidas profesionales.
- Diseñar los títulos considerando que los estudiantes estarán trabajando antes de finalizar sus estudios de Grado.
- Un Grado de cuatro años permite tres años genéricos más uno de especialización.
- Debe crearse un único título de Grado en Ingeniería Informática, ya que la diversificación podría agravar la situación por la dificultad de los estudiantes de bachillerato para identificar diferentes estudios de “informática”. Un único grado permite aglutinar a los profesionales del sector bajo un mismo título.
- Definir itinerarios prefijados. Además, el itinerario debería constar en el diploma.

El Decreto de Grado no prevé, sin embargo, la definición precisa de itinerarios. No obstante, disponer de ellos permite obtener un conjunto de ventajas frente a un Grado “generalista”:

- A la Facultad/Escuela le permite comparar los estudios con los realizados en otras universidades, y le ayuda a elaborar los horarios y gestionar los recursos con criterio académico.
- A los estudiantes les ayuda a seleccionar su perfil profesional y les permite planificar racionalmente su curriculum.

El mercado necesita graduados especializados con una buena base técnica, por lo que los itinerarios ayudan a clarificar la especialización. Por ello, deben ser establecidos a partir de competencias profesionales muy claras.

### III. COMPETENCIAS PROFESIONALES

Una competencia profesional es el conjunto de habilidades, actitudes y responsabilidades que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo y que capacitan para el desarrollo de una actividad profesional. Las competencias se clasifican en dos categorías:

- *Competencias transversales o genéricas*: son las que, pese a no estar relacionadas con los conocimientos técnicos propios de la titulación, debe poseer un titulado con ese nivel académico. Se clasifican a su vez en sistémicas, instrumentales e interpersonales.
- *Competencias técnicas o específicas*: son las relativas a los conocimientos técnicos propios de la titulación. Son más volátiles que las transversales. Se clasifican en conceptuales, procedimentales y profesionales.

Las asignaturas de una titulación deben estar definidas a partir de sus objetivos formativos. El conjunto de los objetivos de las asignaturas debe permitir al estudiante alcanzar las competencias definidas para la titulación. Las competencias tienen una granularidad bastante gruesa, por lo que para traducirlas correctamente a objetivos es preciso definir un nivel intermedio de una granularidad más fina, que se denomina atributos. Tan importante como definir una competencia y sus atributos es establecer la profundidad a la que deben desarrollarse. Una de las formas más extendidas de hacerlo es usar la taxonomía de Bloom [9], que define seis

niveles de competencia: Conocimiento, Comprensión, Aplicación, Análisis, Síntesis y Evaluación. Cada nivel exige haber superado el anterior, pese a que es posible la existencia de ambigüedades en el secuenciamiento de categorías. La taxonomía de Bloom presenta algunos problemas cuando se aplica a estudios técnicos. Se puede encontrar un estudio detallado al respecto en [10,11].

A modo de ejemplo, los atributos del nivel de conocimiento de la competencia “Capacidad de diseñar experimentos”, definida en los criterios ABET [4], serían los siguientes:

- Capacidad de reconocer modelos analíticos aplicables, posibles simuladores (físicos, digitales, otros), aparatos de prueba, bases de datos, modelos, etc.
- Capacidad de identificar la teoría aplicable y reconocer implicaciones históricas.
- Capacidad de describir diferentes técnicas de medida y alternativas basadas en coste, etc.
- Dar ejemplos de posibles interrupciones que pueden ocurrir mientras se realiza el experimento, y que podrían afectar a los resultados.
- Capacidad para debatir acerca de protocolos de experimentación y de laboratorio.
- Comprender la necesidad de “unidades apropiadas”.

En unos estudios de Grado debe alcanzarse como máximo el nivel de aplicación, mientras que en el Máster se pueden alcanzar los niveles de análisis y de síntesis y el nivel de evaluación queda reservado para el Doctorado.

En el plan de estudios debe establecerse una relación entre las competencias y las asignaturas [1,5]. Las competencias deben definirse en forma de atributos con su correspondiente nivel de competencia. Un mismo atributo puede desarrollarse en distintas asignaturas y una asignatura puede cubrir diferentes atributos con distintos niveles de competencia. Las asignaturas deben definirse a partir de objetivos formativos, generales y específicos [12], que deben tener una correspondencia directa con los atributos asignados. Estos objetivos deben estar también clasificados en técnicos y transversales, de forma que sea clara su correspondencia con las competencias que contribuyen a desarrollar [13].

### IV. COMPETENCIAS DEFINIDAS POR LA CODDI

A la hora de desarrollar una lista de competencias para un Grado en Ingeniería Informática, el primer paso consiste en analizar la bibliografía disponible. Una de las listas que debe servir de base es la diseñada por la CODDI [14].

- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas informáticos.
- Trabajar en un entorno multidisciplinar y multilingüe. Comunicar de forma efectiva, tanto por escrito como oralmente, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y, concretamente, de la Informática, conociendo su impacto socioeconómico.
- Asumir la responsabilidad social, ética, profesional y civil de la actividad del Ingeniero/a en Informática, así como

su papel en el ámbito de las TIC y de la Sociedad de la Información y del Conocimiento.

- Concebir, valorar, planificar y dirigir proyectos informáticos utilizando los principios y metodologías propios de la ingeniería, de gestión de recursos humanos y de economía.
- Diseñar, desarrollar, evaluar y asegurar la accesibilidad, ergonomía, usabilidad y seguridad de los sistemas, aplicaciones y servicios informáticos, así como de la información que proporcionan, conforme a la legislación y normativa vigentes.
- Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de aplicaciones y servicios informáticos de diversa complejidad.
- Interpretar, seleccionar, valorar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática y su aplicación, usando los fundamentos matemáticos, físicos, económicos y sociológicos necesarios.
- Concebir, desarrollar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones software con los niveles de calidad exigidos, empleando los métodos de la ingeniería del software y los lenguajes de programación más adecuados.
- Concebir, desarrollar, instalar y mantener sistemas o arquitecturas informáticos, centralizados o distribuidos, integrando hardware, software y redes.
- Proponer, analizar, validar e interpretar soluciones informáticas para una organización, en situaciones reales y en diversas áreas de aplicación.
- Concebir, desplegar, organizar y gestionar sistemas y servicios informáticos, en contextos empresariales o institucionales, para mejorar sus procesos de negocio, responsabilizándose y liderando su puesta en marcha y mejora continua, así como valorar su impacto económico y social.

En octubre de 2008 la CODDI acordó y publicó en su web una propuesta de fichas para el Grado en Ingeniería Informática [18], que ha sido la base del acuerdo del Consejo de Universidades por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la ingeniería informática, ingeniería técnica informática e ingeniería química [19], pendiente de publicar en el BOE en el momento de redactar este artículo.

También hemos considerado, entre otras, las competencias definidas por ACM/IEEE [7] y ECET [8] para sus diferentes curriculums, los descriptores de Dublín [3], los criterios ABET [4], el proyecto Tuning [1] y las recomendaciones de Career Space [15,16], y hemos consultado a profesionales con peso específico en el sector.

#### V. PROPUESTA DE COMPETENCIAS PARA UN GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

El mayor problema que hemos encontrado al realizar este trabajo es el distinto nivel de granularidad con el que están realizadas las diferentes listas. Las competencias transversales y técnicas aparecen generalmente combinadas, lo que da lugar a listas más pequeñas pero también más confusas, poco

apropiadas para diseñar un plan de estudios. Por ello, uno de nuestros objetivos ha sido definir dos listas independientes.

#### A. Competencias transversales

En esta sección se detallan las competencias transversales identificadas para un Grado en Ingeniería Informática. Entre paréntesis se incluye, para cada competencia, el nivel al que debe desarrollarse: (1) un poco, (2) bastante y (3) mucho. Esta es una ponderación inicial que debe trabajarse más a fondo, llegando si es posible a definir el número de créditos ECTS asignados en el plan de estudios a cada una de las competencias. Algunas de estas competencias deben seguir desarrollándose en el Máster.

- Capacidad para el razonamiento crítico, lógico y matemático (2).
- Tener iniciativa para aportar y/o evaluar soluciones alternativas o novedosas a los problemas, demostrando flexibilidad y profesionalidad a la hora de considerar distintos criterios de evaluación (2).
- Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio (3).
- Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales (3).
- Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos y analizar e interpretar sus resultados (2).
- Capacidad de análisis, síntesis y evaluación
- Capacidad de actuar autónomamente (3).
- Tener iniciativa y ser resolutivo (2).
- Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o bajo presión (1).
- Capacidad para encontrar, relacionar y estructurar información proveniente de diversas fuentes y de integrar ideas y conocimientos (2).
- Capacidad de tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles) (1).
- Capacidad de planificación y organización del trabajo personal (3).
- Capacidad de integrarse rápidamente y trabajar eficientemente en equipos unidisciplinares y de colaborar en un entorno multidisciplinar (3).
- Capacidad de trabajar en un contexto internacional (2).
- Capacidad de relación interpersonal (2).
- Capacidad de comunicación efectiva (en expresión y comprensión) oral y escrita, con especial énfasis en la redacción de documentación técnica (3).
- Capacidad de comunicación efectiva con el usuario en un lenguaje no técnico y de comprender sus necesidades (2).
- Capacidad de comunicación efectiva en inglés
- Capacidad para argumentar y justificar lógicamente las decisiones tomadas y las opiniones (2).
- Tener motivación por el logro profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática (2).
- Poseer las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores o mejorar su formación con un cierto grado de autonomía (3).

- Tener motivación por la calidad y la mejora continua y actuar con rigor en el desarrollo profesional (3).
- Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos (2).
- Actuar en el desarrollo profesional con responsabilidad y ética profesional y de acuerdo con la legislación vigente (3).
- Considerar el contexto económico y social en las soluciones de ingeniería, siendo consciente de la diversidad y la multiculturalidad, y garantizando la sostenibilidad y el respeto a los derechos humanos (2).

### B. Competencias técnicas

Al igual que para las competencias transversales entre paréntesis se incluye, para cada competencia, el nivel al que debe desarrollarse.

Nuestra propuesta es estructurar los estudios de Grado en Ingeniería Informática en cinco itinerarios identificados por sus competencias profesionales, que hemos extraído a partir de la propia definición que de ellos hace ACM/IEEE [7] y de las competencias definidas por ECET [8]:

- Computación
- Ingeniería de Computadores
- Ingeniería del Software
- Sistemas de Información
- Tecnologías de la información

Los cuatro primeros itinerarios se corresponden con los del mismo nombre definidos por ACM/IEEE [7]. El itinerario Tecnologías de la Información es un híbrido entre *Information Technology*, más orientado al servicio a las organizaciones, y *Associate-Degree Programs To Support Computing in a Networked Environment* [7], un perfil profesional imprescindible para la industria informática.

Las competencias técnicas identificadas han sido las siguientes. Ser capaz de:

- Demostrar conocimiento y comprensión de hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relativas a la informática y a sus disciplinas de referencia (2).
- Usar de forma apropiada teorías, procedimientos y herramientas en el desarrollo profesional de la ingeniería informática en todos sus ámbitos (especificación, diseño, implementación, despliegue -implantación- y evaluación de productos) de forma que se demuestre la comprensión de los compromisos adoptados en las decisiones de diseño (3).
- Identificar tecnologías actuales y emergentes y evaluar si son aplicables, y en qué medida, para satisfacer las necesidades de los usuarios (2).
- Demostrar conocimiento y comprensión del contexto económico y organizativo en el que desarrolla su trabajo (2).
- Aplicar los principios de las tecnologías avanzadas de comunicación y las técnicas de interacción hombre-máquina (HCI) al diseño e implementación de soluciones basadas en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), integrándolas en el entorno de usuario (1).

- Encontrar soluciones algorítmicas robustas y correctas a problemas, comprendiendo la idoneidad y complejidad de las soluciones propuestas y las restricciones de tiempo y coste (2).
- Programar de forma robusta y correcta teniendo en cuenta restricciones de tiempo y coste (2).
- Demostrar conocimiento y comprensión del funcionamiento de un computador y sobre los aspectos fundamentales de la representación y el proceso automático de información (2)
- Evaluar sistemas hardware/software en función de un criterio de calidad determinado
- Analizar, identificar y definir los requisitos que debe cumplir un sistema informático para resolver problemas o conseguir objetivos de organizaciones y personas (2).
- Concebir, valorar, planificar y dirigir proyectos TIC utilizando los principios y metodologías propios de la ingeniería, de gestión de recursos humanos y de economía (2).

### 1) Itinerario Computación

- Tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales de computadores y del software que le permita evaluar la complejidad de un problema de computación y recomendar las máquinas, lenguajes y paradigmas de programación más adecuados para diseñar una buena solución informática (2).
- Desarrollar de forma efectiva y eficiente los algoritmos y programas apropiados para resolver problemas complejos de computación (2).
- Desarrollar las soluciones informáticas que, considerando el entorno de ejecución y la arquitectura del computador sobre el que se ejecutan, consigan el mejor rendimiento (2).

### 2) Itinerario Ingeniería de Computadores

- Diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo sistemas de comunicación, computadores y dispositivos basados en microprocesadores, aplicando las teorías, principios y práctica de la electrónica y las matemáticas (2).
- Desarrollar software para sistemas basados en microprocesador y sus interfaces con usuarios y otros dispositivos (2).
- Desarrollar hardware y software para sistemas empujados (2).

### 3) Itinerario Ingeniería del Software

- Desarrollar, mantener y evaluar servicios y sistemas software que satisfagan todos los requisitos del usuario y se comporten de forma fiable y eficiente, sean asequibles de desarrollar y mantener y cumplan normativas de calidad, aplicando las teorías, principios, métodos y prácticas de la informática (2).

- Valorar las necesidades del cliente y especificar los requisitos software para satisfacer esas necesidades (3).
- Construir, configurar, gestionar, mantener y evaluar servicios y sistemas software grandes, complejos y/o críticos demostrando conocimiento de los riesgos potenciales (1).

#### 4) *Itinerario Sistemas de Información*

- Integrar soluciones TIC y procesos empresariales para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones, permitiéndoles alcanzar sus objetivos de forma efectiva y eficiente, dándoles así ventajas competitivas (2).
- Determinar los requisitos de los sistemas de información y comunicación de una organización y ser activos en su especificación, diseño e implementación (2).
- Comprender los principios y prácticas de las organizaciones, de forma que puedan ejercer como enlace entre las comunidades técnica y de gestión de una organización (2).

#### 5) *Itinerario Tecnologías de la Información*

- Definir y gestionar la infraestructura TIC de la organización (2).
- Garantizar que los sistemas TIC de una organización funcionan de forma adecuada, son seguros y son adecuadamente instalados, personalizados, mantenidos, actualizados y substituidos, y que las personas de la organización reciban un correcto soporte TIC (2).
- Integrar tecnologías de hardware, software y comunicaciones (y ser capaz de desarrollar soluciones específicas de software de sistemas) para redes y dispositivos de computación ubicua (2).

### VI. TRABAJO FUTURO

Tan importante como definir las competencias es ponderarlas adecuadamente. La ponderación presentada en la Sección 4 es una ponderación subjetiva realizada a partir de la propia experiencia de los miembros de la comisión. Sin embargo, es fundamental que esta ponderación se realice teniendo en cuenta también la opinión de los profesionales. Para ello, hemos puesto en marcha diferentes encuestas con dos objetivos claros: saber la importancia que los profesionales otorgan a estas competencias y obtener una fotografía de cómo se están desarrollando las competencias en el actual plan de estudios.

Para conocer la importancia que los profesionales otorgan a cada competencia hemos preparado una encuesta anónima en la que los profesionales valorarán cada competencia del 1 (no es necesaria) al 4 (es imprescindible) en función de la importancia de cada competencia para el trabajo que desarrollan. Está previsto que esta encuesta sea contestada por distintos colectivos formados por varios cientos de profesionales. Pese a ser anónima, la encuesta recabará algunos datos personales de los encuestados que permitirán realizar un análisis exhaustivo de los datos en función de

diferentes parámetros (edad, sexo, tipo, sector y tamaño de empresa, puesto en que desempeña su labor, etc.).

Para obtener información sobre cómo se están desarrollando las competencias en el actual plan de estudios, con el objeto de que pueda ser usada en el diseño del nuevo plan de estudios de la FIB, se han puesto en marcha cuatro acciones distintas:

- La Comisión de Competencias está estudiando la guía docente de cada asignatura para determinar qué competencias técnicas trabaja y a qué nivel según la taxonomía de Bloom.
- Se está realizando una encuesta a los responsables de cada asignatura para que indiquen qué competencias transversales se trabajan en su asignatura, a qué nivel de profundidad (horas de dedicación de profesor y alumno) y si son o no evaluadas.
- Se está realizando una encuesta similar a los veinte profesores de la Facultad que han dirigido más proyectos de fin de carrera (PFC) en los últimos siete años, con el objeto de conocer las competencias que se desarrollan durante la elaboración del PFC.
- Se está realizando una encuesta a un grupo de estudiantes que tienen aprobados un porcentaje significativo de créditos (>80%) para que identifiquen las asignaturas en las que, a su juicio, han desarrollado más cada una de las competencias transversales. Esta información puede ser fácilmente cruzada con la de las otras encuestas.

### VII. CONCLUSIONES

En la realización de este trabajo hemos podido constatar que las listas de competencias profesionales definidas por distintos organismos están hechas con niveles de granularidad muy diferentes, e incluso con una granularidad no uniforme. Además, generalmente no distinguen entre competencias técnicas y transversales.

Para elaborar las listas de competencias presentadas en este artículo hemos consultado los trabajos más relevantes realizados sobre el tema, analizado los pros y contras de cada uno de ellos y, posteriormente, definido nuestra propia lista de competencias a partir de lo que más nos ha gustado de cada propuesta y con la granularidad que hemos considerado más adecuada. También hemos solicitado la opinión de personas relevantes del sector. La lista se ha colgado en una página web [17] y se ha pedido la opinión a todos los profesores de la FIB. Sus comentarios se han tenido en cuenta para elaborar la lista definitiva.

A la vista de los resultados, consideramos que la lista de competencias definida en este artículo está correctamente estructurada y es completa. Esta lista será usada como punto de partida para definir el plan de estudios de Grado de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Facultat d'Informàtica de Barcelona y por la AQU. Queremos agradecer a todo el personal de la FIB y al resto de profesionales que hemos consultado sus valiosos comentarios.

## REFERENCIAS

- [1] <http://www.unideusto.org/tuning/>. Última consulta, abril de 2009.
- [2] Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE 30 de Octubre de 2007, pág 44037-44048
- [3] Complete Set Dublin Descriptors 2004. <http://www.jointquality.org/>. Última consulta, abril de 2009.
- [4] Accreditation Criteria. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. <http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/C001%2008-09%20CAC%20Criteria%2011-8-07.pdf>, pág. 14. Última consulta, abril de 2009.
- [5] J. García, F. Sánchez y R. Gavaldà. Recomendaciones para el diseño de una titulación de Grado en Informática. IEEE RITA, Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje. Vol 2, Num 2, Noviembre 2007.
- [6] J. Casanovas, J. M. Colom, I. Morlán, A. Pont y M. R. Sancho. El libro blanco de la Ingeniería en Informática: el proyecto EICE. [http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco\\_jun05\\_informatica.pdf](http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf). Última consulta, abril de 2009.
- [7] IEEE/ACM Curricula Recommendations. <http://www.acm.org/education/curricula.html>. Última consulta, abril de 2009.
- [8] European Computing Education and Training. <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/ecet/index.php>. Última consulta, abril de 2009
- [9] B. S. Bloom, J. T. Hastings y G. F. Manaus. Taxonomía de los objetivos de la educación, Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio afectivo). Ed. Marfil, Alcoy 1973.
- [10] Bloom and Krathwohl Definitions of Levels and McBeath Action Verbs. The University of Pittsburg, 2000.
- [11] M. Valero-García y J. J. Navarro. Niveles de competencia de los objetivos formativos de las ingenierías. JENUI2001.
- [12] J. J. Navarro, M. Valero-García, F. Sánchez y J. Tubella. Formulación de los objetivos de una asignatura en tres niveles jerárquicos. JENUI2000
- [13] F. Sánchez y R. Gavaldà. Objetivos formativos del primer curso de las ingenierías informáticas y estrategias docentes relacionadas. SINDI2005
- [14] <http://www.fic.udc.es/CODDI/documentacion/acuerdosCODDI sobre Titulaciones092007.pdf>. Última consulta abril 2009
- [15] Directrices para el desarrollo curricular, Career Space, CEDEFOP. <http://www.sc.ehu.es/siwebso/Bolonia/BoloniaBody.htm>. Última consulta, abril de 2009.
- [16] Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC, Career Space, CEDEFOP. <http://www.sc.ehu.es/siwebso/Bolonia/BoloniaBody.htm>. Última consulta, abril de 2009.
- [17] [www.fib.upc.edu/ees/competencias.html](http://www.fib.upc.edu/ees/competencias.html). Última consulta, abril 2009
- [18] <http://www.fic.udc.es/CODDI/documentacion/Ficha-Grado-Firmado.pdf>. Última consulta, abril 2009
- [19] <http://www.fic.udc.es/CODDI/documentacion/fichas13marzo.pdf>. Última consulta, abril 2009



**Dr. Fermín Sánchez Carracedo** (Barcelona, 1962) es Técnico Especialista en Electrónica Industrial por la E.A. SEAT (Barcelona, España, 1981), Licenciado en Informática desde 1987 y Doctor en Informática desde 1996, los dos últimos títulos obtenidos en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Su campo de estudio es la arquitectura de computadores y la innovación docente.

Desde 1987 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 1997. También es consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde 1997. Participó en la elaboración del actual plan de estudios de la Facultad d'Informàtica de Barcelona como responsable docente del *Departament d'Arquitectura de Computadors (2001-2005)*, y desde Mayo de 2007 es vicedecano de innovación de la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros, algunos de los cuales han sido galardonados con premios internacionales. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas multihebra para procesadores

VLIW y en el desarrollo e implantación de nuevas estrategias docentes para adaptar las titulaciones universitarias españolas al EEES.

El Dr. Sánchez es miembro de AENUI, ha sido miembro del comité de organización y programa de diversas conferencias y otros eventos nacionales e internacionales, es coordinador en el BSC-CNS (*Barcelona Supercomputing Center* – Centro Nacional de Supercomputación) del programa de movilidad europea *Transnational Access* del HPC-Europa desde Marzo de 2004, es director del MAC (Museo de Arquitectura de Computadores) desde Febrero de 2006 y miembro de la junta directiva del *Cercle Fiber* desde Noviembre de 2002.



**Dra. Maria Ribera Sancho Samsó** (La Poble de Segur 1964) actualmente es la Decana de la Facultad de Informática de Barcelona (FIB) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC) desde el 2 de junio de 2004. Fue Vicedecana Jefa de Estudios de la Facultad de Informática de Barcelona de la Universidad Politècnica de Catalunya, desde el 1 de septiembre de 1998 hasta el 1 de junio de 2004. Doctora en Informática, Profesora Titular de Universidad está adscrita al Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la UPC. Ejerce la docencia y la investigación en el ámbito de la Ingeniería del Software y la Modelización Conceptual de Sistemas de Información.

Es autora de diferentes artículos de investigación para Congresos y Revistas Internacionales. Es miembro de PMI (Modeling and Information Processing) grupo de investigación de la UPC. Ha colaborado con LIAM (Information Analysis and Modeling) Laboratorio de investigación de la UPC. Miembro del Comité de Expertos del Ministerio de Ciencia e Innovación para la titulación de Ingeniería Informática. Miembro del proyecto sobre acreditación de titulaciones de grado PCCT2001-4, de la Secretaría de Estado de Educación y Universidades, Consejo de Universidades. Desde marzo de 2002 hasta diciembre de 2002. Embajadora Dean Country Ambassador, DEANS' EUROPEAN ACADEMIC NETWORK. Miembro del Plan Estratégico Metropolitano de Barcelona del Ayuntamiento de Barcelona. Miembro del grupo europeo COMPULOG. Grupo de investigación sobre Bases de Datos Deductivas, temas de Lógica Computacional, etc., desde diciembre de 1991 Miembro de la Junta Directiva "A.T.I.", (Asociación de Técnicos en Informática). Vocal de la Junta Directiva: del 26 de marzo de 1987 al 25 de abril de 1989. Secretaria de la Junta Directiva: 25 de abril de 1989 al 14 septiembre de 1992. Vocal de la Comisión de Evaluación de Proyectos del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 del Programa del Nacional de Tecnologías Informáticas, área de Sistemas Software y de la Información. Miembro del Consejo de Administración de UPCNet, S.L. Delegada del Rector a Campus Nord de la UPC hasta julio 2008. Miembro del Jurado de los Premios Nacionales de Informática 2006. Colaboradora con la Agencia de Acreditación en Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica (AIDIT). Representante Española de IFIP (International Federation for Information Processing) TC8. Miembro de la Junta Directiva de la Asociación CLUSTER para la Innovación. Miembro del jurado del Premio Calidad Docencia Universitaria convocado por el Consejo Social de la UPC edición 2006. Presidenta de la Conferencia de Decanos y Directores de Centros Universitarios de Informática (CODDI) desde Junio de 2006 hasta la actualidad.



**Dr. Pere Botella** (Barcelona, España, 1949). Catedrático en la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya). Activo en el campo de la Ingeniería de Software desde hace 30 años. Ha sido Decano de la Facultad de Informática de Barcelona (1992-1998) y Vice-rector de la UPC (1982-1986, 1998-2002). Miembro de más de 30 comités de programa incluyendo varias conferencias internacionales, como ESEC, ICSE, RE o ICCBSS, siendo "executive chair" para ESEC'95, y "financial chair" para RE'08. Ha sido coordinador en España de RENOIR (Red Europea de Excelencia en Ingeniería de Requisitos). Co-dirige el grupo de investigación Gessi en la UPC (<http://www.lsi.upc.edu/~gessi>). Sus intereses de investigación incluyen la Ingeniería de Requisitos, Tecnología de procesos, COTS, líneas de producto y MDD. Su interés reciente es la Ciencia de los Servicios (SSME).

Miembro de IEEE Computer Society. Miembro de ATI, SISTEDES y CercleFiber. Miembro de las plataformas NESSI e INES (grupo español de Nessi), y vicepresidente de relaciones institucionales en INES. Representante de ATI en el TC2 de IFIP. Director Académico del área IT en la "School of Executive & Professional Development" de la UPC. Evaluador habitual de I+D en diversas agencias (ANEP, AIDIT, ANECA, AQU ...), siendo responsable en AIDIT para el área de IT. Premio 2008 de la sociedad SISTEDES por sus contribuciones a la ingeniería de software.



**Dr. Jordi Garcia Almiñana** (Barcelona, 1968) obtuvo el grado de Licenciado en Informática en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en 1991 y el grado de Doctor en Informática en el Departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC en 1997.

En 1991 se incorporó al Departament d'Arquitectura de Computadors como profesor asociado en la FIB y en el año 1998 obtuvo una posición de profesor Titular de

Universidad. También es consultor de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desde 1998, y desde el año 2003 imparte semestralmente un curso del MSc in Network Centered Computing en la University of Reading, UK. Sus intereses en investigación se centran en el campo de los sistemas operativos y la optimización de entornos virtuales, así como en la educación en Informática dentro del EEES.

El Dr. Garcia fue vicedecano de extensión universitaria en la FIB de 2001 a 2004, y actualmente es vicedecano jefe de estudios en la misma FIB desde el año 2004. En su papel de Jefe de Estudios, fue el responsable de la puesta en marcha de los nuevos planes de estudio de la FIB adaptados al EEES. Actualmente, es el presidente del comité de organización de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2009). Es miembro de la junta directiva del Cercle Fiber desde Noviembre de 2003.



**Dr. Tomàs Aluja** (Montblanc en 1954) estudió Ingeniería Industrial en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), donde obtuvo el título de doctor en 1984. Es profesor de Estadística y Análisis de Datos de la UPC desde 1983.

Ha sido director del departamento de Estadística e Investigación Operativa, jefe de estudios de estadística de la Facultad de Matemáticas y Estadística y actualmente es vicedecano de relaciones con las empresas de la Facultad de Informática de Barcelona. Sus campos de interés incluyen la investigación metodológica en Análisis Multivariante, en particular: detección de regiones funcionales definidas por un polo de atracción; clustering con restricción de contigüidad; Análisis de Componentes Principales Condicionales mediante un grafo; sistemas de producción estadística OLAP basados en la meta-información; robustez y escalabilidad del algoritmo CART por árboles decisión. Fusión de datos e inserción de archivos de fuentes de datos independientes y finalmente segmentación de modelos PLS-PM para la medición de intangibles. En todos los casos la innovación metodológica ha sido complementada por su implementación informática. Es autor de 40 artículos publicados en revistas científicas o capítulos de libro y de un libro sobre el Análisis de Componentes Principales. Desarrolla su docencia en la Facultad de Informática de Barcelona y en la Facultad de Matemáticas y Estadística donde enseña Minería de Datos y Estadística Multivariante.

El Dr. Aluja ha sido miembro del Comité Científico de diferentes congresos internacionales, referee de varias revistas científicas, agencias nacionales de evaluación y editor asociado de CSDA (Journal of Computational Statistics and data Analysis) de 1993 a 1995. Ha sido presidente de la región europea de la IASC (International Association of Statistical Computing, filial del ISI) del 2006 al 2008. Ha participado en varios proyectos de investigación españoles y europeos, en los campos de sistemas basados en la meta-información y la fusión de datos en la que ha sido el responsable científico del equipo UPC. Es consultor de diferentes empresas de servicios y entidades financieras y del Instituto de Estadística de Cataluña.



**Dr. Juan José Navarro Guerrero**, (Ainsa, 1956) Catedrático de Universidad en el área de Arquitectura y Tecnología de Computadores desde abril de 1992. Ingeniero de Telecomunicación (1982) y Doctor en Informática (1986) por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Fue director del departamento de Arquitectura de Computadores de la UPC (1995-1998). Su actividad docente e investigadora se centra en temas

de arquitectura de computadores, algoritmos paralelos e innovación docente. Ha participado en más de 15 proyectos/contratos de investigación financiados. Ha dirigido 7 tesis doctorales. Es autor de más de 20 artículos en revistas internacionales y más de 30 artículos en congresos internacionales de reconocido prestigio (índices aceptación del 20% al 35 %). Es coordinador del perfil de Arquitectura de Computadores de la titulación de Ingeniero Informático de la Facultad de Informática de Barcelona (UPC) desde octubre de 2004 y miembro asesor externo de la Comisión de Implantación de la Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria, desde su creación en Febrero de 2005. Colabora regularmente con el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC impartiendo talleres y seminarios para la formación del profesorado sobre metodologías docentes para la adaptación de las asignaturas al Espacio Europeo de Educación Superior.