

Juan José Cuadrado Gallego,  
León González Sotos,  
Daniel Rodríguez García,  
Miguel-Ángel Sicilia Urbán  
Depto. Ciencias de la Computación, Univer-  
sidad de Alcalá

<{jjcg, leon.gonzalez, msicilia}@uah.es> <d.rodri-  
guezgarcia@reading.ac.uk>

## 1. Introducción

La mayoría de los países europeos se han visto afectados por el proceso de Bolonia que tiene como meta establecer un *Espacio Europeo de Educación Superior* (EEES). Incluye objetivos en las siguientes direcciones:

- La introducción de los niveles de pregrado y postgrado en todos los países.
- Un Sistema Europeo de Transferencia de Créditos.
- El soporte a la movilidad de estudiantes y profesores.

Este artículo describe cómo se está introduciendo el proceso de Bolonia en España. Está organizado como sigue: la **sección 2** se describe la situación actual. La **sección 3** explica como los estudios de Informática están siendo alineados con el proceso de Bolonia. En la **sección 4** abordamos el nuevo Sistema Europeo de Transferencia de Créditos, mientras que la **sección 5** está dedicada a las conclusiones.

## 2. Los estudios de Informática en los actuales planes de estudios

Los estudios oficiales relacionados con la Informática y las titulaciones correspondientes en España datan de finales de los años sesenta, cuando por el Decreto 554/1969 de 29 de marzo se creó el Instituto de Informática, estructurando los estudios oficialmente en cinco cursos. Posteriormente, mediante la Orden de 28 de julio de 1971, se facilitó la homologación para incorporar a esos estudios o acreditar a los profesionales y expertos que, de modo informal, no oficial, o mediante estudios realizados en el extranjero habían venido introduciéndose hasta entonces en este relativamente novedoso campo.

Desde aquellos años, y de modo acelerado a partir de los años noventa, la profesión ha experimentado un enorme desarrollo que en la actualidad se concreta en más de setenta mil titulados en ejercicio, convirtiendo las ingenierías en Informática en aquellas que más profesionales incluyen de todas las que se ofertan en España, existiendo ya más de setenta centros, públicos o privados, de carácter universitario en los que se forma en estas especialidades, y se realiza una importante labor de investigación.

A pesar de ello, la inercia administrativa, ha mantenido sin desarrollar en el plano legal la concreción normativa concerniente al desem-

# Evolución de los estudios de Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior

**Resumen:** la situación actual de los estudios de Informática en España está siendo afectada por el proceso de Bolonia que tiene como objetivo establecer un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) para el año 2010. Este artículo ofrece una visión de la situación actual en España y de cómo los estamentos españoles están adoptando el acuerdo de Bolonia, tanto a nivel de pregrado como de postgrado, incluyendo un nuevo sistema de créditos.

**Palabras Clave:** Espacio Europeo de Educación Superior, formación en Informática en España, Sistema Europeo de Transferencia de Créditos.

## Autores

**Juan José Cuadrado Gallego** trabaja en el Depto. de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá en Madrid y en la Universidad Oberta de Catalunya en Barcelona. Previamente ocupó varios puestos en la Universidad de Valladolid y en la Universidad Carlos III de Madrid donde obtuvo el doctorado en Ingeniería Informática en 2001. Sus intereses en temas de investigación se sitúan en el área de la Ingeniería del Software y en especial en métricas de software. Es presidente del *Spanish Function Points Users Group* (SFPUG, Grupo Español de Usuarios de Puntos de Función).

**León González Sotos** es catedrático del Depto. de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá en Madrid y actualmente director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la misma. Anteriormente, fue profesor en las Universidades de Sevilla y Pública de Navarra. Doctor en Ciencias Matemáticas, ha desarrollado investigaciones en el campo de la lógica borrosa, participando en proyectos nacionales y europeos. Ha dirigido varias tesis doctorales sobre dicha materia. Desde su nombramiento como director de la escuela, a comienzos de 2004, ha participado en las actividades desarrolladas por la Conferencia de Decanos y Directores de Informática en relación con los problemas de la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior en el campo de las TIC.

**Daniel Rodríguez García** es profesor del Depto. de Informática de la Universidad de Reading. Se licenció en Informática por la Universidad del País Vasco en 1995 y se doctoró en la Universidad de Reading en 2003. Sus intereses en temas de investigación residen en el área de ingeniería del software e incluyen ingeniería del software empírica y la aplicación de técnicas de minería de datos a la ingeniería del software.

**Miguel-Ángel Sicilia Urbán** obtuvo un Master en Informática por la Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España) en 1996 y un doctorado por la Universidad Carlos III en 2003. Trabajó como arquitecto de software en empresas de consultoría en comercio electrónico siendo parte del equipo de desarrollo de la estructura de personalización Web en Intelligent Software Components (iSOCO). Actualmente, dirige la Unidad de Ingeniería de la Información del Depto. de Informática de la Universidad de Alcalá. Sus intereses en temas de investigación residen principalmente en las áreas de hipermedia adaptativa, tecnologías de aprendizaje e interacción persona-computador. Es autor de más de 20 publicaciones de referencia en estas áreas y también dirige el SIG (Special Interest Group) de AIS (Association for Information Systems) sobre objetos de aprendizaje reusables <<http://www.sigrl.org>>.

peño profesional, responsabilidades, competencias y atribuciones legales correspondientes, de modo que en la actualidad en el campo de las llamadas TIC (*Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*) reina una cierta indefinición en relación con los campos afines (notoriamente, Ingeniería de Telecomunicación, especialidades de Telemática, Electrónica, y especialidades de Ingeniería Industrial sobre todo) que se está traduciendo en algunas de las demoras y tensiones en el proceso de definición de las nuevas titulaciones que se está llevando a cabo dentro del proceso de creación del Espacio Europeo de Educación Superior,

en el que estamos inmersos desde la apertura del llamado Proceso de Bolonia.

Este proceso, que pretende la creación de mecanismos que faciliten en todo lo posible la movilidad e intercambio de universitarios, alumnos, profesores y titulados entre los países europeos, modificará sensiblemente la definición y práctica de la actividad universitaria en muchas de sus facetas, en particular en el catálogo de títulos existentes, su estructura, métodos de estudio y sistemas de acreditación, buscando una armonización entre los sistemas existentes en los distintos países.

A tales efectos, desde el primer semestre de 2003 se ha venido produciendo una serie de iniciativas gubernamentales destinadas inicialmente a adaptar, en plazos preestablecidos, los estudios universitarios al EEES, si bien, al albur de los acontecimientos políticos, su desarrollo posterior ha resultado bastante irregular resultando en la actualidad un proceso claramente indeciso y ralentizado.

En este sentido, se ha desarrollado una serie de proyectos incentivados por la ANECA (*Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad*) destinados a analizar la situación existente en España y a realizar estudios comparativos con la de otros países. En el campo que nos ocupa, la CODDI (*Conferencia de Decanos y Directores de Informática*) de las facultades y escuelas técnicas españolas, en colaboración con asociaciones profesionales, empresariales y de estudiantes, ha venido desarrollando desde 2004 el proyecto EICE (*Estudios de Informática y Convergencia Europea*), que describe la situación en el ámbito de la informática y en el que acabó desarrollándose una propuesta de Libro Blanco para las nuevas titulaciones, acordada por las universidades participantes y que incluía una descripción del contexto y motivación, objetivos, aspectos metodológicos, análisis de competencias y perfiles, propuesta de estructura y de directrices de contenidos, métodos de evaluación y validación e indicadores de calidad.

El contexto actual es el de las cifras de profesionales, estudiantes y centros ya comentadas, así como los planes de estudio en la actualidad para las tres titulaciones (Ingeniero en Informática, Ingeniero Técnico en Informática de Gestión e Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas, de cuatro, tres y tres años respectivamente) existentes en la actualidad, que se describen a continuación.

## 2.1 Ingeniero en Informática

El real decreto 1459/1990 de 26 de octubre (BOE 20 de noviembre de 1990) [1] establece el título oficial de Ingeniero en Informática en España y las directrices generales de los planes de estudios conducentes a su obtención. En su artículo único se establece que el título universitario de Ingeniero en Informática tendrá carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. También se establecen, en un anexo, las correspondientes directrices generales propias de los planes de estudios que deben cursarse para su obtención y homologación.

En el primer apartado de la disposición segunda del anexo se establece que los planes de estudios que aprueben las universidades deberán articularse o bien como enseñanzas de primer y segundo ciclo, con una duración total de entre cuatro y cinco años, y una duración por ciclo de al menos dos años; o bien únicamente como un segundo ciclo de dos años que se podrá cursar a partir de cualquier primer

ciclo que tenga reconocido su acceso directo. Establece también que la carga lectiva de cada ciclo no puede ser inferior a 120 créditos.

En la disposición tercera del anexo se relacionan, a través de un cuadro adjunto, una lista de las materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título, con una breve descripción de sus contenidos, los créditos que deben corresponder a las enseñanzas, así como la vinculación de las mismas a una o más áreas de conocimiento (**tabla 1**).

La interpretación, y en consecuencia, la aplicación de este Real Decreto ha sido muy heterogénea en las 41 Universidades públicas españolas, que de las 48 existentes, imparten la titulación, habiéndose producido casos de los tres supuestos posibles (**tabla 2**).

## 2.2 Ingeniero Técnico en Informática de Gestión

El real decreto 1460/1990 de 26 de octubre [2] establece el título oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión en España y las directrices generales de los planes de estudios conducentes a su obtención. En su artículo único se establece que el título universitario de Ingeniero Técnico en Informática de Gestión tendrá carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. También se establecen en un anexo las correspondientes directrices generales propias de los planes de estudios que deben cursarse para su obtención y homologación.

En el primer apartado de la disposición segunda, de dicho anexo se establece que los planes de estudios que aprueben las universidades deberán articularse como enseñanzas de primer ciclo, con una duración total de tres años. Se establece también en el anexo que la carga lectiva de los mismos no puede ser inferior a 180 créditos.

En la disposición tercera se relacionan a través de un cuadro adjunto una lista de las materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título, con una breve descripción de sus contenidos, los créditos que deben corresponder a las enseñanzas, así como la vinculación de las mismas a una o más áreas de conocimiento (**tabla 3**).

## 2.3 Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas

El real decreto 1461/1990 de 26 de octubre [3] establece el título oficial de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas en España y las directrices generales de los planes de estudios conducentes a su obtención. En su artículo único se establece que el título universitario de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas tendrá carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como las correspondientes directrices generales propias de los

planes de estudios que deben cursarse para su obtención y homologación y que se incluyen en el anexo.

En el primer apartado de la disposición segunda de dicho anexo se establece que los planes de estudios que aprueben las universidades deberán articularse como enseñanzas de primer ciclo, con una duración total de tres años. Establece también que la carga lectiva de los mismos no puede ser inferior a 180.

En la disposición tercera se relacionan a través de un cuadro adjunto una lista de las materias troncales de obligatoria inclusión en todos los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Ingeniero en Informática, con una breve descripción de sus contenidos, los créditos que deben corresponder a las enseñanzas, así como la vinculación de las mismas a una o más áreas de conocimiento (**tabla 4**).

## 3. Los estudios de Informática en los nuevos planes de estudios

En la actualidad, el proceso de las reformas en España se presenta en una cierta situación de compás de espera, al albur de los cambios políticos, con una lamentable incertidumbre sobre la respuesta oficial a las propuestas planteadas (proyecto EICE, Libro Blanco) e indefinición sobre plazos de desarrollo o validez de lo ya realizado, incluso en aspectos tan básicos como el del posible catálogo de titulaciones o la estructura final de los ciclos de las mismas.

En el campo de las TIC, estas circunstancias se complican por la algo atípica estructuración actual en dos ingenierías, Informática y de Telecomunicaciones, la segunda de las cuales difuminando los campos de la clara definición (*Computer Science and Electronics*) existente en otros países, complicado todo ello por la circunstancia de estar la segunda legalmente reglada en competencias, atribuciones y colegios profesionales, lo que se traduce en una gran capacidad de presión sobre las instancias políticas finalmente decisorias que acaso expliquen algunas de las dilaciones en los procesos de decisión. Con estas cautelas sobre el resultado final del proceso, lo realizado en él se describe a continuación.

### 3.1 Estudios de Grado

El real decreto 55/2005 de 21 de enero [4] establece la estructura de las enseñanzas universitarias y regula los estudios universitarios oficiales de Grado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, iniciado con la declaración de Bolonia de 1999.

En su capítulo II se define la estructura de las enseñanzas universitarias, definiendo la estructura general de las mismas en el artículo 6: "*Las enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional compren-*

Materia Troncal	Créditos	Áreas de Conocimiento
<b>Primer Ciclo</b>		
Estadística	6	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Estadística e investigación operativa Matemática aplicada
Estructura de datos y de la información	12	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Estructura y tecnología de computadoras	15	Arquitectura y tecnología de computadoras Electrónica Ingeniería de sistema y automática Tecnología electrónica
Fundamentos físicos de la Informática	6	Electrónica Electromagnetismo Física aplicada Física de la materia condensada Ingeniería eléctrica Tecnología electrónica
Fundamentos matemáticos de la Informática	18	Álgebra Análisis matemático Ciencia de la computación e inteligencia Artificial Matemática aplicada
Metodología y tecnología de la programación	15	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Sistemas operativos	6	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos Arquitectura y tecnología de computadoras
Teoría de autómatas y lenguajes formales	9	Álgebra Ciencia de la computación e inteligencia artificial Ingeniería de sistemas y automática Lenguajes y sistemas informáticos
<b>Segundo Ciclo</b>		
Arquitectura e ingeniería de computadoras	9	Arquitectura y tecnología de computadoras Electrónica Ingeniería de sistemas y automática Tecnología electrónica
Ingeniería del software	18	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y sistemas informáticos
Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento	9	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Ingeniería de sistemas y automática

**Tabla 1.** Materias troncales de inclusión obligatoria en los estudios de Ingeniería en Informática

derán estudios de Grado y de Postgrado y se estructurarán en ciclos".

También en el capítulo II, en su artículo 7, se definen las Enseñanzas de Grado como: "El primer ciclo de los estudios universitarios comprenderá enseñanzas básicas y de formación general, junto a otras orientadas a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional"

En el capítulo III, se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado. Así, el artículo 9 describe lo referente al establecimiento de

los títulos universitarios oficiales de Grado, indicándose, en el punto 3 del mismo, el contenido del informe que, sobre el título oficial de grado propuesto, el Consejo de Coordinación Universitaria deberá remitir al Consejo de Ministros para su aprobación, tal y como indica el procedimiento descrito en el punto 1 del artículo. Así dicho informe "deberá contener referencia expresa, al menos, a los siguientes cinco aspectos:

1. Denominación específica del título, número total de créditos, contenidos formativos comunes y número mínimo de créditos asignados a cada uno de ellos.

2. Especificación de los objetivos del título, así como de los conocimientos, aptitudes y destrezas que deban adquirirse para su obtención con referencia a la concreción de éstos en los contenidos formativos comunes.

3. El perfil profesional asociado al título.

4. Relevancia del título para el desarrollo del conocimiento y para el mercado laboral español y europeo.

5. Justificación de su incorporación al Catálogo de títulos universitarios oficiales en la que se habrá de considerar particularmente su adecuación con las líneas generales emanadas del espacio europeo de educación superior".

En el punto 1 del artículo 10, "Directrices Comunes", del mismo capítulo se establece que "el número total de créditos de las enseñanzas académicas conducentes a la obtención de los títulos oficiales de Grado estará comprendido entre 180 y 240", refiriéndose a créditos European Credit Transfer System (ECTS), los cuales serán tratados con más detalle más adelante en este trabajo.

Sobre su aplicación, en la Disposición final tercera, Desarrollo Reglamentario, el real decreto establece que "Corresponde al Ministro de Educación y Ciencia y a las universidades dictar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones necesarias para la aplicación de este real decreto".

### 3.1.1 Ingeniero en Informática

Siguiendo lo expresado en la disposición final del Real Decreto 55/2005 el Ministerio de Educación y Ciencia inició en octubre de 2005 las propuestas de directrices propias de un primer conjunto de enseñanzas de Grado. Estos trabajos concluyeron en febrero de 2006 con la elaboración, siguiendo el punto 1 del artículo 9 del Real Decreto, de una ficha técnica [5], un documento explicativo y los ejemplos correspondientes a un primer conjunto de títulos. Entre los mismos se encuentran las Enseñanzas de Grado en Ingeniería Informática.

Dicha Ficha Técnica de propuesta del título universitario de grado para los estudios de informática establece para el apartado a) del punto 1 del artículo 9 "Denominación específica del título, número total de créditos, contenidos formativos comunes y número mínimo de créditos asignados a cada uno de ellos" de las Enseñanzas de Grado en Ingeniería Informática:

■ Denominación específica del título: Ingeniero/a en Informática

■ Número total de créditos:

-De formación académica básica: 180 ECTS.

-De formación adicional de orientación académica o profesional que debe superar el estudiante: 60 ECTS de los cuales, al menos 30 ECTS deben corresponder al proyecto fin de carrera.

■ Contenidos formativos comunes y número mínimo de créditos asignados a cada uno de ellos:

- Programación: 27 ECTS.
- Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Sistemas Inteligentes: 30 ECTS.
- Ingeniería de Computadores: 18 ECTS.
- Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes: 21 ECTS.
- Aspectos Profesionales de la Ingeniería Informática: 6 ECTS.

Por otra parte el punto 2 del artículo 13 del Real Decreto dice: "*Respecto de cada una de las materias que componen los planes de estudios, las universidades deberán concretar los objetivos, conocimientos, aptitudes y destrezas que se deben adquirir, la descripción de los contenidos y el número de créditos asignados a cada una de ellas*".

En cuanto a la estructura de los estudios universitarios de Grado en el Real Decreto se deja autonomía a las Universidades para establecer la duración de los mismos. Así en el punto 4 del artículo 13 se indica que "*Los planes de estudios especificarán, asimismo, la estructura académica de sus enseñanzas y su ordenación temporal...*". En consecuencia en la Ficha Técnica de los estudios de grado en Ingeniería Informática no se recoge ninguna información referente a la estructuración temporal de los mismos.

No obstante, se puede tomar como guía para el desarrollo de futuros planes de estudios, el "Libro Blanco" para la Titulación de Ingeniería Informática, publicado por la *Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación* (ANECA) [6] que muestra el resultado del trabajo llevado a cabo por una red de universidades españolas con el objetivo explícito de realizar estudios y supuestos prácticos útiles en el diseño de una estructura y modelo de la titulación. Se encuentra en el capítulo 11 del mismo, titulado "*Estudio sobre la estructura y modelo de la titulación*", la propuesta de unos estudios de Grado, con 240 ECTS y una organización en 4 años.

## 3.2 Estudios de Posgrado

El real decreto 56/2005 de 21 de enero [7] regula los estudios universitarios oficiales de Posgrado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, iniciado con la declaración de Bolonia de 1999.

El capítulo I, artículo 2 del Real Decreto establece que la articulación de los estudios universitarios de posgrado se establecerá en programas integrados por las enseñanzas conducentes a la obtención de los títulos de Máster o Doctor. También se define el objetivo de las Enseñanzas de Posgrado como: "*Los estudios oficiales de Posgrado tienen como finalidad la especialización del estudiante en su formación académica, profesional o investigadora*".

Los artículos 4 y 5 de dicho capítulo describen lo referente al proceso de "*Elaboración y Aprobación*" de los programas oficiales de Posgrado.

Sobre la elaboración de los mismos se establece que los programas se elaborarán y organizarán en la forma que establezca cada universidad; serán propuestos por una comisión de estudios de doctorado designada por la misma y deberán ser aprobados por su Consejo de Gobierno.

Sobre la aprobación de los programas establecidos por las universidades el artículo 5 establece que la implantación de los programas oficiales de posgrado requerirá los informes previos favorables de la comunidad autónoma correspondiente y del Consejo, debiendo para ello enviar las universidades al Consejo sus propuestas para el siguiente curso académico antes del 15 de febrero de cada año. Tras la emisión del informe favorable del Consejo el Ministro de Educación y Ciencia aprobará la relación de nuevos programas oficiales de Posgrado, que serán publicados en el Boletín Oficial del Estado.

Sobre la estructura de las estructuras de posgrado:

Para los estudios de Master el Capítulo II, punto 1 del artículo 8 establece que "*Los estudios universitarios de segundo ciclo conducentes a la obtención del título oficial de Máster tendrán una extensión mínima de 60 créditos y máxima de 120*".

Para los estudios de Doctorado, en el capítulo III el punto 1 del artículo 10 establece que los estudios de doctorado podrán articularse mediante la organización de cursos, seminarios u otras actividades dirigidas a la formación investigadora e incluirá la elaboración y presentación de la correspondiente tesis doctoral.

Sobre los requisitos de acceso a los estudios de posgrado:

Para los estudios de Master, en el artículo 3 del capítulo 1 se establece que para acceder a los estudios oficiales de posgrado será necesario estar en posesión del título de Grado u otro expresamente declarado equivalente.

Para los estudios de Doctorado, en el punto 3 del mismo artículo se establecen los requisitos que deben cumplir los estudiantes para acceder a los estudios de doctorado y que consisten en haber superado un mínimo de 60 créditos en los estudios oficiales de Posgrado y un mínimo de 300 créditos en el conjunto de sus estudios universitarios de Grado y Posgrado. Y se deja libertad a las universidades para fijar los criterios de selección de los estudiantes.

### 3.2.1 Master en Informática

Siguiendo lo expresado en el real decreto 56/2005 de 21 de enero y con el objeto de unificar criterios la CODDI reunida en Alicante en junio de 2006 propuso un diseño inicial para el

2 ciclos. Duración de 4 años Primer y segundo ciclo 2 años	2 ciclos. Duración de 5 años Primer ciclo de 3 años Segundo ciclo de 2 años	Segundo ciclo de 2 años
<p>Universidad de Alcalá Autónoma de Madrid Complutense de Madrid Universidad de León Pompeu Fabra</p>	<p>Universidad de Alicante Autónoma de Barcelona Universidad Cantabria Universidad de Castilla La Mancha Universidad de A Coruña Universidad de Extremadura Universidad de Girona Universidad de Granada Jaume I Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Universidad de Málaga Universidad de Murcia Universidad del País Vasco Politécnica de Catalunya Politécnica de Madrid Politécnica de València Rey Juan Carlos Universidad de Sevilla Universidad de Valencia Universidad de Zaragoza</p>	<p>Universidad de Almería Universidad de Burgos Universidad de Córdoba Universidad de Huelva Universitat de les Illes Balears Universidad de Jaén Universidad de La Laguna Universidad de Lleida Universidad de Oviedo Universidad Pública de Navarra Rovira i Virgili Universidad de Salamanca Universidad Nacional de Educación a Distancia Universidad de Valladolid Universidad de Vigo</p>

**Tabla 2.** Estructura de los estudios de Ingeniería en Informática en las Universidades

Materia Troncal	Créditos	Áreas de Conocimiento
Estadística	6	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Estadística e investigación operativa Matemática aplicada
Estructura de datos y de la información	12	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Estructura y tecnología de computadoras	15	Arquitectura y tecnología de computadoras Electrónica Ingeniería de sistema y automática Tecnología electrónica
Fundamentos físicos de la Informática	6	Electrónica Electromagnetismo Física aplicada Física de la materia condensada Ingeniería eléctrica Tecnología electrónica
Fundamentos matemáticos de la Informática	18	Álgebra Análisis matemático Ciencia de la computación e inteligencia Artificial Matemática aplicada
Metodología y tecnología de la programación	12	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Sistemas operativos	6	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos Arquitectura y tecnología de computadoras
Ingeniería del software de Gestión	12	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y sistemas informáticos
Técnicas de Organización y Gestión Empresarial	12	Economía Financiera y Contabilidad Organización de empresas

**Tabla 3.** Materias troncales de inclusión obligatoria en los estudios de Ingeniería Técnica

Master oficial en informática constituido por 5 bloques formativos [8]:

■ **Materias Complementarias (MC):** deberá estudiarse si el estudiante no tiene el grado en Ingeniería Informática y se realizará, preferentemente, con anterioridad al resto de bloques.

■ **Contenidos Formativos Comunes Profesionales (CFCP):** incluirá materias directamente relacionadas con el ejercicio de la profesión.

■ **Contenidos Formativos Comunes Tecnológicos (CFCT):** incluirá contenidos avanzados y de inmediata aplicación respecto de lo que pueda haberse estudiado en el grado.

■ **Especialización (E):** con materias sobre tecnologías, sistemas, procesos y métodos nuevos, avanzados, innovadores, o no implantados aún en el mercado pero de posible aplicación, y sobre los que idear y crear nuevas soluciones.

■ **Trabajo Fin de Master (TFM):** los estudiantes que accedan al master tras haber realizado un proyecto fin de carrera de 30 créditos en Ingeniería Informática o un campo afín, no tendrán que realizar obligatoriamente Trabajo Fin de Master.

Sobre la base de los anteriores bloques, y

teniendo en cuenta fundamentalmente el origen del estudiante y una duración del master de entre 60 y 120 créditos, se establecen cuatro modelos de organización y una propuesta preliminar de duración en ECTS por bloques:

■ **Modelo 1:** El estudiante ha cursado los estudios de Grado en Ingeniería Informática (240 ECTS, incluidos 30 ECTS de PFC) dispondría de tres opciones:

- Opción A: El estudiante cursaría 15 ECTS de CFCP, 30 ECTS de E y 15 ECTS de TFM, lo cual hace un total de 60 ECTS o un curso académico.

- Opción B: El estudiante cursaría 15 ECTS de CFCT, 30 ECTS de E y 15 ECTS de TFM, lo cual hace un total de 60 ECTS o un curso académico.

- Opción C: El estudiante cursaría 15 ECTS de CFCP, 15 ECTS de CFCT y 30 ECTS de E lo cual hace un total de 60 ECTS o un curso académico.

■ **Modelo 2:** El estudiante ha cursado los estudios de Grado en Ingeniería Informática (210 ECTS, sin PFC) dispondría de una opción:

- 15 ECTS de CFCP, 15 ECTS de CFCT, 30 ECTS de E y 30 ECTS de TFM lo cual hace un

total de 90 ECTS o un curso académico y medio.

■ **Modelo 3:** El estudiante ha cursado los estudios de Grado en Ingeniería Informática (180 ECTS, sin PFC) dispondría de una opción:

- 30 ECTS de MC, 15 ECTS de CFCP, 15 ECTS de CFCT, 30 ECTS de E y 30 ECTS de TFM lo cual hace un total de 120 ECTS o dos cursos académicos.

■ **Modelo 4:** El estudiante ha cursado los estudios de Grado en otras titulaciones

- 30 ECTS de MC, 15 ECTS de CFCP, 15 ECTS de CFCT, 30 ECTS de E y 30 ECTS de TFM lo cual hace un total de 120 ECTS o dos cursos académicos.

## 3.2.2 Doctor en Informática

Tal y como se ha expuesto previamente en este trabajo corresponderá a cada universidad articular los estudios de doctorado y en ese sentido no se ha realizado una propuesta de estudios de Doctorado en Informática para su aplicación en toda España. No obstante como también se ha expuesto previamente, los interesados en cursar estudios de Doctorado deben haber superado un mínimo de 60 créditos de estudios de posgrado y 300 en el conjunto de los estudios previos de Grado y Posgrado. Teniendo esto en cuenta, los 60 créditos correspondientes al posgrado bien podrían obtenerse mediante cursos, seminarios u otras actividades que podrían incluirse dentro del programa de doctorado, tal y como establece el punto 1 del artículo 10 del capítulo III del Real Decreto 56/2005; o bien podrían obtenerse mediante estudios previos de Master. En ese sentido la CODDI en su reunión de Junio de 2006 estableció que, aunque de carácter profesional y por tanto terminal, el master oficial en informática propuesto y descrito más arriba podría dar acceso al doctorado si así se establece en los correspondientes programas oficiales de posgrado.

## 4. Análisis de la relación entre los créditos actuales y los ECTS

Los créditos actuales de docencia responden a un sistema muy sencillo consistente en que 1 crédito corresponde a 10 horas y sólo se computan las horas correspondientes a clases lectivas, teóricas y prácticas.

Los créditos ECTS constituyen la unidad de medida del haber académico en el marco del EEES y aparecen regulados en el Real Decreto 1125/2003 de 5 de septiembre.

Según el artículo 3 del Real Decreto un crédito ECTS es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

#### 4.1 Asignación de créditos ECTS a una materia

El punto 3 del artículo 4 indica que en la asignación de créditos a cada una de las materias que configuren el plan de estudios se computará el número de horas de trabajo requeridas para la adquisición por los estudiantes de los conocimientos, capacidades y destrezas correspondientes. En esta asignación deberán estar comprendidas las horas correspondientes a:

- Clases lectivas, teóricas y prácticas.
- Estudio.
- Realización de seminarios.
- Realización de trabajos, prácticas o proyectos.
- Preparación de exámenes.
- Realización de exámenes.

En el punto 5 del mismo artículo se establece que el número mínimo de horas por crédito será de 25 y el máximo de 30.

Este procedimiento de asignación hace que el establecimiento de los créditos ECTS correspondientes a una determinada materia no sea sencillo, ya que las horas correspondientes a los apartados *a*, *c* y *f* son fácilmente computables porque deben ser previstos por los responsables de la docencia y reflejados en el Plan Docente de la asignatura, tal y como se realiza en los planes de estudio actuales; pero los apartados *b*, *d* y *e* van a depender de los estudiantes y serán variables dependiendo de los mismos. No obstante, si se parte del punto 1 del artículo 5, que indica que la obtención de los créditos correspondientes a una materia comportará haber superado los exámenes o pruebas de evaluación correspondientes, se puede establecer un método estadístico de asignación de valores a las variables *b*, *d* y *e*, el cual necesita de la colaboración de los estudiantes y consiste en:

- Se define un cuestionario en el que se recogerán las horas dedicadas por los estudiantes a las actividades *b*, *d* y *e*. Dicho cuestionario será cumplimentado por los mismos durante el desarrollo diario de la materia, anotando en el mismo las horas que dedican cada día a cada una de las tres actividades.
- Al finalizar la materia y realizar las pruebas correspondientes se realizarán análisis estadísticos de los resultados obtenidos, mediante los cuales se puede asignar, por ejemplo, a las variables *b*, *d* y *e*, el valor medio de las horas dedicadas a las mismas por los estudiantes que hayan superado la materia.

Aunque este procedimiento es solamente una aproximación, puede ser muy útil en una primera fase de adaptación al EEES y en ese sentido ya ha sido aplicado con éxito en los estudios de adaptación al EEES de varias asignaturas dependientes del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá. No obstante, según el punto 6 del artículo 4 del Real Decreto 1125/2003 co-

Materia Troncal	Créditos	Áreas de Conocimiento
Estadística	9	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Estadística e investigación operativa Matemática aplicada
Estructura de datos y de la información	12	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Estructura y tecnología de computadoras	9	Arquitectura y tecnología de computadoras Electrónica Ingeniería de sistema y automática Tecnología electrónica
Fundamentos matemáticos de la Informática	18	Álgebra Análisis matemático Ciencia de la computación e inteligencia artificial Matemática aplicada
Metodología y tecnología de la programación	15	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos
Sistemas operativos	6	Ciencia de la computación e inteligencia artificial Lenguajes y Sistemas Informáticos Arquitectura y tecnología de computadoras
Redes	6	Arquitectura y tecnología de computadoras Ciencia de la computación e inteligencia artificial Ingeniería Telemática Ingeniería de sistema y automática Lenguajes y Sistemas Informáticos
Teoría de autómatas y lenguajes formales	9	Álgebra Ciencia de la computación e inteligencia artificial Ingeniería de sistemas y automática Lenguajes y sistemas informáticos Matemática aplicada

**Tabla 4.** Materias troncales de inclusión obligatoria en los estudios de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

rresponde al Gobierno, previo informe del consejo de coordinación universitaria fijar el número mínimo de créditos que deben ser asignados a una determinada materia.

#### 5. Conclusiones

El proceso de Bolonia tiene como objetivo establecer un Espacio Europeo de Educación Superior para el año 2010. En este artículo, hemos descrito cómo el marco legal del sistema educativo español está adoptando este proceso en los niveles de pregrado y posgrado. Esto está afectando a la manera en que se computan los créditos al tener que adoptar el sistema ECTS. Aunque esta adopción está todavía en sus principios, es de esperar que facilite la movilidad de estudiantes y profesores a través de los países participantes, afectando a la implicación de los estudiantes y al tiempo de aprendizaje.

#### Referencias

- [1] Real Decreto 1459/1990 de 26 de octubre (BOE 278 de 20 de noviembre de 1990, pg. 34401).
- [2] Real Decreto 1460/1990 de 26 de octubre (BOE 278 de 20 de noviembre de 1990, pg. 34403).
- [3] Real Decreto 1461/1990 de 26 de octubre (BOE 278 de 20 de noviembre de 1990, pg. 34404).
- [4] Real Decreto 55/2005 de 21 de enero.
- [5] Ficha Técnica de Prueba de Título Universitario de Grado, Ministerio de Educación y Ciencia.
- [6] Libro Blanco, Título de Grado en Ingeniería Informática, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (Spain), 2005.
- [7] Real Decreto 56/2005 de 21 de enero.
- [8] Documento de la CODDI.