

**INFORME SOBRE LA ADAPTACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE LAS
INGENIERÍAS EN INFORMÁTICA A LA DECLARACIÓN DE
BOLONIA**

Javier Campos
Josep Casanovas
José Manuel Colom
Gregori Martín
Javier Martínez
Ana Pont
Ramon Puigjaner
Antonio Robles
Maria Ribera Sancho

Barcelona, junio de 2002

1 PARTE I: PREÁMBULO

Este documento se ha de considerar como una base de discusión y, en ningún caso, como una conclusión, ni tan siquiera como una propuesta. Es simplemente una base para ordenar una discusión para tomar conciencia sobre un tema que puede obligarnos a modificar de forma importante la estructura docente de nuestro Estado para lograr su convergencia con el espacio universitario europeo en el ámbito concreto de la informática, en particular, y, de forma más general, en el de las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

Varios son los puntos que han guiado este trabajo:

- La constatación de que ni el mercado ni las propias universidades han conseguido discernir claramente las diferencias profesionales y formativas entre las Ingenierías Técnicas en Informática y la Ingeniería en Informática debido a la evolución constante de la informática y a los cambios profesionales registrados.
- La dificultad generada a nivel de segundo ciclo de la Ingeniería en Informática por la coexistencia de alumnos procedentes de tres primeros ciclos distintos.
- El hecho que los Ingenieros Técnicos no tienen reconocimiento a nivel europeo como poseedores de un título universitario.
- La dificultad de delimitar competencias y atribuciones de los profesionales informáticos.
- La aparición de un gran número de actividades en las que existe una frontera cada vez más difusa con otras ramas de la ingeniería (telecomunicaciones, industriales, etc.).
- Las consecuencias del esfuerzo hecho en ofrecer una enseñanza superior no universitaria tanto pública como privada obligan a plantear una reconsideración de la estructura, contenido y nivel de los estudios universitarios de informática.

Por otro lado, el artículo 44 de las conclusiones de la reunión de la UE celebrada los pasados 15 y 16 de marzo en Barcelona se pide textualmente que la Comisión, antes de la reunión de Berlín del 2003, tome acciones para la introducción de instrumentos concebidos para garantizar la transparencia de los diplomas y cualificaciones (ECTS, suplemento a los diplomas, CV europeo, etc.) y una cooperación más estricta en materia de diplomas universitarios en el marco del proceso de la Sorbona, Bolonia y Praga. Ello es especialmente urgente en el ámbito de la informática debido a la constante evolución del mercado laboral.

1.1 SITUACIÓN ACTUAL EN EUROPA: DIVERSIDAD DE SISTEMAS NACIONALES

En Europa, los sistemas nacionales de educación expresan la identidad cultural de cada Estado, lo cual ha ocasionado diferencias estructurales pronunciadas. En Europa han evolucionado dos grandes sistemas de educación:

- El sistema continental, basado en dos tipos de programas universitarios:
 - el programa de educación largo (normalmente de 5 años, con una mayor orientación teórica);
 - el programa de educación corto (normalmente de 3-4 años, con una mayor orientación práctica).

- El sistema angloamericano, basado en dos ciclos consecutivos de programas universitarios:
 - el programa de pregrado (normalmente de 3-4 años con titulación de *Bachelor*)
 - el programa de grado (normalmente de 1-2 años con titulación de *Master* que se cursa a partir del grado de *Bachelor*).

1.2 UNA ESTRATEGIA EUROPEA COMÚN: LA DECLARACIÓN DE BOLONIA

El sistema consecutivo angloamericano, con sus titulaciones consecutivas de *Bachelor*, *Master* y Doctor, ha establecido de *facto* un patrón de referencia mundial. Estas titulaciones se han convertido en etiquetas reconocidas en todo el mundo, facilitan la movilidad en el sistema educativo global y son especialmente apropiadas para promover la movilidad internacional de estudiantes y graduados. Los ministerios de Educación y Ciencia de la Unión Europea acordaron en junio de 1999 crear un ‘área europea de enseñanza superior’ y establecer un ‘sistema europeo de enseñanza superior’ antes de 2010. El acuerdo se denomina la Declaración de Bolonia. Este acuerdo se basa en dos ciclos principales, pregrado y grado. El acceso al segundo ciclo requiere haber completado con éxito los estudios del primer ciclo, que duran un mínimo de tres años. La titulación obtenida después del primer ciclo es útil para el mercado de trabajo europeo, como prueba de haber alcanzado un nivel apropiado de cualificación. El segundo ciclo permite obtener una titulación de *Master* y/o Doctor, como en muchos países europeos en la actualidad. En la figura 1 se indica la compatibilidad formal entre los distintos niveles de titulación de los programas tradicionales y los nuevos.

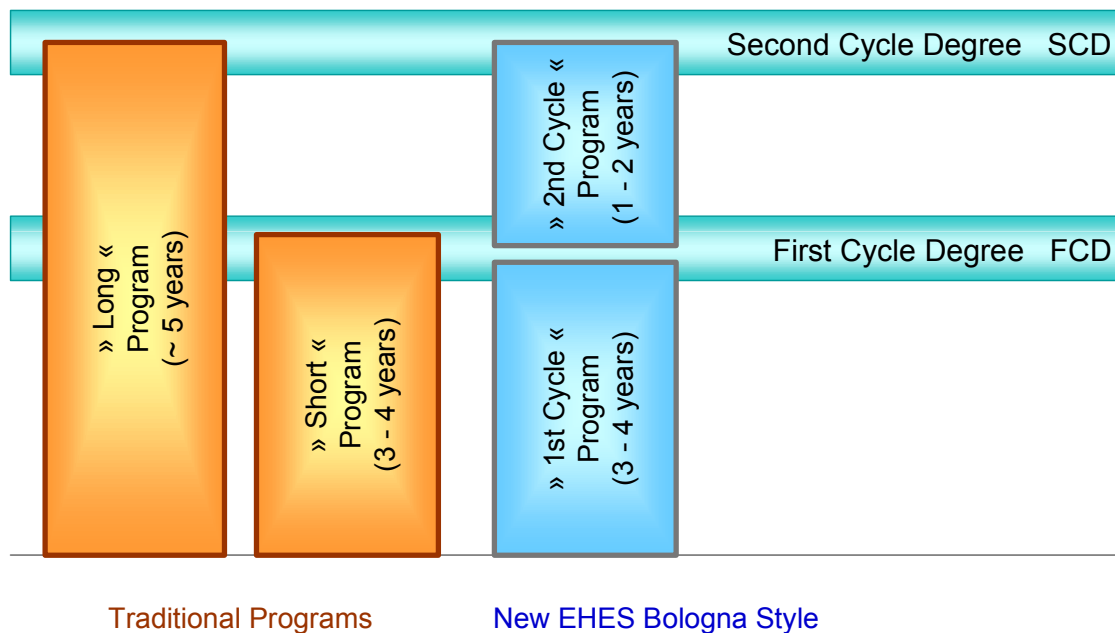


Figura 1. Compatibilidad formal de los niveles de grado en los programas de los sistemas de educación europeos tradicional y de acuerdo con la declaración de Bolonia

1.3 LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España, la LRU trató de romper el esquema continental, al establecer el concepto de ciclo y al hacer que un título de ingeniero técnico permitiera el acceso directo al segundo ciclo de la carrera larga, estableciendo la posibilidad de cursos puente para aquellas titulaciones

cercanas. Es evidente que éste no es el sistema angloamericano y, en buena medida, hay que darlo como fracasado. Dos razones justifican esta visión pesimista:

- El acceso al mundo profesional no se supone que sea tras el primer ciclo. Un estudiante de ciclo largo, tras su primer ciclo no entra en el mundo laboral y sus oportunidades de hacerlo son realmente reducidas. En el caso de Informática, en particular, el mercado laboral no ha conseguido diferenciar con claridad entre los titulados medios y superiores.
- Las especialidades, al menos formalmente, no se dan en el segundo ciclo, sino en el primero. Así los títulos de Ingeniero Técnico en Informática y Telecomunicaciones tienen subtítulo de especialidad, mientras que los superiores tienen un carácter generalista.

1.3.1 La funcionalidad de la doble titulación

En base a lo expuesto, la organización de los estudios universitarios de informática ha adoptado una gran variedad de soluciones. Entre otras podemos:

- Universidades cuyo primer ciclo de la carrera superior, coincide con la Ingeniería Técnica, de forma que no existe, como tal, el primer ciclo de la superior.
- Universidades que teniendo tanto la carrera técnica como la superior, mantienen un amplio abanico de posibilidades, que van desde un cierto *numerus clausus* para el acceso al segundo ciclo hasta aquéllas que han desarrollado una política activa en sus planes de estudios para impedir en lo posible, o no facilitar el acceso de los ingenieros técnicos al segundo ciclo.
- Universidades que han optado por la existencia de una solo título, evitando las complicaciones que suponen la convivencia de ambos.

Hasta ahora este debate había quedado superado, recurriendo al principio de autonomía de cada universidad, pero el tiempo y el mercado han venido a demostrar que la falta de clarificación ha llegado a la actividad profesional y, así, cada vez se da más el caso de solicitar indistintamente un ingeniero técnico o superior. Ello, a nuestro entender, erosiona el papel de ambos, ya que por un lado, en situaciones de gran demanda los ingenieros técnicos pueden ocupar puestos que quizás deberían ser ocupados por ingenieros superiores, pero que, en momentos de vacas flacas del empleo, se puede contratar a un ingeniero superior para hacer el trabajo de un ingeniero técnico, circunstancias que no benefician ni a unos ni a otros.

Por ello tiene sentido la pregunta: ¿Hay posibilidades de distinguir entre el papel profesional de los Ingenieros Técnicos y de los Superiores?. En caso negativo no quedaría otro remedio que optar por una sola titulación, con las especializaciones posteriores necesarias de acuerdo con Bolonia, de forma que este título básico, diera acceso a la profesión con la menor ambigüedad posible y para que el mercado recibiera un mensaje inequívoco. Éste título debería dar acceso tanto a un segundo (*Master*) y en su caso tercer ciclo, dirigido hacia la investigación de carácter universitario, como a cursos de especialización profunda, que podrían darse en colaboración con el sector privado. Esta solución parece adaptarse a los datos actuales de la declaración de Bolonia y parece que daría lugar a una titulación de 4 años y unos 224-260 créditos ECTS, que debería plantearse cuidadosamente y estar en condiciones de cambiar sus contenidos con una cierta frecuencia.

1.3.2 La especialización vs la generalización

No es lo mismo organizar una carrera con la óptica de dar un título profesional al cabo de los tres años, que al cabo de cinco. Aunque la LRU acabó formalmente apostando por la ciclicidad, los resultados no han sido los esperados, pues las carreras de 3 años acaban siendo

versiones reducidas de las de 5 años. Ello explica la situación detectada en el apartado anterior, según la cual el mercado laboral no distingue un ingeniero técnico de uno superior.

Por otro lado y al contrario del modelo anglosajón, la supuesta especialización (Gestión, Sistemas) se produce en los títulos de ciclo corto, pero en cambio no se quiere renunciar a que ambos tengan acceso al segundo con los consiguientes problemas de organizar enseñanzas para alumnos que llegan con formaciones distintas. Este hecho no es específico de Informática, ya que, por ejemplo, en las Telecomunicaciones, la situación se agrava, ya que primeros ciclos, en principio tan distintos como Sonido e Imagen, Sistemas de Telecomunicación, Telemática, y Sistemas electrónicos se supone que dan acceso directo al segundo ciclo de la Ingeniería de Telecomunicaciones.

1.4 INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN, INGENIEROS DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL E INGENIEROS INFORMÁTICOS

Aunque éste es un documento, visto desde la óptica de la Ingeniería en Informática es evidente que no debemos considerar las TIC como un terreno propio de ninguna de las tres titulaciones. Estamos ante la convivencia de profesiones y títulos aparentemente complementarios, aunque confluyentes, que se disputan el campo de las TIC.

Nadie discute que las capas más bajas del modelo OSI pertenecen al campo de los ingenieros de telecomunicaciones. Como tampoco nadie lo hace con el dominio de las aplicaciones de control y de electrónica industrial donde un conjunto de captos recoge información que, una vez tratada por algún procesador, permite generar las órdenes apropiadas a los actuadores. Finalmente podríamos considerar el ámbito de la ingeniería del software y de los sistemas operativos como el específico de la ingeniería informática. En medio queda un amplio espacio en el que podríamos encontrar las redes, los sistemas empotrados, la explotación de todos estos sistemas, el diseño de aplicaciones en los distintos ámbitos, etc., en el que los ingenieros de las tres ramas pueden encontrar aplicación a sus conocimientos propios.

La pregunta que nos hacemos es: ¿Debería existir un esfuerzo de clarificación entre estas Ingenierías, no para delimitar sus respectivos ámbitos de competencia sino para tratar de converger en una solución que permitiera la coexistencia de las tres? Si ello no es posible, es evidente que se va a entrar en una situación de competencia pura y simple, que deberán resolver los colegios profesionales. Para los encargados universitarios de la formación de informáticos quedará el trabajo de definir unos currícula actualizados y competentes. Nuestro deseo es abrir un debate franco y sincero, para analizar una posible convergencia.

1.5 LA SITUACIÓN UNIVERSITARIA

España presenta un problema específico, respecto al resto de países europeos y consiste en el hecho de no distinguir entre Enseñanza Superior y Enseñanza Universitaria. Ello hace que la Universidad se encargue de ambas, de forma que no haya diferencia entre una escuela universitaria, cuyo objetivo es formar profesionales, y las facultades o escuelas superiores cuyo objetivo debería ser la de formar un profesional de otra naturaleza, más allá de los años que tengan sus respectivos títulos. La consecuencia de que la Universidad se encargue de ambas ha creado situaciones que, en el caso de la Informática, pueden ser nocivas para la profesión.

Siendo importante este problema, de hecho figura en la introducción del documento, lo que creemos que es más sangrante de la situación universitaria, es el mantenimiento de una serie de materias troncales, que obligan a dar unos contenidos comunes en todas las universidades, cuando la evolución de la tecnología hace que se produzcan nuevas demandas, que ciertos

temas queden obsoletos, y que, además, materias troncales con el mismo epígrafe y los mismos descriptores tengan asignados esfuerzos docentes distintos según la carrera. Se trata pues de decidir que conocimientos hay que suprimir para incluir los que hoy, más de 10 años después de la definición de las troncalidades, son necesarios y característicos de cada carrera, habida cuenta de la evolución de la profesión y de la evolución de la informática. No es ocioso que este debate se esté dando en Informática, cuando no aparece en absoluto en otras titulaciones, donde los conocimientos parecen mucho más estables, aunque bien es cierto dichas titulaciones tienen una menor demanda social.

La necesidad de autonomía de los Centros Universitarios, con la consiguiente acreditación y existencia de un ranking de escuelas, es obvia. El actual sistema de reforma de planes de estudio es incompatible con una Universidad que quiera estar al día. Si no se soluciona esta rémora, cada escuela deberá buscar, además de una buena acreditación profesional, la mejor solución a su oferta académica y saber que se va hacia un modelo americano, donde el título importa poco y lo importante es la Universidad que lo ha concedido y las certificaciones correspondientes que se consiguen, tras los estudios.

1.6 EL ACCESO A LA PROFESIÓN INFORMÁTICA

La profesión informática es extraordinariamente difuminada y a nuestro entender la situación de los Ingenieros Informáticos en España, viene definida por esta característica, que no es específica de nuestro país. En España conviven en la práctica profesional, personas poseedoras de una multiplicidad de títulos, tanto públicos como privados a los que hay que añadir una larga relación de diplomas públicos proporcionados en la modalidad de enseñanza no reglada. Yendo a los títulos oficiales hay que hablar de una triplicidad de los mismos en el sistema español:

- Ciclos formativos de FP
- Ingeniería Técnica, con dos especialidades: Gestión y Sistemas
- Ingeniería en Informática.

Ya hemos dicho que, aunque la duración y contenido de todos ellos no puede confundirse, entre ellos no queda suficientemente definida su diferenciación profesional. A esta multiplicidad de títulos hay que añadir, la presencia de los Ingenieros de Telecomunicaciones, que pueden acreditar además de una Ingeniería Superior, cuatro Ingenierías Técnicas. Siguiendo con las titulaciones universitarias, es evidente que en el sector se desenvuelven titulados procedentes de Ingeniería Industrial así como Licenciados en Ciencias Físicas y en Matemáticas.

La tradición de este sector ha sido siempre muy liberal, en el sentido de que la primera organización profesional tomó el nombre de ATI (Asociación de Técnicos de Informática), con la que entró en obvia competencia ALI (Asociación de Licenciados en Informática) creada cuando empezaron a aparecer promociones de Licenciados en Informática. Posteriormente han aparecido las AI2 (Asociaciones de Ingeniería Informática), normalmente de carácter autonómico que han tomado con frecuencia un papel muy activo en la creación de los Colegios Profesionales, en su doble versión de ingenieros técnicos y superiores.

A lo anterior hay que añadir las titulaciones procedentes del sector empresarial que empieza a dar diplomas bien en forma de título de carácter profesional, que en principio se adaptaría a cada una de sus demandas locales, o en forma de certificación como mecanismo, tanto de negocio interno como para reforzar su presencia en el mercado. Los ejemplos de Microsoft, Sun, Oracle o Cisco son buenas referencias de lo que está ocurriendo en la actualidad. Hay

que reconocer que, como consecuencia de la globalización de estas herramientas, las facilidades de aprendizaje y la demanda surgida, se están convirtiendo en vías alternativas a los títulos oficiales para el ingreso en la profesión.

Finalmente, además de la iniciativa PAFET, ya superada por la caída laboral del mercado, hay que referirse a las titulaciones no regladas que se están impulsando desde las entidades responsables de la educación. Ejemplos de ello son la iniciativa [Form@tic](#) de la Generalitat de Catalunya (para reciclar a licenciados próximos a la informática hacia empleos relacionados con la Sociedad de la Información) y los títulos que se han planteado dar las Universidades de Valladolid y Málaga (que irían en la línea de certificar vía diploma universitario no reglado determinados conocimientos informáticos).

Sin ningún animo de debate, a estas alturas del documento parece claro que el acceso a la profesión es profundamente variopinto y que, ante él, se puede reaccionar o bien tratándolo de regular, o, por el contrario, dejándolo que funcione con la actual mecánica y que sea cada mercado el que decida cual es el profesional que se adapta a sus necesidades.

2 PARTE- II. OBJETIVOS

2.1 PUNTO DE PARTIDA

Todo análisis basado en Bolonia tiene que admitir que habrá que cambiar la estructura emanada de la LRU en algunos aspectos importantes. Tres son los elementos que deberemos considerar con carácter previo:

- La informática en su conjunto forma una unidad, que no permite diferenciar desde el principio de los estudios, lo que aquí se mueve en entornos separados (Ingeniería en Informática, e Ingenierías Técnicas en Informática de Sistemas y de Gestión).
- La necesidad de incorporar en el perfil de los nuevos profesionales otros conocimientos no estrictamente técnicos (capacidades de negocio, sociales e individuales).
- El mantenimiento de los dos conceptos básicos emanados de la LRU: las materias troncales y el actual catalogo de titulaciones.

Tras las discusiones habidas y después de haber constatado los inconvenientes de la especialización en el primer ciclo y la generalización en el segundo, creemos que en el caso de Informática para llevar adelante las recomendaciones de Bolonia habría que adoptar una estructura en forma de un único primer ciclo, de una duración de 4 años, con una fuerte troncalidad que diera opción al acceso a un segundo ciclo cuyo énfasis sería la especialización y la profesionalización, con muy poca o ninguna troncalidad, o al doctorado.

Además conviene analizar los contenidos de las Formaciones Profesionales que se ofertan en estos momentos. La capacidad y experiencia en el uso y mantenimiento de una sistema informático o telemático, no tiene porqué obligar a la consecución de un título universitario. La formación profesional debe abrir un debate profundo con la Universidad a este respecto, pues es evidente que existe unas ofertas por parte de las multinacionales, que acaban siendo bien aceptadas por el mercado. Pensemos, por ejemplo, en las ofertas educativas de Microsoft, Cisco y de Oracle, que no presentan ningún prerrequisito y que acaban funcionando. Un ejemplo es el acuerdo de los centros de formación profesional de Cataluña para impartir una versión del CCNA de Cisco y cuyo resultado se ha de analizar y seguir con interés.

2.2 UNA NOTA ACERCA DE LA ACTUAL COYUNTURA

Durante los últimos tres años, hasta hace doce meses, la informática ha vivido un momento de extraordinaria demanda y se pensaba que el mejor preparado tenía unas condiciones óptimas para llevar a cabo una excelente carrera profesional. Sin embargo, nuestra posición es bastante más cautelosa. Para ello queremos aportar las siguientes notas:

- La situación de demanda de profesionales no se reparte de forma uniforme por todo el país. Madrid y sus zonas de influencia viven un momento extraordinario, pero no debe ocultarse que en esta zona geográfica se concentra el 75% de la facturación de TIC de todo el Estado, cuando el PIB correspondiente de estas zonas no llega al 20%. Barcelona y en general Cataluña presentan también unas cifras optimistas aunque no tan brillantes. En Euskadi y la Comunidad Valenciana, sin existir paro, aparece ya un empleo menos cualificado, que llega a ser crítico en el resto de las autonomías.
- La situación vivida hasta el 2000 fue consecuencia de la rápida introducción en nuestro país de un conjunto importante de nuevas tecnologías, que han venido gobernadas por las políticas de las multinacionales y por un grupo muy reducido de empresas españolas. El inicio de un ciclo bajista puede provocar que, en pocos meses, la actual coyuntura cambie sensiblemente.
- La demanda que se detecta en la actualidad, no podrá ser satisfecha por la reacción que pueda darse desde el ámbito universitario, ya que los resultados que se van a producir como consecuencia de cambios en el sistema universitario, no aparecerán hasta dentro de varios años, cuando nadie está en condiciones de hacer previsiones bien fundadas.

Es por ello que creemos que es oportuno replantearse una cuestión como la actual, en momentos como los presentes, antes que la crisis pueda agravarse.

3 PARTE-III. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS

Vamos a hacer la hipótesis, que exista un primer ciclo 4 años para los Ingenieros en Informática (*Bachelor*), para luego producir un amplio abanico de segundos ciclos (*Master*).

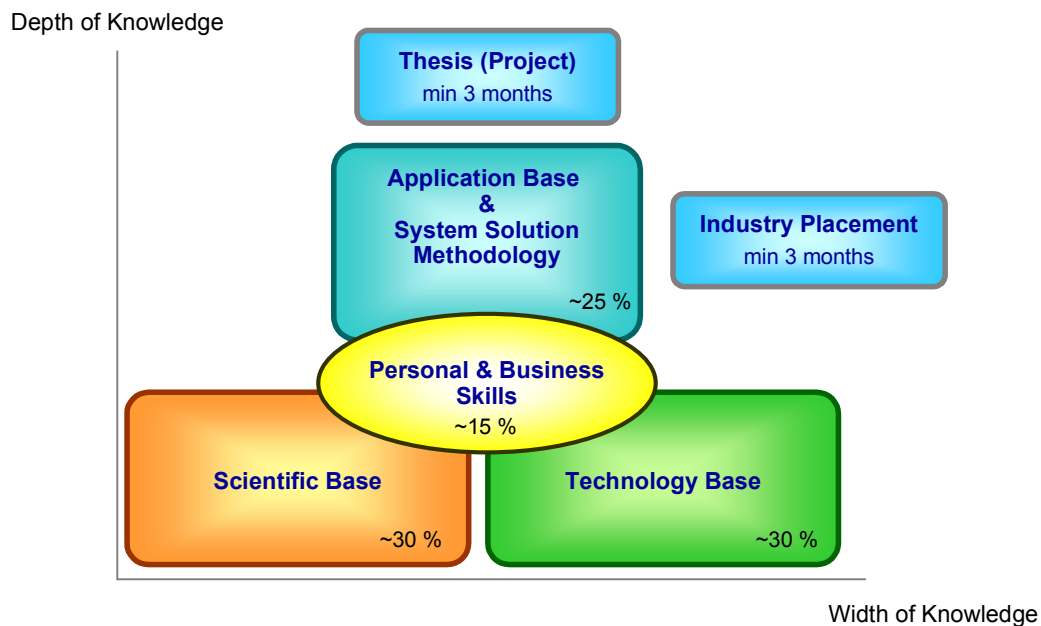


Figura 2. Ámbito de competencia, mostrando el contenido del currículum de ingeniería de TIC.

3.1 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE NUEVOS CURRICULA DE TIC

El ámbito de competencia profesional de los graduados puede ilustrarse utilizando un diagrama de dos ejes de coordenadas, ‘Profundidad de conocimientos’ y ‘Amplitud de conocimientos’. Las áreas especializadas se sitúan a lo largo del eje ‘Amplitud de conocimientos’. ‘Profundidad de conocimientos’ indica el nivel de conocimiento en esas áreas, hasta un nivel de pleno conocimiento profesional. Este principio se utiliza en el diagrama de la figura 2, donde se indican también los métodos para organizar cursos y los medios de impartirlos a fin de adquirir las competencias en cuestión.

3.2 DIRECTRICES GENERALES PARA EL DESARROLLO DE UN CURRÍCULO

La educación universitaria es un proceso complejo. La calidad de su resultado se mide por el número de graduados que alcanza el éxito en su profesión. Ello depende de diversos grupos de interés dentro y fuera de la universidad y deben estar implicados en el diseño, control y funcionamiento de este proceso (figura 3).

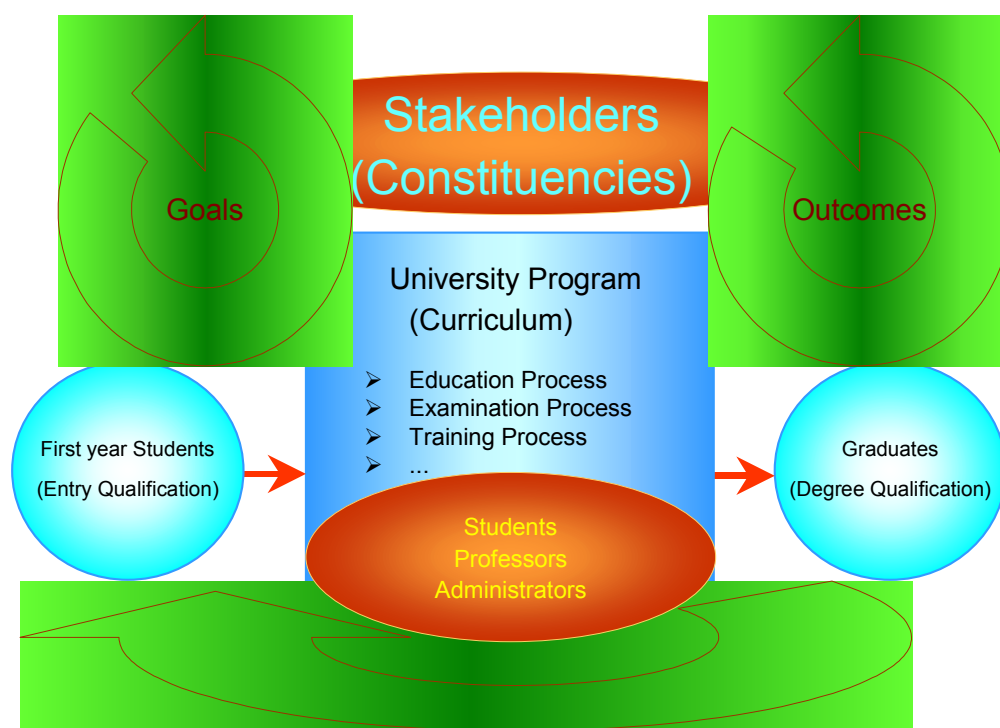


Figura 3. El proceso de la educación universitaria.

3.3 ESTRUCTURA DE LOS CURRICULA

En general, ningún currículo puede preparar a los estudiantes para realizar actividades a nivel de experto en todos los perfiles profesionales. No obstante, todos los currículos informáticos deben proporcionar una plataforma común básica en la materia, que permita a los graduados trabajar en equipo en proyectos comunes y comunicarse en un lenguaje común sobre estas tecnologías, aunque se hayan especializado en diferentes sectores de este campo.

Esta estructura puede aplicarse a currículos con los que se obtienen titulaciones tanto de primero como de segundo ciclo, teniendo en cuenta que todos los módulos de un programa de titulación de segundo ciclo deben diseñarse a un nivel avanzado. La figura 4 presenta la estructura genérica de un modelo de currículum.

-----SECOND CYCLE DEGREE (SCD) -----

Year of SCD 1 &/or 2	<p>Advanced Broad & Conversion</p> <p>Content: Advanced Topics of</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Scientific Base ● Technology Base ● Applications Base & System Solution methodology ● Personal & Business Skills ● Project in industry and/or academia (3-6 months) ● SCD (Master) Thesis
----------------------------------	---

-----FIRST CYCLE DEGREE (FCD) -----

Year 3 and/or 4	<p>SPECIALISATION & ADVANCED TOPICS</p> <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technology Base ● Applications Base & System Solution methodology ● Personal & Business Skills ● Project in industry and/or academia (3-6 months) ● FCD (Bachelor) Thesis
-----------------	--

Year 2	<p>AREA-SPECIFIC CORE & ELECTIVE MODULES</p> <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Scientific Base ● Technology Base ● Applications Base & System Solution methodology ● Personal & Business Skills
--------	---

Year 1	<p>CORE MODULES</p> <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Scientific Base ● Technology Base ● Personal & Business Skills
--------	---

Figura 4. Estructura genérica de los currícula de TIC

4 PARTE IV: INGENIERÍA INFORMÁTICA

Aun cuando la *Task Force ACM-IEEE* para el diseño de curricula informáticos está elaborando cuatro curricula:

- *Computing curricula*
- *Information Systems*
- *Software engineering*
- *Computer engineering*

puesto que sólo ha aparecido el primero, no se toman en consideración para la elaboración de la propuestas que siguen, aunque convendrá revisarlas a la luz de todos ellos, una vez estén publicados.

4.1 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE LA INGENIERÍA INFORMÁTICA (PRIMER CICLO O *BACHELOR*)

Con estas premisas parece que la mejor forma de organizar los estudios de informática en la universidad española es a través de un primer ciclo de cuatro años de duración que tenga un carácter generalista y que capacite para la obtención del título de Ingeniero en Informática (ó Ingeniero Informático) con competencias y atribuciones profesionales.

Este primer ciclo además de capacitar para el ejercicio profesional debe poder completarse con segundos ciclos o *masters*, que establezcan perfiles profesionales mucho más definidos y específicos que recojan las demandas del mercado laboral del momento, las tendencias de las nuevas tecnologías y las características propias del entorno socio-profesional y universitario donde se impartan.

La Ingeniería Informática debería tener una carga entre 224 y 260 créditos ECTS. Se entiende que un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo para los estudiantes. Este trabajo no se limita exclusivamente a las horas de asistencia a clase sino que también contempla el desarrollo de actividades y prácticas, el estudio personal y la asistencia a exámenes. Por otra parte, se considera que cada curso académico conlleva una duración de 40 semanas. Si las horas de trabajo semanales están entre un mínimo de 35 y un máximo de 40, se puede aconsejar que la carga para una carrera de 4 años esté entre 224 y 260 ECTS. El límite inferior se corresponde con una carga de 56 ECTS anuales o lo que es lo mismo, 35 horas por semana durante 40 semanas (1400 horas/año). El límite superior se corresponde con una dedicación de 65 ECTS anuales, es decir 40 horas semanales durante 40 semanas al año (1600 horas/año aproximadamente). Un valor intermedio bastante razonable es el de 240 ECTS para la duración de la carrera, este valor se corresponde con una dedicación semanal de 37,5 horas durante 40 semanas, lo que supone 1500 horas/año.

Este primer ciclo debería tener una fuerte base generalista, limitando la especialización mediante asignaturas optativas en el último curso, ya que éste es el papel que deben cumplir los segundos ciclos o *masters*.

Parece adecuado establecer el mínimo conjunto de conocimientos comunes que contemplen las capacidades imprescindibles propias del título y permitan acceder correctamente a los segundos ciclos o *masters*. A continuación se indica cuales podrían ser estos conocimientos y el porcentaje en créditos ECTS que deberían ocupar con respecto al total de la carrera:

- **Álgebra y Matemática Discreta (4%)**
Estructuras algebraicas básicas. Álgebra lineal. Combinatoria. Estructuras discretas: grafos, árboles. Lógica. Codificación. Aplicaciones numéricas.
- **Análisis (2%)**
Sucesiones y series. Integración. Ecuaciones diferenciales. Aplicaciones numéricas.
- **Arquitectura de Computadores (5%)**
Unidades funcionales: memoria, procesador, entrada/salida. Lenguajes máquina y ensamblador. Esquema de funcionamiento. Microprogramación. Técnicas de incremento de velocidad. Arquitecturas paralelas.
- **Bases de Datos (2%)**
Modelos de datos. Sistemas de gestión de bases de datos.
- **Estadística (2%)**
Probabilidades. Métodos estadísticos aplicados. Inferencia estadística.
- **Física (3%)**
Electromagnetismo. Circuitos eléctricos. Introducción a la electrónica digital. Introducción a la electro-óptica.
- **Gestión de Proyectos (2%)**
Técnicas de organización y gestión de proyectos. Características y tipos de proyectos informáticos.
- **Ingeniería de Software (5%)**
Análisis y diseño de sistemas software. Propiedades y mantenimiento del software. Interfaces de usuario. Análisis y definición de requisitos. Aseguramiento de la calidad del software. Planificación y gestión de proyectos software. Metodologías. Interfaces persona-máquina.
- **Inteligencia artificial (2%)**
Heurística. Técnicas de representación del conocimiento. Sistemas basados en el conocimiento. Percepción.
- **Organización empresarial (2%)**
La empresa como sistema. Técnicas de gestión y administración. Estructuras organizativas.
- **Programación y Estructura de Datos (7%)**
Diseño y análisis de algoritmos. Paradigmas y lenguajes de programación. Técnicas básicas de diseño, verificación y prueba de programas. Programación orientada a objetos. Tipos abstractos de datos. Estructuras de datos y algoritmos de manipulación.
- **Redes (4%)**
Estructura jerárquica de las redes. Tipos habituales de redes: de área local y de área extendida. Configuración, administración y gestión de redes. Interconexión de redes. Redes de altas prestaciones. Calidad de servicio. Seguridad. Compresión de la información. Sistemas distribuidos.

- **Sistemas Operativos (3%)**

Organización, estructura y servicio de los sistemas operativos. Gestión y administración de memoria, de procesos y de recursos. Gestión de entrada/salida. Sistemas de ficheros

- **Tecnología Digital (3%)**

Componentes y sistemas electrónicos. Sistemas digitales. Microprocesadores. Estructura y funcionamiento de los periféricos de computadores. Elementos de comunicaciones.

- **Teoría de autómatas, lenguajes formales y procesadores de lenguaje (4%)**

Máquinas secuenciales y autómatas finitos. Máquinas de Turing. Teoría de la complejidad. Funciones recursivas. Gramáticas y lenguajes formales. Compiladores. Traductores e intérpretes. Fases de compilación. Macroprocesadores.

- **Proyecto de Fin de Carrera (5%)**

Lo que supone un 13% de materias de corte genérico: Física, Matemáticas, Estadística Organización Empresarial. Un 15% de materias propias del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores y un 20% de materias relacionadas con Lenguajes y Sistemas Informáticos o con Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Y por último, un 7% para los temas relacionados con proyectos.

Todo ello representa el 55% de la carrera, quedando el 10% para libre configuración y el 35% para materias obligatorias de universidad y optativas.

4.2 SEGUNDOS CICLOS INSPIRADOS EN LA PROPUESTA DEL *CARRER SPACE*

En el desarrollo curricular de TIC, las universidades deben definir primero el perfil o grupo de perfiles para los que desea dar formación a sus estudiantes. Dichos perfiles deben decidirse previa consulta con empresas del sector y otras partes interesadas en un bucle de realimentación sobre los resultados previstos. Como punto de referencia inicial podemos citar los perfiles de capacidades básicas genéricas de TIC propuestos por el consorcio *Career Space*. Dichos perfiles son (figuras 5 y 6):

- Arquitectura y Diseño Software
- Desarrollo de Aplicaciones Software
- Consultor de soluciones TIC
- Especialista de Sistemas
- Diseño Multimedia
- Ingeniero de Comunicaciones de Datos
- Ingeniero de Integración y Prueba o de Implementación y Prueba
- Diseño de Producto
- Diseño de Redes de Comunicaciones
- Soporte Técnico
- Diseño Digital
- Diseño de aplicaciones de Procesamiento Digital de Señal

- Ingeniero de Radiofrecuencia.

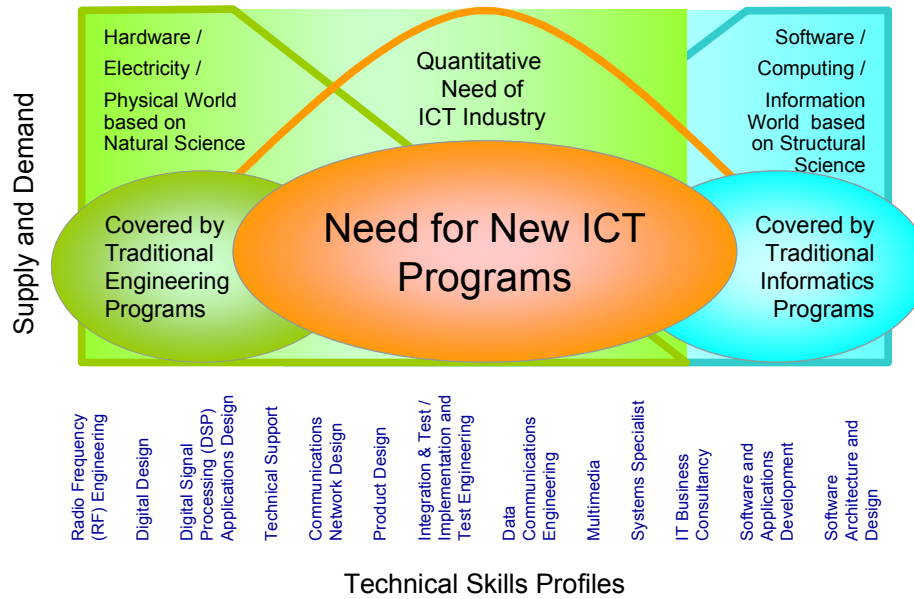


Figura 5. El perfil de las necesidades de la industria de las TIC de los graduados que describen los nuevos currícula que combinan elementos de los programas tradicionales de informática y telecomunicaciones.

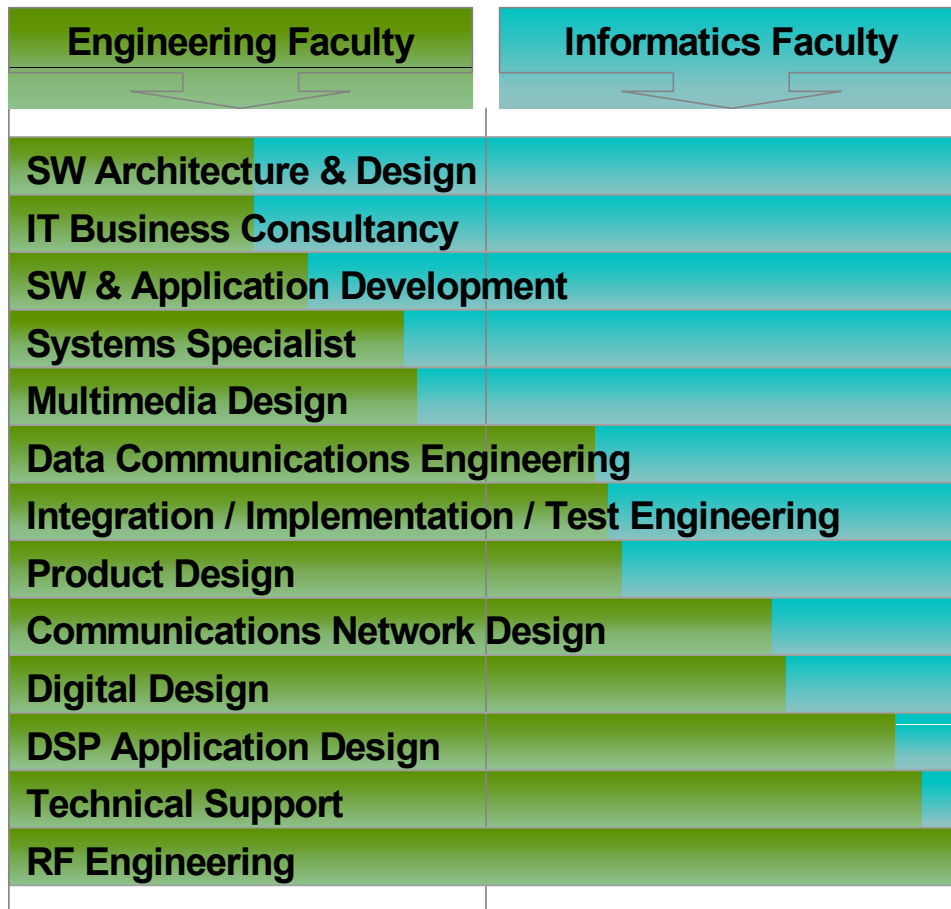


Figura 6. Situación actual de la formación de origen en el recubrimiento de los nuevos perfiles de formación en TIC.

4.3 SEGUNDOS CICLOS DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

Las posibles especializaciones profesionales de segundo ciclo (*Master*), dependiendo del entorno social, cultural e industrial en el que se halle la universidad y de las capacidades formativas y experiencia de sus profesores, podrían ser (entre paréntesis se citan los perfiles correspondientes del *Carrier Space*):

- Arquitectura y Diseño Software
- Desarrollo de Aplicaciones Software
- Especialista de Sistemas de Información (Especialista de Sistemas y Consultor de soluciones TIC)
- Diseño de Sistemas Multimedia y de la Interacción Persona-Máquina (Diseño Multimedia)
- Telemática (Ingeniero de Comunicaciones de Datos y Diseño de Redes de Comunicaciones)
- Integración y Prueba o de Implementación y Prueba
- Soporte Técnico
- Diseño de Productos Digitales (Diseño Digital y Diseño de Producto)
- Gestión de la Tecnología y de Proyectos (en este caso se recomienda cursar este segundo ciclo después de haber adquirido una cierta experiencia profesional)
- Informática Industrial
- Sistemas Empotrados