

**INFORME SOBRE LA ADAPTACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE TIC 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

Este documento es el fruto de la reflexión llevada a cabo por la comisión que se nombró en la reunión de Córdoba con los cambios obligados por relevos en algunos centros.

Este documento se ha de considerarse 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.

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 las TIC 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 títulos universitarios.
- 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 las TIC debido a la constante evolución del mercado laboral.

En el presente documento se analizan una serie de posibles soluciones que tendrían poco valor si se aplicaran solamente a nivel de nuestro estado.

Por lo tanto, se propone que los responsables de la política universitaria promuevan, y en la presente presidencia española de la UE, lideren la puesta en marcha de procedimientos a nivel europeo que permitan la existencia de un único título universitario en informática, homologable a nivel europeo, que simultáneamente permita la incorporación profesional y la posterior especialización en forma de títulos de *master*, impartidos por las universidades, y de doctor. Todo ello asumiendo que la formación continua será una exigencia para los futuros titulados.

1 PARTE 1: ANALISIS

1.1 SITUACIÓN ACTUAL EN EUROPA: DIVERSIDAD DE SISTEMAS NACIONALES

En Europa, los sistemas nacionales de educación son, de una forma especial, la expresión de la identidad cultural de cada país. Pese a sus muchas raíces comunes, eso ha ocasionado diferencias estructurales pronunciadas. Como reflejo de las necesidades y actitudes nacionales, la primera gran diferencia se aprecia en la enseñanza secundaria. Según el país, existen diferentes tipos de escuelas que conceden diferentes grados de importancia al contenido, utilizan distintos métodos pedagógicos y aplican diferentes reglas, normas culturales y períodos de duración de la enseñanza. Algo parecido sucede en la enseñanza universitaria de nivel terciario donde se aprecian diferencias en los tipos de universidades, con sus propios perfiles educativos, los niveles de teoría y práctica en la enseñanza, los valores académicos de sus titulaciones, y las titulaciones y los períodos de duración de los estudios. 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).

1.2 UNA ESTRATEGIA EUROPEA COMÚN: LA DECLARACIÓN DE BOLONIA

Una sociedad abierta y global necesita el libre intercambio entre regiones, y el sector empresarial empleados con una orientación internacional, con dominio de varios idiomas y vínculos con distintas culturas. Para atender a estas demandas, los estudiantes deben tener la oportunidad de completar una fase de sus estudios en el extranjero, con el fin de adquirir experiencia de otras culturas. Cuando se estudian idiomas extranjeros suelen adquirirse también conocimientos de otras culturas y gentes.

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 que facilitan la movilidad en el sistema educativo global. 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’ (SEES) antes de 2010. El acuerdo se denomina la Declaración de Bolonia.

El SEES 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.

Algunos países europeos han reaccionado con mucha rapidez a la Declaración de Bolonia y ya han modificado su legislación en materia de educación (p. e., Alemania e Italia) para poder aplicarla. En el período de transición, los programas universitarios en Europa combinarán elementos de los sistemas antiguos y nuevos, es decir, veremos la coexistencia de los tradicionales programas ‘largos’ y ‘cortos’ con cursos consecutivos del primer y segundo ciclos. En la figura 1 se indica la compatibilidad formal entre los distintos niveles de titulación de los programas tradicionales y los nuevos.

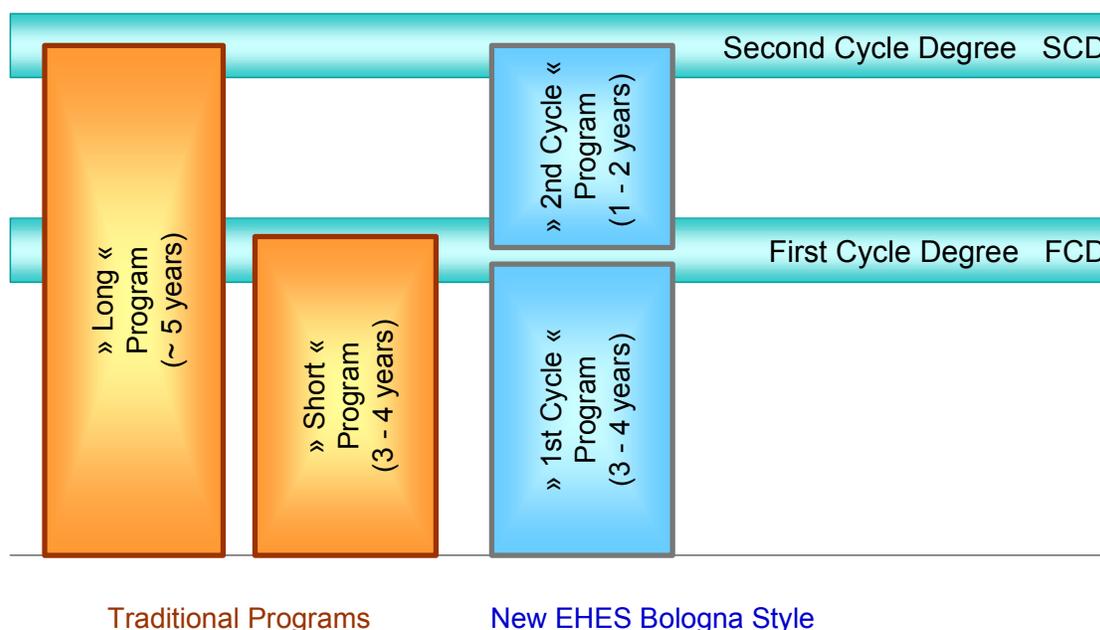


Figura 1. Compatibilidad formal de los niveles de grado en los programas de los sistemas de educación europeos tradicional y de acuerdo con la declaración de Bolonia

1.3 UNA PRIMERA VISIÓN DE LA DECLARACIÓN DE BOLONIA DESDE LAS TIC

Son elementos básicos para esta discusión, la necesidad de hablar de interculturalidad y asumir que en el sector de las TIC, a escala mundial, el idioma de trabajo es el inglés.

Durante mucho tiempo los dos sistemas fueron apenas compatibles, lo que originó que la movilidad de los estudiantes y graduados entre ambos sistemas fuera más bien restringida. Con la dinámica de confluencia europea y la actual era de globalización, se hace necesaria una enseñanza universitaria internacional.

El sector europeo de las TIC ha acogido con satisfacción la Declaración de Bolonia y recomienda a administraciones públicas y universidades que implanten urgentemente el nuevo sistema europeo de enseñanza superior. Los estudiantes pueden hacer los dos ciclos en países diferentes y adquirir experiencia internacional en diferentes culturas durante sus estudios. En la planificación de su educación permanente pueden también distribuir las etapas formativas a lo largo de un período más largo, p. ej., trabajando y adquiriendo experiencia profesional en el

período transcurrido entre los dos ciclos y reanudando los estudios a tiempo parcial o completo para perfeccionar y actualizar sus conocimientos cuando lo consideren apropiado. Ésta es una ventaja importante en campos sujetos a rápidos cambios, como las TIC.

Las universidades tendrán que ofrecer, cada vez más, una nueva variedad de programas en materia de TIC para titulación de primer ciclo (TPC) y diferentes tipos de programas para titulación de segundo ciclo (TSC) (consecutivo y conversión) en TIC y sectores relacionados con ellas:

- Programas de TIC para titulación de primer ciclo (TPC) (3-4 años) centrados en la educación de especialistas en TIC para diferentes grupos de perfiles de capacidades genéricas en el campo de las TIC (nuevos cursos de enseñanza básica sobre TIC);
- Programas consecutivos de TIC para titulación de segundo ciclo (1-2 años) dirigidos a estudiantes con TPC en TIC que deseen adquirir un nivel más alto de especialización, sobre todo con idea de realizar actividades de I + D en sectores de TIC especializados;
- Programas de conversión para titulación de segundo ciclo (TSC), dirigidos a estudiantes con una TPC en TIC, como MBA (máster en administración de empresas), que deseen una cualificación para realizar una gran diversidad de trabajos en el sector empresarial, con una sólida base de capacidades tanto en el campo de las TIC como en el de la administración de empresas.
- Programas de conversión de TIC para TSC dirigidos a estudiantes con una TPC en disciplinas distintas a las TIC que deseen convertirse en innovadores eficaces en muchas áreas de aplicación en este sector.

Muchos aconsejan que se ofrezcan también cursos de conversión a tiempo parcial o por un sistema de educación a distancia, para responder mejor a las necesidades de los que ya se han incorporado al mercado de trabajo. En caso apropiado, las universidades no deberían insistir en una titulación de primer ciclo, sino considerar todos los méritos de los solicitantes, incluida la experiencia laboral, para su entrada en cursos de titulación de segundo ciclo.

Dicho lo anterior, hay que hacer notar que existe la tendencia equivocada a asumir que el desarrollo de la Sociedad de la Información va a correr en paralelo con la demanda creciente de Ingenieros. Esta visión es equivalente a pensar que el fenómeno de la motorización llevó consigo un crecimiento parecido en la necesidad de Ingenieros Industriales. Es un hecho que a medida que se pone en marcha un cambio tecnológico, la demanda de generadores de la tecnología no sigue el mismo ritmo. En su momento ser un buen técnico en receptores de radio y televisión era sinónimo de grandes oportunidades de trabajo, cosa que no ocurre ahora. De forma más cercana comparemos el trabajo que generaba hace unos años la instalación de ordenador con la que ahora se produce, cuando es el propio usuario el capacitado para llevar a cabo una tarea que antes era de una extraordinaria especialización.

Insistiendo en esta idea, el hecho que Intel, Motorola o Cisco estén reduciendo sus cifras de fabricación, no supone en absoluto que ello signifique un parón en el proceso socioeconómico llamado Sociedad de la Información. Solo significa que se ha llegado a la conclusión que la renovación del hardware y el software no tiene porqué hacerse con el grado de rapidez y de coste que hasta ahora se había producido. El usuario estará más tiempo utilizando sus equipos y los programas que conoce bien, ya que, por el momento, satisfacen debidamente sus necesidades. Solo determinadas y verdaderas innovaciones acabaran propiciando nuevas oportunidades de trabajo para nuestros ingenieros.

Con ello queremos apuntar que el papel profesional del Ingeniero, que hasta ahora se ha requerido, puede ser distinto del que le reserva el futuro. La Sociedad de la Información

avanza de forma vigorosa, como lo demuestran los anaqueles de las librerías de informática que cada vez se despueblan cada vez más de libros para especialistas para llenarse de textos dirigidos al no profesional, que inevitablemente acabará siendo autónomo frente a aplicaciones complejas, como lo es un conductor actual, frente a una máquina tan compleja, como sencilla de manejar, como son los actuales automóviles.

Estos comentarios nos parecen oportunos a tenor de lo dicho en los dos últimos apartados respecto de los cursos de conversión. La cuestión es quien se encarga de ello y con que metodología, que difícilmente será la presencial.

1.4 LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España, aunque la LRU trató de romper el esquema continental, al establecer el concepto de ciclo y, más concretamente, al hacer que un título de ingeniero técnico permitiera el acceso directo al segundo ciclo de la carrera larga, estableciendo incluso una generosa oferta 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.

Vamos a desarrollar estos dos aspectos con mayor profundidad.

1.4.1 La funcionalidad de la doble titulación

Los autores de este documento tienen la sensación que hasta ahora nadie se ha planteado la diferencia entre una Ingeniería Técnica en Informática y la Ingeniería en Informática. Prueba de ello, es que conviven en nuestro país tres tipos de modelos:

- 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*, más o menos real para el acceso al segundo ciclo (en este grupo ambas titulaciones suelen convivir en el mismo campus o centro) hasta aquéllas que han desarrollado una política activa en sus planes de estudios para impedir en la medida de lo posible, o, al menos, 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 ambas que no benefician ni a unos ni a otros.

El problema es de muy difícil solución, ya que las universidades han articulado un sistema que les permite vivir en cualquiera de los tres modelos, al tiempo que al mercado laboral no le importa que la sociedad acabe proporcionando jóvenes hipertitulados, con el consiguiente despilfarro económico y humano que ello supone.

No creemos que el problema vaya a tener fácil solución, ya que las deficiencias de la legislación vigente han llevado a este estado de cosas y será muy difícil que una clase tan conservadora profesionalmente, como los profesores de universidad, quieran alterar sus actuales status y que la empresa se sienta incómoda ante esta situación, pues seguirá pidiendo trabajadores todo lo formados que se pueda, aunque no siempre el concepto de formación especializada para la universidad coincida con la de la empresa. (Se recomienda la lectura del PAFET [LEON01] para una buena descripción de este proceso de formación del perfil profesional).

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 que hubiera lugar de acuerdo con Bolonia, de forma que este título básico, diera acceso a la profesión con la menor ambigüedad posible, de forma que el mercado recibiera un mensaje inequívoco. Éste título debería dar acceso tanto a un segundo y en su caso tercer ciclo por un lado, dirigido hacia la investigación de carácter mayoritariamente universitario como a cursos de especialización profunda, que podría darse en colaboración con el sector privado. Esta solución parece adaptarse a los datos actuales de la declaración de Bolonia y parece que nos pondría en una titulación de unos 4 años y unos 250 créditos, que debería ser planteada cuidadosamente y estar en condiciones de cambiar sus contenidos con una cierta frecuencia.

1.4.2 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 han sido desmoralizadores, pues los planes de estudios de 3 años acaban siendo versiones reducidas de los títulos de 5 años. Ello explica en buena medida la situación detectada en el apartado anterior, según la cual el mercado laboral tiene dificultades en distinguir con nitidez, 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.

Esta situación, no es específica de Informática, ya que, como veremos en el apartado siguiente cuando nos refiramos a 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.

Con frecuencia el estudiante de Ingeniería técnica intenta el acceso a la superior, y, hasta ahora, este proceso es bastante particular, pues el estudiante suele preocuparse más por su carrera laboral que por sus estudios, que acaban alargándose en el tiempo. Si se produce un parón en la demanda laboral tendremos más datos para este análisis.

En cualquier caso la cuestión a resolver, es doble:

- ¿Cuánto años son necesarios para dar el título básico que permita la especialización?
- ¿Cuál es el límite entre los Ingenieros Técnicos y la Formación Profesional?.

Tendremos ocasión de entrar en ambas cuestiones.

1.5 INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN E INGENIEROS INFORMÁTICOS

Aunque éste es un documento, visto desde la óptica de la Ingeniería en Informática y, por tanto, elaborado desde una cierta óptica de defensa, frente a la existencia de una profesión más asentada, como la de Ingeniero de Telecomunicaciones, es evidente que no debemos considerar las TIC como un terreno propio de ninguna de las dos titulaciones. Estamos ante la convivencia de dos profesiones y títulos aparentemente complementarios, aunque confluyentes y 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 y, en este sentido, cabría abandonar toda veleidad en este sentido. Incluso es posible que si no se encuentra el equilibrio reclamado en el presente documento, haya que establecer una especie de frontera que defina los ámbitos exclusivos y los ámbitos compartidos de ambas ingenierías. Lo que vaya a hacerse a partir de aquí es un terreno en el cual el informático debe jugar sus cartas y su profesionalidad, en el bien entendido, como veremos en próximas secciones, que difícilmente podrá reclamar ningún tipo de exclusividad profesional.

De hecho pensamos que en un futuro próximo, con las restricciones vistas en el apartado 1.3, tiene que ver con una especie de Ingeniero de la Sociedad de la Información que, a nuestro entender, no coincide exactamente ni con el perfil del Ingeniero de Telecomunicaciones ni con el del Informático y que, posiblemente, deberíamos llamar Ingeniero de TIC o Telemático. Puesto que esta última definición puede inducir a confusión, en adelante lo denominaremos Ingeniero de TIC (ITIC).

En esta línea de potencial competencia entre ambas titulaciones, cabe decir que han sido las escuelas de telecomunicaciones, las que con más clarividencia han aportado por esta línea. Sin embargo, es evidente que al tratar de abarcar la totalidad de capas, el informático puede competir en mejores condiciones en la capa de las aplicaciones. Materias como Sistemas Operativos, Redes de Ordenadores e Ingeniería del Software deberían definir sus bazas. Sin embargo, más allá del obvio proceso de que existen dos Ingenierías Superiores y que deben convivir y, en su caso, competir, sería interesante que se articulara un proceso de sinergia entre ambas que en su momento clarificara el papel de la Telemática como una de las demandas profesionales más claras en el próximo futuro. Por ello abogamos por un diálogo profesional entre ambas ramas para encarar esta situación. Somos conscientes que parece existir una posición más abierta al diálogo por parte de los ingenieros informáticos que por la de los ingenieros de telecomunicaciones. Éste es un tema que retomaremos cuando lleguemos al apartado de los colegios profesionales.

La pregunta que nos hacemos es: ¿Debería existir un esfuerzo de clarificación entre los Ingenieros Informáticos y los de Telecomunicaciones, al objeto de delimitar en la medida de lo posible sus respectivos ámbitos de competencia y, en consecuencia, orientar debidamente sus programas de formación universitaria?. 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 nosotros encargados universitarios de la formación de informáticos nos

quedará el trabajo de definir unos currícula actualizados y competentes. Nuestro deseo es abrir un debate franco y sincero, para analizar las posibles confluencias.

1.6 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 la totalidad de la formación, de forma que no haya diferencia entre una Escuela Universitaria cuyo objetivo es formar profesionales de las facultades o escuelas superiores cuyo objetivo, en principio debería ser la de formar un profesional de otra naturaleza, mas allá de los años que tengan sus respectivos títulos. La consecuencia que la Universidad se encargue de la totalidad de la formación superior ha creado situaciones que en el caso de la Informática pueden ser nocivas para la profesión.

Siendo importante este problema, de hecho es el que 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, llamadas troncales, que obligan a dar unos contenidos comunes en todas las universidades, cuando la evolución de la tecnología hace que se produzcan nuevas demandas.

No se trata de discutir la solidez de los argumentos, que hagan que una determinada materia troncal debe aparecer o no, cosa nada irrelevante por otro lado, sino de decidir de que conocimientos hay que prescindir para incluir los que hoy, más de 10 años después de aquella lista de troncalidades, hay que incluir, habida cuenta de la evolución de la profesión y de la evolución de las ciencias y tecnologías relacionadas con la informática. No es ocioso que este debate se esté dando en Informática, cuando no aparece en absoluto en otras titulaciones, como por ejemplo las licenciaturas donde las cosas parecen mucho más estables, aunque bien es cierto con una menor demanda social.

El candidato a profesor universitario esta condenado a mantener una posición conservadora, pues constantemente tiende a referirse a la troncalidad a la hora de mostrar sus conocimientos para la obtención de una plaza (y a partir de ahora parece que será obligatorio), ya que parece que es lo que se considera como fundamental para los futuros profesionales informáticos. De hecho pensamos que los planes de estudios presentan unas inercias que los hacen casi incompatibles con el conocimiento adecuado de la evolución de la tecnología

El profesor universitario debe reconocer que la Informática es una rama del conocimiento humano que se ha desarrollado en buena medida al margen de la universidad y, en consecuencia, no es razonable ignorar el papel de la empresa privada en el desarrollo de la Informática.

La prevalencia de la preocupación de la Investigación en detrimento de la actualización profesional, es uno de los puntos que más nos preocupan. Existe la necesidad de mantener un equilibrio entre ambos objetivos, a lo cual no ayuda en absoluto el actual sistema de provisión de plazas y de medida de productividad. Conscientes de la envergadura de estos últimos puntos, queremos dejar aquí su enumeración, al objeto de conocer cual es el grado de reacción colectiva que se produce entre nuestros colegas.

Frente a ello la pregunta acerca de 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 pueda 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 te lo ha concedido y las certificaciones correspondientes que se consiguen, tras los estudios.

Hay que pensar que la introducción de nuevos cursos sobre TIC y campos relacionados con ellas, ya sean de conversión o consecutivos, ayudará a las universidades a captar un mayor número de estudiantes, y a la industria y a la sociedad a reducir de forma importante la escasez de capacidades profesionales en las empresas europeas del sector, aunque seamos consciente que la demanda del mercado de trabajo ya no es lo espectacular que era hace ahora 1 o 2 años.

1.7 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, por cierto, no es específica de nuestro país.

En España conviven en ella 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 mismo en el Sistema Español:

- Ciclos formativos de FP
- Ingeniería Técnica, con dos especialidades: Gestión y Sistemas
- Ingeniería en Informática, que, en cierta manera, aunque no totalmente ha venido a sustituir a los licenciados en informática, de la misma forma que los ingenieros técnicos han venido a hacerlo con los diplomados (con lo que además se introduce un factor de confusión semántica que no es el momento de analizar).

Ya hemos dicho que, aunque la duración y contenido de todos ellos no puede confundirse, no es menos cierto que entre ellos no queda suficientemente definida su diferenciación profesional lo que acaba incidiendo en el mundo profesional.

A esta multiplicidad de títulos hay que añadir, la presencia de la Ingeniería de Telecomunicaciones, que presenta 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.

La procedencia heterogénea de lo que ahora llamamos genéricamente Ingenieros Informáticos, no se produce sólo en el campo de la práctica profesional. Una simple revisión de la lista de Catedráticos de las tres Áreas de Conocimiento más significativas del ámbito informático, Arquitectura y Tecnología de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos, y Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, muestra que en la actualidad más de las dos terceras parte de Catedráticos de Universidad, tienen sus títulos universitarios iniciales en enseñanzas no estrictamente informáticas y lo mismo se puede decir de más de la mitad de los Titulares de Universidad.

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 mejor a cada una de las demandas locales, o en forma de certificación como mecanismo, tanto de negocio interno como de reforzar su presencia casi monopolística del mercado. Los ejemplos de Microsoft, Sun, Oracle o Cisco son, en sus distintas aproximaciones, 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. Estos títulos acaban teniendo una especie de sello universal, que hace que sean una referencia para las multinacionales, que acaban apreciándolos en todos los países, sin preocuparse excesivamente de las peculiaridades del sistema educativo de cada estado. Por otro lado, es evidente que muchas de estas certificaciones actúan en muchas ocasiones, como estudios de postgrado, bien pagados por la propia empresa o bien por el propio individuo.

Finalmente, además de la iniciativa PAFET, a nuestro entender ya superada por la caída laboral del mercado, hay que referirse a las titulaciones que, con carácter no reglado, se están impulsando desde las entidades responsables de la educación. Vamos a citar dos ejemplos, 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 ánimo 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 de dos formas: o bien tratándolo de regular en alguna medida, o, por el contrario, dejándolo que funcione con la actual mecánica y que sea cada mercado o sector concreto el que decida cual es el profesional que se adapta mejor a sus necesidades. Es el momento de apuntar que, incluso en USA, las asociaciones de ingeniería han reforzado el proceso para la acreditación de las distintas titulaciones de ingeniería, a las cuales se han sometido, sin ninguna dificultad las universidades más prestigiosas de nuestro campo (Ver www.ieee.org)

1.8 LOS COLEGIOS PROFESIONALES Y LOS SECTORES DE ACTIVIDAD DE LOS PROFESIONALES.

No es nuestra intención defender la existencia a ultranza de un Colegio profesional, pero creemos que no pueden olvidarse las condiciones de contorno de nuestro país, donde los Colegios Profesionales de Ingeniería juegan un papel importante en el desarrollo de la profesión. Más allá de lo que cada uno piense, los Colegios de Ingenieros Industriales, de Telecomunicaciones, Aeronáuticos, de Caminos, Canales y Puertos, de Arquitectos, etc., son actores activos en nuestro ordenamiento jurídico y, en consecuencia, la última ingeniería llegada a la lista, la de Informática, debe plantearse su posición frente a estos agentes sociales.

Hay que empezar haciendo notar que el Ingeniero Informático no reúne, "a priori", las mismas condiciones que otras ingenierías. Así, por el ejemplo, el ejercicio libre de la profesión "con firma" es mucho menor que la que puede darse en otras carreras técnicas y, lo que es más significativo, no parece que la certificación profesional, asociada a la firma del profesional, sea demandada por nadie. Por ejemplo, un proyecto constructivo debe ir avalado en nuestro país por la firma de un profesional colegiado, acreditando el Colegio la pertenencia al mismo del profesional que firma. Sin embargo, ello no ocurre cuando hablamos de una instalación de ordenadores o de un proyecto software, por complejo y costoso que sea. En el caso del ingeniero informático sucede que se utiliza mucho software libre (o pirata) de cuyo

funcionamiento nadie tiene una última responsabilidad profesional o incluso penal y de forma contractual; es más, cuando esta responsabilidad se pueda dar, es siempre la empresa la responsable y nunca aparece el responsable nominal de la obra. Con estas reflexiones cabe decir que el futuro papel de los Colegios Informáticos está por definir, en el sentido hispánico del tema. Otra cuestión es su conversión en o coexistencia con asociaciones profesionales más próximas a las de carácter científico, que tan bien han funcionado en los USA (ACM, IEEE).

Con el único objeto de sistematizar la discusión, vamos a admitir que un Ingeniero Informático en nuestro país, puede trabajar en cuatro ámbitos:

- La empresa privada (nacional o multinacional) en calidad de asalariado.
- En la administración como funcionario o contratado
- En la práctica libre de la profesión, en una situación de autónomo o similar.
- En algún Centro Tecnológico, que puede ser universitario o no, bien en plantilla o con contrato por proyecto.

En el primer grupo se encuentran alrededor del 80% de los Ingenieros Informáticos. Su situación profesional es tan diversa como lo son las empresas que las emplean. Sin embargo, es importante señalar que se ha tenido muy poca realimentación desde este mundo empresarial hacia los contenidos académicos (Volveremos mas tarde sobre este punto). Las empresas privadas demandan profesionales bajo dos ópticas:

- como consecuencia de que la empresa utiliza herramientas que le son propias y, por lo tanto, tiene especial cuidado en controlar la formación de expertos en ellas, lo cual provoca que parte de la formación la proporcionará la propia empresa,
- como una especie de "chico informático para todo", que resolverá problemas profundamente dispares, desde el funcionamiento del sistema informático, hasta el consejo cuando no la responsabilidad definitiva en decisiones estratégicamente importantes, tales como la salida de la empresa a Internet, etc.

El documento PAFET hace aportaciones muy importantes y significativas a esta cuestión y a él nos referimos.

Observemos que, en ambos casos, la formación previa con la que se incorpora el joven a la empresa va perdiendo peso a lo largo del tiempo, ya que parece mucho más importante el desarrollo y productividad que tenga dentro de la empresa que el dominio de una formación básica. Podrá argüirse que ésta no es una situación exclusiva de los informáticos, pero la citamos como especialmente relevante, ante la fuerza del desarrollo tecnológico que, rápidamente hace obsoletos los conocimientos del ingeniero y la tendencia al cambio de empresa y de trabajo que se da. En el entorno informático, no sólo se cambia mucho de trabajo sino de tipo de trabajo y esto es específico de esta profesión. No puede pensar en un médico que pase de traumatología a cardiología, con la facilidad con la que un informático pasa de hacer informática de gestión a software para Internet. Queremos apuntar que no tenemos la garantía de que un título oficial sea algo más que una referencia en el actual mercado de trabajo.

Respecto al trabajo en la administración, ahí habrá que clarificar los puestos estrictamente para Ingenieros Informáticos de ambos niveles; en este sentido parece bastante significativo la forma como se están ocupando las plazas de profesores de esta materia en la enseñanza secundaria.

La práctica libre de la profesión es un fenómeno que se da cada vez con menor frecuencia. La consultaría, tan adecuada a este tipo de trabajo, esta siendo ocupada por grandes empresas que

utilizan sus firmas de referencia, de forma que la especialización por libre aparece cada vez menos factible. Este *freelance*, tan común en otras culturas, parece desenvolverse con gran dificultad en nuestro entorno y ello puede suponer la pérdida de puestos de trabajo en el sector.

Finalmente está el profesional ubicado en un centro tecnológico sea este público o privado. En este caso parece existir una clara prevalencia de Ingenieros en Informática, ya que se supone que para estas carreras profesionales el título superior se considera como un requisito imprescindible.

2 PARTE- II. OBJETIVOS

2.1 EL PUNTO DE PARTIDA DE ESTA COMISIÓN

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

- Las TIC en su conjunto forman una unidad, que no permite diferenciar desde el principio de los estudios, lo que aquí en España se mueve en entornos separados; esto es, las Ingenierías en Informática, de un lado, y de Telecomunicaciones, de otro.
- La necesidad que hay que incorporar en el perfil de los nuevos profesionales otros conocimientos no estrictamente técnicos. El estudio PAFET los llama, capacidades personales y las descompone en competencias 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.

Respecto al primero vamos a abordarlo con una cierta extensión ya que incide plenamente en una discusión como la que nos ocupa. El aspecto b) siendo muy importante, en principio creemos que supera los estrictos límites de la discusión universitaria. Sin embargo, este es un tema extensamente desarrollado en los documentos básicos de la bibliografía que estamos manejando. El tercero debe ser una consecuencia de los resultados que se obtengan, tanto de la estricta aplicación de la declaración de Bolonia, como de los resultados de la reflexión asociada al primer punto considerado.

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 (y posiblemente también en el caso de Telecomunicaciones, aunque ello merece una mayor interacción con los compañeros de estas Escuelas) hay que llevar adelante las recomendaciones de Bolonia en el sentido que habría que adoptar una estructura en forma de un único primer ciclo, de una duración de 3 o 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.

Antes de entrar en el desarrollo de esta discusión estrictamente universitaria, convendría analizar los contenidos de las Formaciones Profesionales que se ofertan en estos momentos. Entendemos que 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.

A nuestro entender, la formación profesional debe abrir un debate profundo con la Universidad a este respecto, pues es evidente que existe una oferta por parte de las multinacionales, que acaban siendo bien aceptadas por el mercado. Pensemos, por ejemplo, con la oferta educativa de Microsoft, la del CCNA de Cisco o la de Oracle, que no presentan ningún prerrequisito y que acaban funcionando. Un ejemplo de todo ello es el acuerdo de los centros de formación profesional de Cataluña para impartir una determinada versión del CCNA y cuyo resultado creemos que hemos de analizar y seguir con interés.

Ello lleva a la necesidad de tratar de establecer una diferencia entre los objetivos que se persiguen con la formación profesional y los correspondientes a la formación universitaria, especialmente en lo que se refiere al TPC que propone Bolonia. No nos atrevemos a dar una contestación inmediata a ello, y consideramos que es un tema que hay que abordar con cierta rapidez..

2.2 UNA NOTA ACERCA DE LA ACTUAL COYUNTURA

Durante los últimos tres años, hasta hace doce meses, la profesión ha vivido un momento de extraordinaria demanda que ha proyectado una imagen según la cual discusiones como la planteada en el presente documento parece que pueden ser un tanto inútiles, pues se tenía la sensación de que "todo el mundo se colocaba" (y por ende se colocará) y, en consecuencia, 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, digamos Guadalajara y Valladolid, vive 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 y aquí se para esta situación, pues 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. En la práctica, esto significa que Madrid y, en menor medida, Barcelona se han convertido en importadores de mano de obra informática de una cierta calidad, mientras que, en el resto de Comunidades Autónomas, se detecta un proceso de "emigración" ante el ofrecimiento de puestos de trabajo locales poco atractivos o de permanencia en el lugar de origen en situación de subempleo.
- 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 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. No estamos de acuerdo, con las cifras anunciadas por determinadas consultoras, referidas a la necesidad de informáticos, a pesar de que han tenido eco en el Gobierno. Hay que tomarlas con cierto cuidado, pues una revisión de las mismas indica que existe necesidad de usuarios con conocimientos profundos, más que ingenieros autónomos en el sentido profesional que vamos a utilizar en este documento. A modo de ejemplo, observemos que cuando la UE anuncia que: "Los trabajadores europeos sufren enormes carencias en formación para el empleo de nuevas tecnologías", a continuación añade que ello ocurre especialmente en el aprendizaje básico del uso de un ordenador personal. La mayoría de los ciudadanos aprenden a utilizar un ordenador en su propia casa, ya que en sus puestos de trabajo no reciben esa formación, afirma el estudio, presentado por el Ejecutivo comunitario a los ministros de Empleo y Telecomunicaciones de la Unión Europea (UE) en la localidad sueca de Lulea. Sin embargo, el empleo profesional de un ordenador es la principal razón para aprender a utilizarlo, destaca la Comisión Europea, cuyo informe señala que el 45% de los trabajadores comunitarios emplean uno en su puesto de trabajo. Sólo un 16.7% de los trabajadores cuentan con formación para el empleo de ordenadores personales en su propio lugar de trabajo, a pesar de que casi la mitad del total tienen que utilizarlo obligatoriamente. Los políticos que oyen, pero no parecen entender, producen consecuencias de la noticia del siguiente cariz: "El informe fue examinado en el Consejo informal de ministros organizado por la presidencia sueca de turno de la UE y en el que se constató la grave carencia de profesionales cualificados en el sector de las nuevas tecnologías". El estudio es un informe de seguimiento del titulado Estrategias para empleos en la sociedad de la información y tiene datos actualizados hasta principios de 2001. Sus autores se muestran sorprendidos por la falta de una educación estructurada para facilitar el empleo en esta área.

- 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 asumir dos hipótesis, la primera que exista un primer ciclo 3-4 años para las TIC, tanto para los Ingenieros de Telecomunicaciones como para los Ingenieros en Informática, para luego producir un amplio abanico de Segundos ciclos. Si este ejercicio no resulta satisfactorio podemos trabajar suponiendo que exista una carrera universitaria en Telecomunicaciones diferenciada desde el inicio de otra de Informática.

Como estamos hablando de la Integración de perfiles de capacidades genéricas de TIC, como primer escalón, tomaremos la definición de los perfiles de capacidades genéricas que deben integrarse.

3.1 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE NUEVOS CURRICULA DE TIC

El ámbito de competencia profesional de los graduados pueden 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 (figuran los períodos de prácticas en la industria, así como proyectos y trabajos de tesis).

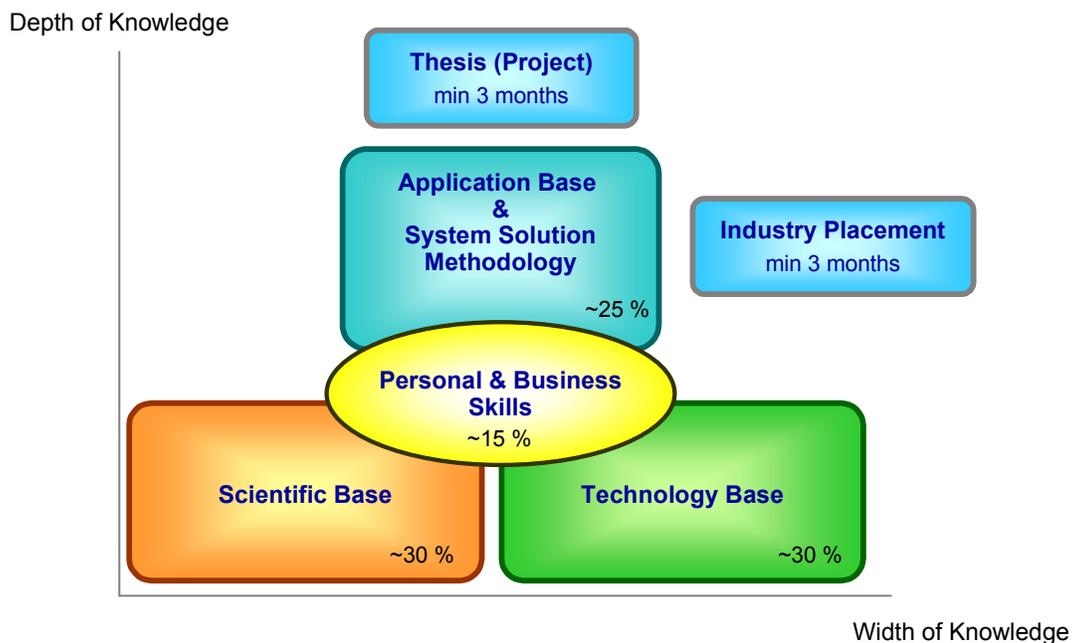


Figura 2. Ámbito de competencia, mostrando el contenido del currículum de ingeniería de TIC.

Está claro que no todo el mundo puede convertirse en un experto en todas las áreas. En general, un conocimiento amplio es sólo posible el nivel más básico. La especialización hasta alcanzar el nivel más alto de conocimiento y el pleno dominio de un área sólo suele ser posible en un área específica.

3.1.1 La necesidad de conocimientos básicos generales.

Las cualificaciones técnicas necesarias tienen como base un amplio espectro de conocimientos en matemáticas, ciencia y tecnología. Tales conocimientos básicos son

esenciales para un entendimiento general de los procesos naturales y su utilización en aplicaciones técnicas; en cualquier caso, sirven también como fundamento para adquirir conocimientos más amplios y profundos en un campo de aplicación especializado.

Esa amplia base es también un importante requisito previo para que los graduados puedan comunicarse eficazmente con colegas de otras áreas por medio de un ‘lenguaje técnico’ común.

Así pues, el núcleo de las cualificaciones que deben adquirirse en un programa de TIC constará de una base científica y otra tecnológica; es decir, un amplio espectro de conocimientos matemáticos, científicos y técnicos. Ese núcleo debe extenderse a todos los temas considerados, sentando así las bases para una futura movilidad profesional. La enseñanza de estas cualificaciones esenciales no debe ser excesivamente profunda, sino dar a los estudiantes una perspectiva equilibrada; también les debe enseñar la forma de adquirir por su cuenta los conocimientos adicionales que necesiten, tanto durante sus estudios como en su futura vida profesional.

3.1.1.1 Base científica recomendada (30%)

La base científica abarca los principios fundamentales relacionados con los conceptos utilizados en las empresas de TIC. Además de una base científica y matemática, la primera debe facilitar la comprensión de los métodos científicos utilizados para el análisis y el diseño.

3.1.1.2 Base tecnológica recomendada (30%)

La base tecnológica se centra más en proporcionar una visión general de las distintas tecnologías disponibles, las funciones que pueden realizar y sus ventajas y limitaciones. Además de estudiar las posibilidades que ofrecen las tecnologías actuales, los estudiantes deben recibir algunas ideas sobre la posible evolución de la tecnología en el futuro.

La correcta adquisición de una base amplia de conocimientos durante los estudios de TIC es muy importante, puesto que la experiencia demuestra que las lagunas en los conocimientos son difíciles de llenar una vez iniciada la carrera profesional.

Al considerar qué proporción del currículo debe dedicarse a estos temas básicos, la evaluación realizada indica que podría conseguirse un compromiso óptimo en la enseñanza de TIC dedicando cerca de un 30 % del curso a cada uno de estos temas básicos: la ciencia y la tecnología. En la figura 2 se muestran estos elementos.

3.1.1.3 Relación entre las bases científicas y tecnológicas.

Desde luego, estos temas no deben enseñarse de forma aislada. Es importante insistir en los vínculos que existen entre las bases científicas y las tecnológicas, para evitar que los estudiantes perciban que hay teorías sin utilidad práctica, tecnologías sin base analítica o tecnologías sin conexión con otras tecnologías. Se considera que todos los graduados en TIC necesitan esta base sólida y amplia de ciencia y tecnología.

3.1.1.4 Base de aplicaciones y pensamiento sistémico recomendada (25%)

En cualquier caso, esta base no basta, por sí misma, para asegurar la competencia profesional en el sector empresarial. Para atender las demandas del puesto de trabajo, los graduados en TIC necesitan adquirir también en profundo conocimiento básico de sus campos de especialización, un conocimiento general de los métodos de resolución de problemas y, finalmente, el conocimiento de aplicaciones particulares según las demandas del lugar de trabajo para el perfil de ese puesto en particular.

El conocimiento general en profundidad de un área de aplicación proporciona al graduado una visión general de todo el ámbito de la tarea, la capacidad para ver cómo encaja su solución particular en la solución del sistema global y las competencias necesarias para dominar los problemas de la interfaz.

Son requisitos básicos en este caso el conocimiento de las funciones del sistema en el campo en cuestión, y la comprensión de las posibilidades tecnológicas (hardware y software) para realizar o implantar esas funciones con la ayuda de métodos de procedimiento.

Ante la creciente complejidad de los aparatos, equipos y sistemas modernos, es cada vez más importante ser capaz de ver las cuestiones en su conjunto, pensar en términos de sistemas y comunicarse a nivel de sistemas con todos los que trabajan en un mismo proyecto y con los clientes. Nuestra recomendación es que se dedique cerca del 25 % del currículo a esta área, denominada en la figura 2 base de aplicaciones y metodología para la solución de sistemas.

3.1.1.5 Capacidades personales y empresariales (15%)

Éste es un elemento clave que debiera componer cerca del 15% de un currículo TIC.

El sector empresarial está seriamente preocupado por el hecho de que las universidades no presten la atención suficiente a las capacidades personales y empresariales en sus actuales currículos de TIC. Nuestra recomendación al respecto es que éstos se diseñen de forma que contemplen la aplicación y el desarrollo continuos de las capacidades personales y empresariales por medio de proyectos en equipo, simulaciones comerciales, negociaciones, presentaciones, etc., a lo largo de todo el curso. Al unir este aprendizaje implícito a la retroinformación y la instrucción facilitadas por conferenciantes invitados, no sólo sobre los aspectos académicos, sino también sobre la facilidad con que se adquieren y desarrollan esas capacidades, debe proporcionar el estímulo de formación permanente necesario para desarrollar estas capacidades, que son vitales para una carrera profesional en el campo de las TIC. Debe también prestarse una atención especial a la integración de la enseñanza de estas capacidades personales y empresariales esenciales en áreas temáticas más técnicas. Nosotros recomendamos que al menos el 15% del currículo se dedique a capacidades personales y empresariales.

3.1.1.6 Experiencia de trabajo en prácticas: mínimo de tres meses (8 créditos)

Debemos mencionar también otros dos elementos básicos de un currículo de TIC bien estructurado. No basta con aprender cuestiones técnicas o de otra índole y aprobar los exámenes; las técnicas tienen que utilizarse en situaciones reales. Es muy importante insistir en las conexiones que existen entre diferentes aspectos, fomentar una concepción amplia de los sistemas e ilustrar las limitaciones prácticas, tecnológicas y humanas de la resolución de problemas en el mundo real.

Además, los problemas relacionados con los derechos de propiedad intelectual y el secreto comercial deben ser resueltos por las empresas, para que no reduzcan las oportunidades de trabajo de los estudiantes en el sector.

Para llegar a conocer mejor cómo funciona el sector empresarial, el consorcio recomienda que los estudiantes realicen prácticas empresariales durante un período mínimo de 3 meses. Eso no sólo les dará experiencia en la resolución de problemas reales, sino que también les ayudará a determinar con mayor claridad el tipo de trabajo que les gustaría encontrar después de su graduación. Por otra parte, puede ofrecerles la oportunidad de establecer contactos y relaciones en beneficio mutuo.

3.1.1.7 Trabajo en proyectos: mínimo de tres meses (10-12 créditos)

El trabajo en proyectos en la universidad es vital para adquirir estas capacidades profesionales, y nuestra recomendación es que se dediquen al menos 3 meses al proyecto y a la tesis relacionada con el mismo. La dificultad de evaluar el trabajo de estudiantes individuales cuando se realizan proyectos en equipo es algo admitido. No obstante, cierta experiencia de trabajo en equipo en un proyecto real es un elemento esencial para una buena enseñanza de las TIC. Las instituciones académicas tienen que hacer frente al reto de la evaluación y la concesión de créditos al trabajo en equipo de los estudiantes. Puesto que todas estas capacidades se consideran capacidades básicas esenciales en el sector, éste ha desarrollado ya medios de evaluarlas y mejorarlas en sus empleados. Las instituciones académicas podrían beneficiarse de la experiencia que tienen las empresas en la evaluación de tales capacidades.

El ciclo de creación, distribución, formación y utilización de conocimientos se está haciendo cada vez más corto. Esto, a su vez, hace necesarias la capacitación continua de los trabajadores y la actualización de los contenidos aprendidos.

Como resultado, tienen que diseñarse nuevos currículos que reflejen nuevos contenidos, objetivos de formación, metodologías de enseñanza, certificación y procesos formativos relevantes. Estos currículos deben atender las necesidades de los estudiantes tradicionales a tiempo completo, así como las de los estudiantes menos convencionales a tiempo parcial y los estudiantes mayores.

Para atender a todos estos requisitos los currículos de TIC necesitan una estructura flexible con una base modular, de manera que puedan adaptarse fácilmente a diferentes grupos objetivo, a distintas necesidades de perfiles de capacitación profesional y a la rapidez con que se producen los cambios.

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).

3.2.1 Establecimiento de los requerimientos de entrada

Al inicio del proceso de la educación superior, hay estudiantes con un determinado perfil y nivel de calificación de entrada. En los cursos del primer ciclo, el nivel y la calificación de los estudiantes se han adquirido a través de la educación secundaria hasta la edad de 18 años. Los cursos de segundo ciclo se establecerán sobre el grado del primer ciclo. La universidad debe definir claramente la calificación de entrada requerida para cada programa que ofrezca, especificando los conocimientos, habilidades y capacidades que se espera que tengan los alumnos.

Los requerimientos o expectativas de entrada, donde existan, deben reflejar la política y los objetivos del programa, pero deben considerar, también, el rendimiento del proceso de la enseñanza secundaria, que precede a la educación universitaria. El principal grupo afectado es el de los profesores de la universidad, los profesores de las escuelas primarias y secundarias, los ministros de educación, los alumnos y sus padres.

Se sugiere que la universidad organice una comunicación permanente entre los grupos, especialmente con las escuelas primarias y secundarias, para aumentar la capacidad de los

estudiantes de primer año para responder adecuadamente a los objetivos del currículo universitario.

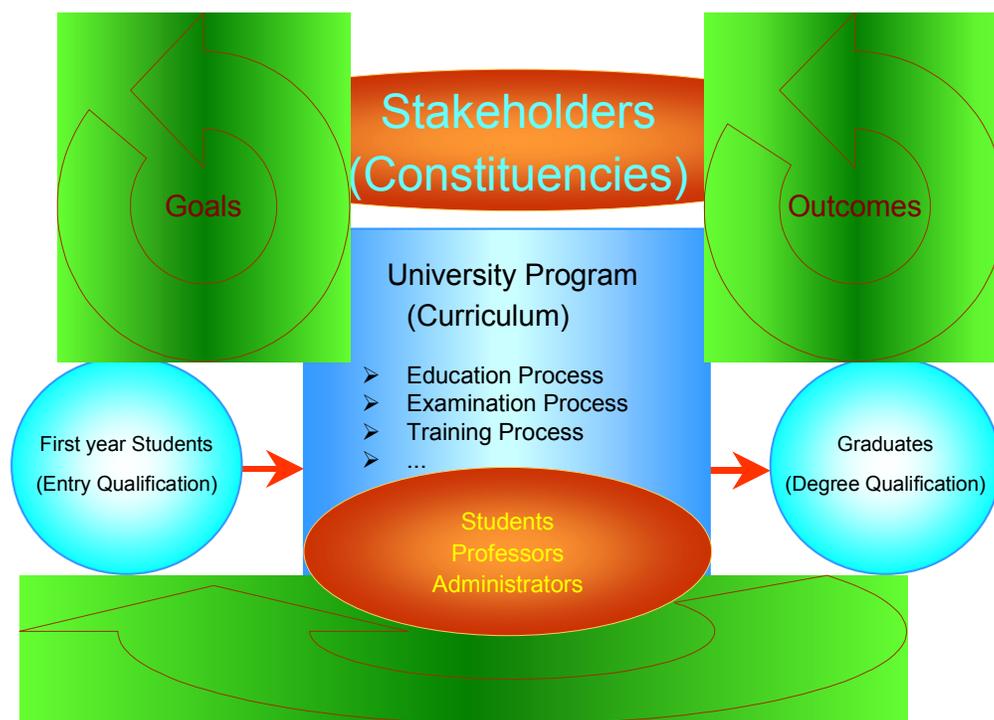


Figura 3. El proceso de la educación universitaria.

3.2.2 Definición de las salidas

La salida del proceso de educación universitaria es un graduado con una calificación de grado y unas determinadas habilidades, que deben calificarle para trabajar en el sector de las TIC. El nivel y el perfil de conocimientos deben ser relevantes para las exigencias del mercado de trabajo. Por consiguiente, la calificación del graduado debe describirse como un conjunto de habilidades requeridas para el ejercicio de la profesión, más que como un listado de conocimientos adquiridos durante el proceso educativo. Los principales grupos afectados son los profesores de la universidad, los representantes de la profesión (por ejemplo, la industria), asociaciones industriales y profesionales, cuerpos de acreditación (colegios profesionales), gobierno y los propios alumnos.

Se recomienda que los profesores de la universidad organicen un segundo lazo de comunicación permanente entre los grupos, especialmente los responsables de las empresas locales, aunque pueden ser también operadores globales, para ajustar continuamente las salidas a las necesidades de la profesión, para mantener las salidas actualizadas y para mejorar la posibilidad de empleo de sus graduados. Una valiosa entrada para definir las salidas de los currícula de TIC son los perfiles descritos en el capítulo anterior.

3.2.3 Definición del proceso de calificación

El núcleo del proceso de calificación es el programa de la universidad (currículum), cuyo objetivo es llenar la separación entre la entrada y los requerimientos de la salida. Un currículum ideal se enfoca estrictamente sobre las salidas, elevando la calificación de los estudiantes desde la entrada a un nivel de graduado claramente definido.

El currículum define el proceso de educación (la secuencia de clases adecuadas y de ejercicios que transmiten conocimiento), el proceso de examen (que evalúa los logros de los alumnos) y el proceso de aprendizaje (que ayuda en la práctica de estos conocimientos y en el desarrollo de las habilidades).

Los protagonistas internos de todos estos procesos son estudiantes, profesores y el resto de personal académico y administrativo. Externamente, los representantes de la industria se implican siempre que los estudiantes realicen algún tipo de prácticas en sus establecimientos. La calidad de este proceso depende en gran manera de la coordinación entre los subprocesos así como entre los protagonistas implicados y los bucles de realimentación establecidos a todos los niveles.

3.2.4 Implementación del control de calidad del currículum

Las universidades deben establecer un proceso de control de calidad con resultados documentados, y la información recogida debe aplicarse a mejorar el programa. Tal proceso debe realimentarse de los estudiantes evaluando como los cursos correspondían con los objetivos de salida y si el recubrimiento que han obtenido los estudiantes en el curso, corresponde a los correctos conocimientos y capacidades para el trabajo profesional. El proceso de controlar la calidad debe también obtener realimentación de la industria averiguando las competencias de los antiguos estudiantes en las áreas de técnica y de comportamiento después del reclutamiento. Se sugiere, por ejemplo, que petición de realimentación podría enviarse a todos los estudiantes después de su graduación y a sus patronos algún tiempo después, entre uno y tres años más tarde.

3.3 ESTRUCTURA DE LOS CURRICULA

En general, ningún currículum puede preparar a los estudiantes para realizar actividades a nivel de experto en todos los perfiles de capacidades. No obstante, todos los currículos de TIC 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. Por otra parte, debe proporcionarse una cualificación de mayor calado a los grupos de perfiles de capacidades que sean bastante similares y tengan en común una serie de requisitos de conocimientos y capacidades profesionales. Esta cualificación de mayor nivel debe cumplir normalmente los requisitos de un perfil de capacidades genéricas escogido y contener los conocimientos y capacidades relacionados con ese perfil. En consecuencia, se propone que el currículum de TIC conste de módulos organizados jerárquicamente:

- conjuntos de módulos básicos;
- conjuntos de módulos básicos específicos de un área;
- conjuntos de módulos no obligatorios (optativos).

En el área de los conocimientos técnicos:

- los módulos básicos representan la base científica y tecnológica que constituye el fundamento de todos los perfiles de cualificación de TIC. Representan también conocimientos que cambian con lentitud. Se recomienda incluir una selección de estos módulos en el primer año de estudio;
- los módulos básicos específicos de un área representan la base tecnológica y técnica específica del área tecnológica del grupo de perfiles de capacidades básicas escogido.

Representan también conocimientos sujetos a cambios rápidos. Se recomienda que estos módulos se impartan en el segundo año de estudio, como muy pronto;

- los módulos optativos reflejan conocimientos sujetos a cambios muy rápidos, por lo que se quedan anticuados en un plazo de 3-5 años. Reflejan nuevos conocimientos de tecnología e ingeniería. Estos módulos sirven para proporcionar un enfoque especializado y profundo y para igualar las diferencias, lo que confiere flexibilidad y la posibilidad de especializarse en algunas áreas;
- las capacidades conductuales y empresariales deben adquirirse a lo largo de todos los años de estudio, empezando ya desde el primer semestre. Principalmente, deben integrarse en la enseñanza de temas técnicos. Cuando se necesiten módulos adicionales, éstos deben seguir la misma estructura que la del área de conocimientos técnicos.

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 aun nivel avanzado. La figura 4 presenta la estructura genérica de un modelo de currículum.

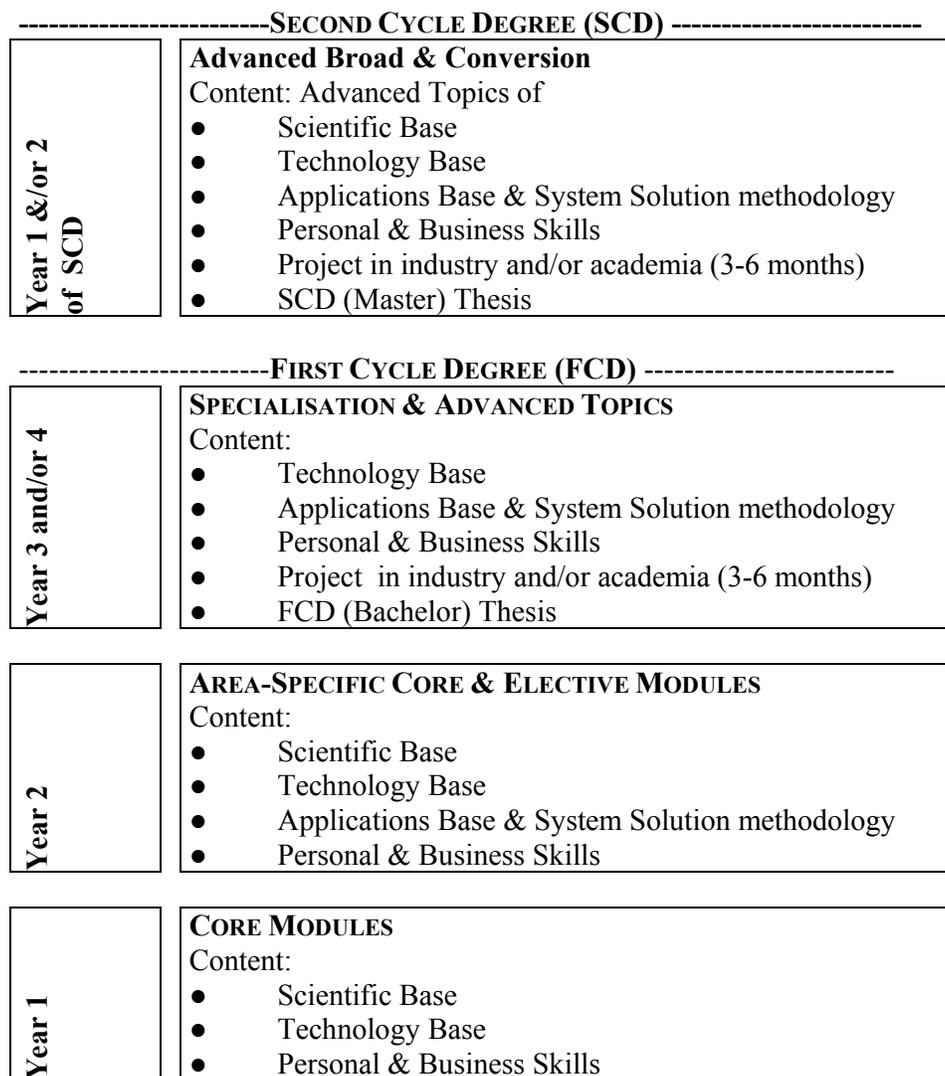


Figura 4. Estructura genérica de los currícula de TIC

Se puede, no obstante, clasificar las áreas de macro-perfiles propuestos por ICEI en los cuatro grandes grupos (conceptualizadores, desarrolladores, modificadores, técnicos de soporte). El resultado es el siguiente:

- Conceptualizadores: Especialista de Sistemas, Consultor de Soluciones, Diseño de Producto, Arquitectura y Diseño Software.
- Desarrolladores: Desarrollo de Aplicaciones software, Diseño Multimedia, Diseño de Redes de Comunicaciones, Ingeniero de Radiofrecuencia, Diseño Digital, Ingeniero de Comunicación de Datos, Diseño de Aplicaciones para Procesamiento Digital de Señal.
- Modificadores: Integración y Prueba,
- Técnicos de soporte: Soporte Técnico.

Desde esta perspectiva, los perfiles propuestos descansan fundamentalmente en la categoría de desarrolladores. Ello, en parte, es debido a que las necesidades se manifiestan por empresas dedicadas fundamentalmente al desarrollo de productos. No son empresas usuarias que pueden haber identificado otras necesidades diferentes. Es cierto, asimismo, que es esa categoría la que sufre de forma más acuciante la evolución de la tecnología.

4 PARTE IV: INGENIERÍA DE TIC

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. Puesto que este trabajo ya está hecho, se invita a las universidades a utilizar como punto de referencia los perfiles de capacidades básicas genéricas de TIC propuestos por el consorcio Career Space [SPAC02]. Dichos perfiles son:



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

- 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.

Algunos de estos perfiles se sitúan en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicaciones, mientras otros lo están en la de Ingeniería en Informática y otros en ambos. Ello hace que se produzca una serie de competencias en este ámbito, que hasta ahora no han creado excesivos problemas, por la buena situación del mercado laboral, pero que pueden llegar a ser más serias, ante la paralización parcial que se está registrando en este momento en el mercado.

Obsérvese que, como muestran las figuras 5 y 6, existe una demanda creciente en terrenos aparentemente equidistantes de ambas ingenierías y que la industria cree que serán importantes en un futuro próximo. Ello, en su conjunto, soporta el proyecto de analizar la posibilidad de montar una ingeniería primer ciclo en TIC, que diera acceso a una serie de títulos o especialidades de segundo ciclo en la línea marcada por Bolonia.

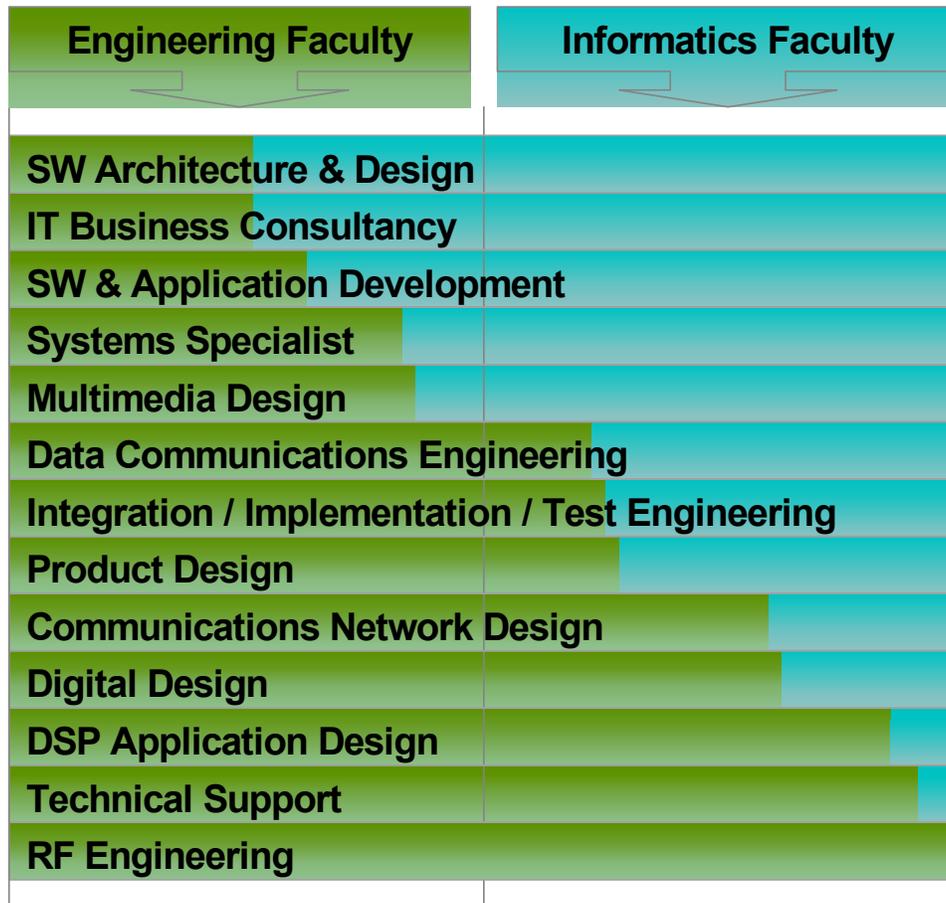


Figura 6. Situación actual de la formación de origen en el recubrimiento de los nuevos perfiles de formación en TIC.

La primera consecuencia que se extrae de las mismas es la dificultad de disponer de una base común para la identificación de perfiles. Nombres similares pueden incluir conocimientos muy diferentes y, sin embargo, nombres muy diferentes pueden ser prácticamente equivalentes.

Pongámonos en la primera hipótesis y tratemos de dar los contenidos que son comunes:

- Física
- Matemáticas
- Estadística

- Programación: Estructura de Datos y Algoritmos
- Sistemas de Comunicaciones
- Redes
- Sistemas Operativos
- Arquitectura de Ordenadores y Periféricos.
- Ingeniería del Software.
- Organización de empresas.
- Bases de datos
- Gestión de Proyectos.
- Legislación y Ética.
- Proyecto Fin de Carrera.

A falta de un análisis más detallado, parece razonable con un máximo de 4 años dar un título donde su titular pueda simultáneamente:

- Tener un desarrollo profesional acorde con las demandas que pueden preverse y que lo diferencie de otras ingenierías.
- Estar en condiciones de acceder a un título de TSC.
- Poder seguir el desarrollo de las nuevas tecnologías que puedan aparecer en el campo de las TIC.

En el caso, que se consiguiera definir este título de Ingeniero de TIC, habrá que definir los correspondientes títulos de segundo ciclo. Existen diferentes formas de integrar perfiles de cualificación, según las capacidades de educación y de I + D, y la misión y los objetivos de cada universidad. Si se comienza por los perfiles de capacidades genéricas básicas definidos por el consorcio Career Space [SPAC02], suponiendo que quieran cubrirse todos los perfiles definidos y recordando la existencia de dos currícula tradicionales de TIC, uno relacionado con la ingeniería de telecomunicaciones y el otro con la ingeniería informática, una solución sencilla consistiría en formar tres grupos. Si colocamos en un lado los perfiles con mayor contenido de ingeniería informática, los perfiles con mayor contenido de ingeniería de telecomunicaciones en el otro, y, en el centro, los perfiles conjuntos o mixtos; es decir, el currículo integrado comprendería el grupo de capacidades profesionales que requieren conocimientos de ambas ingenierías tradicionales, así como capacidades empresariales. Una posible agrupación sería la que aparece en la tabla 1.

El diseño del currículo es responsabilidad de cada institución. Puede ser bastante especializado, centrándose en uno o dos de los grupos profesionales propuestos, o más general, centrado en un área multidisciplinaria más amplia. El contenido o materia de los grupos anteriores sería:

- predominantemente temas de un curriculum multidisciplinar, que integre, además, capacidades empresariales así como de capacidad de transferencia a otros perfiles;
- predominantemente un curriculum multidisciplinar integrado por componentes importantes de informática, ingeniería electrónica y de telecomunicaciones, con una importante componente de capacidades conductuales y empresariales;

- predominantemente temas de ingeniería de ingeniería de electrónica en un currículo multidisciplinar que comprenda también capacidades conductuales y empresariales.

Ingeniería informática	Perfiles mixtos	Tecnología de la información
Arquitectura y Diseño Software	Especialista de Sistemas	Ingeniero de Radiofrecuencia
Desarrollo de Aplicaciones Software	Diseño Multimedia	Diseño de aplicaciones de Procesamiento Digital de Señal
Consultor de soluciones TIC	Ingeniero de Comunicación de Datos	Diseño Digital
	Ingeniero de integración y prueba o de implementación y prueba	Soporte Técnico
	Diseño de Producto de Comunicaciones	
	Diseño de Redes de Comunicaciones	

Tabla 1. Agrupación de los perfiles profesionales

Agrupados de esta forma, el grupo 1 y el grupo 3 representan el área más amplia de los currícula de TIC, Ingeniería Informática y de Telecomunicaciones, actuales, mientras que el grupo 2 correspondería a la franja innovadora de los nuevos currícula de TIC que no existen en la actualidad, pero que, según algunos estudios, se necesitan con urgencia para atender la gran demanda de graduados con determinadas cualificaciones especializadas en el sector empresarial.

Ingeniería de software	Ingeniería de sistemas informáticos	Ingeniería telemática	Ingeniería de tecnología de la información
Arquitectura y Diseño Software	Consultor de soluciones TIC	Diseño de Redes de Comunicaciones	Ingeniero de Radiofrecuencia
Desarrollo de Aplicaciones Software	Especialista de Sistemas	Ingeniero de Comunicación de Datos	Diseño de aplicaciones de Procesamiento Digital de Señal
Diseño Multimedia	Ingeniero de integración y prueba o de implementación y prueba	Soporte Técnico	Diseño Digital
			Diseño de Producto de Comunicaciones

Tabla 2.

Existen también otras soluciones posibles, como, por ejemplo, la integración de los trece perfiles de capacidades genéricas básicas en cuatro conjuntos asignados a áreas que

podríamos denominar (tabla 2) de Ingeniería de software, de Ingeniería de sistemas informáticos, de Ingeniería telemática y de Ingeniería de tecnología de la información.

Ese tipo de agrupamiento haría más fácil, por ejemplo, encontrar temas comunes en módulos básicos específicos de un área. Esto es lo que hemos intentado en el esquema que sigue. Para mayor detalle puede consultarse [SPAC02].

4.1.1 Ingeniería de software

Este grupo comprende los perfiles de: Arquitectura y Diseño Software, Desarrollo de Aplicaciones Software, y Diseño Multimedia.

4.1.1.1 Arquitectura y Diseño Software

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Establecimiento de los requerimientos del Mercado o de las necesidades de la empresa
- Concepción de la arquitectura
- Desarrollo modelos de requerimientos claros, concisos, precisos y coherentes
- Extensión de los modelos de análisis para resolver las restricciones del sistema
- Diseño de soluciones
- Diseño y verificación de prototipos
- Definición de especificaciones detalladas
- Creación de planes de mantenimiento e implementación
- Mejora de productos

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Sistemas Operativos
- Lenguajes de programación
- Sistemas de tiempo real (por ejemplo, las funciones de control de un teléfono móvil)
- Software para el control de dispositivos específicos (por ejemplo, la gestión de un coche)
- Sistemas de gestión de bases de datos que permitan la creación, recuperación y gestión de grandes conjuntos de datos
- Sistemas para controlar grandes computadores y redes
- Software para el control de la operación de máquinas de juegos (excluyendo los juegos)
- Software para permitir el uso de Internet (por ejemplo, un navegador)
- Herramientas para el desarrollo de aplicaciones
- Software para el control de la operación de una red de comunicaciones

4.1.1.2 Desarrollo de Aplicaciones Software

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Aplicación de métodos modernos de diseño y de las herramientas de desarrollo asociadas

- Desarrollo del código y algoritmos de comprobación y/o aspectos de tiempo real de una forma modular de trabajo que siga una estructura planificada
- Análisis de las rutinas y módulos del sistemas, del comportamiento, del tamaño de memoria, etc. de sistemas informáticos
- Soporte de la gestión del proyecto
- Construcción del sistema y de los subsistemas de acuerdo con el diseño y la estructura desarrollada y establecimiento modular
- Construcción de prototipos del sistema o de sus partes
- Cooperación con los arquitectos y diseñadores del sistema
- Diseño de la verificación de los módulos, participando en el diseño de la verificación de la integración e instalación. Ejecución de la integración, de la verificación de la integración y de la instalación
- Desarrollo y/o aplicación de un procedimiento de control de versión, de un procedimiento de instalación y realización de un conjunto de documentación completo. Adición de documentos relevantes como boletines de versión
- Ejecución de la instrucción técnica al sistema, la instalación del sistema de la verificación final del sistema.
- Evaluación y disposición del mantenimiento y soporte
- Especificación de los requerimientos del usuario y de los requerimientos funcionales
- Establecimiento de un plan de acción para el diseño estructural, el desarrollo del código y las otras fases del ciclo de desarrollo del software

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Sistemas Operativos
- Lenguajes de programación
- Sistemas de tiempo real (por ejemplo, las funciones de control de un teléfono móvil)
- Sistemas informáticos empresariales (por ejemplo, planificación de los recursos de una empresa)
- Aplicaciones sobre Internet (como comercio electrónico)
- Sistemas administrativos y financieros
- Sistemas técnicos para control de máquinas y otros sistemas de automatización industrial
- Herramientas de desarrollo para software de sistema y de aplicación
- Sistemas de bases de datos para intercambio de datos con las aplicaciones
- Tecnología de redes en sistemas de tiempos real así como en entornos multi-servidor
- Ingeniería del software
- Tecnología de componentes software
- Mejora y mantenimiento de aplicaciones

4.1.1.3 Diseño Multimedia

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Análisis de las necesidades de la empresa o de los clientes
- Identificación, interpretación y evaluación de los requerimientos y restricciones específicas
- Identificación de los medios disponibles
- Diseño de interfaces de usuario
- Gestión –con clientes, miembros del equipo y agencias externas– de los desarrollos interactivos e integración de los factores humanos y de las interfaces de usuario para el diseño visual
- Creación de prototipos, simulaciones o entornos virtuales con varias tecnologías multimedia
- Rediseño y adaptación de los productos existentes para ajustarlos en los sistemas multimedia
- Creación y/o integración de los elementos media
- Producción de gráficos, animación, audio, táctil, video-contenidos, etc.
- Identificación del tiempo y otras restricciones
- Integración, planificación y coordinación de la verificación de aceptación, instalación en el sistema del cliente con entrenamiento y soporte

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Tecnologías de interacción hombre-máquina (por ejemplo, táctil)
- Tecnologías, gráfica, vídeo, audio, etc.
- Sistemas operativos, convenios para el diseño de interfaces de usuario y para clientes web
- Lenguajes específicos para aplicaciones multimedia (por ejemplo, HTML, Java, etc)
- Software para permitir el uso de Internet (por ejemplo, navegadores)
- Software de correo electrónico
- Herramientas específicas para aplicaciones multimedia

4.1.2 Ingeniería de sistemas informáticos

Este grupo comprende los perfiles de: Consultor de soluciones TIC, Especialista de Sistemas, y Ingeniero de Integración y Prueba o de Implementación y Prueba.

4.1.2.1 Consultor de soluciones TIC

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Definición de requerimientos de negocio para una solución de TIC
- Definición de la estrategia de las TIC para el negocio (que puede ser, por ejemplo, las mejoras formas de capitalizar sobre las últimas tecnologías de Internet o de teléfono móvil). Participación en la planificación de las necesidades del negocio y de su proceso estratégico.

- Identificación y definición de oportunidades para simplificar, mejorar o rediseñar los procesos del negocio usando soluciones de TIC.
- Análisis, planificación, configuración y desarrollo de soluciones de TIC
- Revisión y coordinación de diversos aspectos de la solución incluyendo el flujo de información, la seguridad de datos, la recuperación del negocio, la implementación del sistema y la gestión del cambio
- Definición y aseguramiento de la implementación de estándares y proceso a través de la organización in soporte de las soluciones.

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Comercio electrónico e Internet
- Telefonía y redes móviles
- Tecnología de hardware (Computadores / Terminales / *Middleware*)
- Plataformas de aplicación (por ejemplo, SAP R/3, Lotus Notes/Domino, SQL Server, Oracle)
- Modelado (por ejemplo, negocio, datos, proceso)
- Construcción, creación e integración de soluciones de servicio (para el servicio de aplicación)
- Despliegue de la solución de servicio
- Entrega del servicio (operaciones /soporte)

4.1.2.2 Especialista de Sistemas

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Análisis de los requerimientos de TIC de los clientes para determinar la mejor selección y configuración del producto. La mejor solución se basará en proporcionar los dispositivos y el rendimiento requeridos a un coste aceptable y disponible para las escalas de tiempo de los clientes
- Respuesta a los requerimientos del cliente dando presentaciones y preparando propuestas formales.
- Asesoramiento y guía en el uso, operación y diseño de sistemas o soluciones usando productos específicos. Esto podría ser escribiendo artículos o informes, respondiendo cuestiones o demostrando como funcionan los programas.
- Diseño y ejecución de *benchmarks* para demostrar la capacidad de los sistemas. Un *benchmark* es una medida del comportamiento del sistema para una carga de trabajo dada y repetible.
- Uso de herramientas de dimensionamiento y diseño para determinar las configuraciones apropiadas de los productos
- Planificación, configuración, adecuación al cliente, y entonado de estos productos para los clientes.

- Diseño, organización y entrega del conocimiento del producto, transferencia de conocimientos y sesiones de educación a otros técnicos especialistas en su compañía y sus asociados del negocio
- Trabajo con especialistas de ventas para ayudar a lograr los objetivos de negocio propios de la compañía
- Trabajo con especialistas de integración e implementación y desarrolladores de software y aplicaciones para dimensionar adecuadamente los esfuerzos de trabajo
- Trabajo con gestores de proyecto para determinar escalas de tiempo y costes apropiados

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Sistemas computadores comerciales (por ejemplo, basados en UNIX, o NT)
- Computadores paralelos de altas prestaciones
- Estaciones de trabajo para aplicaciones técnicas (por ejemplo, para visualización)
- Subsistemas tales como discos, procesadores, memoria y/o adaptadores
- Redes de área local, incluyendo encaminadores y puentes, y protocolos tales como TCP/IP
- Redes de área amplia (por ejemplo, X25, *frame* relay, etc.)
- Sistemas operativos (por ejemplo, NT, UNIX)
- Sistemas de gestión de bases de datos
- *Middleware* tales como procesadores de transacciones
- Aplicaciones de autorización de Internet (por ejemplo, servidores web, *fire walls*)
- Aplicaciones tales como recursos humanos, planificación de la producción, soporte de las decisiones, centro de llamadas, ingeniería asistida por computador, etc.

4.1.2.3 Ingeniero de Integración y Prueba o de Implementación y Prueba

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Organización, gestión y ejecución de la integración de los servidores de desarrollo y operativos
- Organización, gestión y ejecución de comprobaciones de migración de los servidores de desarrollo y operativos.
- Configuración del producto / sistema para satisfacer las necesidades del cliente
- Diseño y ejecución de comprobaciones significativas del comportamiento para probar su capacidad
- Estimación de la cantidad de trabajo requerida del equipo de integración / implementación
- Coordinación de las acciones de los distintos especialistas que participan en el proyecto
- Aseguramiento que el producto / sistema funciona como estaba definido.
- Participación en la transferencia del conocimiento al proceso de producción
- Participación en la formación del cliente
- Especificación de las herramientas de extremo-a-extremo para la integración del sistema

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Sistemas operativos
- Conocimientos significativos del área en que se ha de desplegar el sistema, por ejemplo, en telecomunicaciones será necesario tener conocimientos de los estándares y redes de telecomunicación
- Sistemas de gestión de bases de datos
- Protocolos de redes y de Internet (por ejemplo, http, X25, TCP/IP, etc.)
- Herramientas y métodos de verificación
- Metodologías y herramientas de ingeniería de sistemas

4.1.3 Ingeniería telemática

Este grupo comprende los perfiles de: Ingeniero de Comunicaciones de Datos, Diseño de Redes de Comunicaciones, y Soporte Técnico.

4.1.3.1 Ingeniero de Comunicaciones de Datos

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Trabajo con clientes para determinar los requerimientos de equipo y servicios (tales como, movilidad, protocolos de Internet, telefonía sobre IP, videoconferencia sobre IP y seguridad)
- Desarrollo de arquitecturas de red para satisfacer los requerimientos del cliente
- Simulación y análisis de soluciones arquitecturales
- Identificación de oportunidades para el desarrollo de nuevos productos de Internet
- Asistencia en la especificación de arquitecturas hardware apropiadas como base de nuevos productos
- Desarrollo de arquitecturas software que se adecuen a la plataforma hardware propuesta y que satisfacen los requerimientos del cliente
- Decisión si construir o comprar los componentes software necesarios
- Diseño, desarrollo, comprobación e integración del software para el nuevo producto
- Ingeniería y solución de problemas

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Procesadores embarcados, arquitecturas hardware, medios de transmisión (cableados e inalámbricos) e interfaces hardware, sistemas operativos de tiempo real, IP, algoritmos distribuidos, cálculo paralelo, WWW (por ejemplo, http, cgi, navegadores, servidores, etc.) UNIX y simulación y análisis de redes.
- Arquitectura de la infraestructura de radiofrecuencia

4.1.3.2 Diseño de Redes de Comunicaciones

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Trabajo con clientes para analizar sus requerimientos de comunicaciones y para determinar la solución más eficiente con respecto a su coste

- Trabajo conjunto con proveedores para tener conocimiento de sus productos y para informarles de los futuros productos que necesitará el diseñador
- Trabajo con colegas de ventas y marketing para desarrollar las relaciones de cliente y lograr los objetivos de negocio de la compañía.
- Respuesta a los requerimientos del cliente para dar presentaciones y preparar propuestas formales
- Asesoramiento y guía en el uso, operación y diseño de sistemas o soluciones usando productos específicos
- Diseño, construcción y uso de prototipos para comprobar y demostrar la funcionalidad
- Uso de herramientas de diseño asistido por computador para optimizar la eficacia de un diseño
- Dimensionamiento del tamaño de las redes para satisfacer las demandas de los clientes
- Diseño, organización y entrega del conocimiento de productos, transferencia de experiencias y sesiones de formación en productos a otros especialistas técnicos en su compañía y sus proveedores y clientes
- Soporte y trabajo con ingenieros de integración y verificación para que comprendan el diseño.
- Solución de problemas

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Redes móviles
- Redes digitales inalámbricas
- Tecnologías IP
- Tecnologías de transmisión SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) y PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)
- Enlaces de micro-ondas
- Redes de conmutación e inteligentes
- Arquitectura de *backbone*
- Sistemas de transmisión óptica de alta velocidad
- Encriptado
- *Firewalls*

4.1.3.3 Soporte Técnico

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Instalación, configuración y verificación de nuevos sistemas operativos, nuevo software de aplicaciones y mejoras de software existente
- Evaluación, verificación e instalación de hardware
- Monitorización y mantenimiento de computadores y redes

- Documentación de los procedimientos de instalación y configuración y planificación del mantenimiento
- Solución de problemas del sistema y la red
- Interacción con los usuarios para conocer sus problemas y necesidades técnicas
- Interacción con vendedores para conocer sus productos tecnológicos y resolver aspectos técnicos
- Gestión de la solución del sistema con los usuarios
- Búsqueda de alternativas de solución técnica y de soluciones de implementación
- Operación del computador y de la red
- Ejecución de aplicaciones de red para dar soporte al sistema y a los usuarios
- Respuesta a, o transmisión al personal apropiado de, las preguntas de los usuarios y realimentación
- Documentación de los aspectos del usuario y hacer recomendaciones para formación de los usuarios
- Recomendaciones para mejoras del sistema
- Participación en revisiones técnicas, reuniones del equipo de trabajo y realización de funciones de comunicación apropiadas
- Soporte a nuevas aplicaciones
- Trabajo en laboratorios simulando las redes del usuario
- Priorización y gestión de las actividades abiertas en cada momento

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Sistemas operativos de estaciones de trabajo
- Sistemas *mainframe*
- Sistemas operativos de mainframe
- Sistemas de redes
- Sistemas operativos de red
- Software de Internet
- Aplicaciones de software de oficina
- Software de correo electrónico
- Software de solución de problemas
- Periféricos
- Redes de telecomunicación

4.1.4 Ingeniería de tecnología de la información

Este grupo comprende los perfiles de: Diseño de Producto, Diseño Digital, Diseño de aplicaciones de Procesamiento Digital de la Señal, y Ingeniero de Radiofrecuencia.

4.1.4.1 Diseño de Producto

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Verificación e integración de nuevos productos
- Selección de materiales y componentes apropiados
- Identificación de los requerimientos de comportamiento y de las restricciones específicas
- Formación y entrenamiento continuos hasta alcanzar la experiencia requerida

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Diseño de circuitos analógicos y digitales
- Procesado de la señal
- Planificación de la alta frecuencia
- Electrónica analógica y digital

4.1.4.2 Diseño Digital

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Participación en la definición de arquitecturas, traducción de las partes digitales a diagramas de circuitos como entradas para el diseño y desarrollo de circuitos impresos y circuitos integrados. Verificación y prueba de las realizaciones iniciales.
- Uso de estos circuitos para verificación e integración del sistema y verificación de los niveles bajos del software y manejadores de las plataformas hardware mediante software
- Mantenimiento de contacto estrecho con los diseñadores implicados en el desarrollo de circuitos que sirvan de interfaz con su solución
- Documentación de los resultados de su trabajo y creación de documentación de usuario
- Soporte de los usuarios en el diseño mediante formación, respuesta a cuestiones y dando soporte técnico
- Uso de equipos y herramientas de soporte actuales para la medida
- Diseño de algoritmos de procesado de la señal para implementación en hardware

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Diseño de circuitos, emuladores de sistemas
- Circuitos CMOS, circuitos de señales mixtas
- Microprocesadores,
- DSPs (Digital Signal Processors),
- FPGAs (Field Programmable Gate Array's),
- PCBs (Printed Circuit Boards),
- Circuitos integrados estándar, simulación de circuitos

4.1.4.3 Diseño de aplicaciones de Procesamiento Digital de la Señal

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Mantenimiento actualizado de la información sobre los desarrollos técnicos en este campo, seguimiento de los trabajos de estandarización con respecto a los algoritmos y mantenimiento de contacto estrecho con la investigación realizada en las universidades
- Uso eficiente de herramientas de simulación para comprobar el comportamiento de las señales
- Generación de requerimientos y especificaciones
- Diseño de software para procesamiento de la señal y de filtros digitales en ensamblador u otros lenguajes, dependiendo de la aplicación
- Codificación e implementación del software
- Preparación de la integración del sistema y realización de la verificación
- Entrega de nuevas entradas para la especificación de nuevos núcleos de procesamiento digital de la señal
- Uso de herramientas estándar de desarrollo de hardware y software de computadores

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Procesado digital de la señal
- Sistemas embarcados
- Aplicaciones de tiempo real
- Tecnología de comunicación inalámbrica
- Tecnología de simulación de sistemas

4.1.4.4 Ingeniero de Radiofrecuencia

Las tareas asociadas con este perfil serían:

- Participación y seguimiento de la especificación del sistema o arquitectura para comprender como funciona el sistema y como el propio subsistema de radiofrecuencia (entrada y salida de reales) se relaciona con el resto del sistema
- Especificación del subsistema para traducir los requerimientos derivados del nivel superior (especificación del sistema) en especificaciones técnicas más detalladas de como debe funcionar internamente para crear las respuestas requeridas (salidas) a determinadas señales de entrada
- Integración de subsistemas de radiofrecuencia en el sistema completo
- Selección de materiales y componentes para asegurar que se usan los componentes más apropiados (tecnológicamente avanzados, fiables, compatibles y de posiblemente de bajo coste). Hay que considerar también la posibilidad de su fabricación.
- Simulación de diseños con la ayuda de modelos informatizados antes de la realización de prototipos físicos
- Diseño de circuitos y subsistemas, a menudo, en paralelo con la simulación
- Aseguramiento que se cumplen en el diseño los requerimientos de fiabilidad: ello incluye los aspectos de compatibilidad electromagnética, seguridad, manufacturabilidad y diseño térmico

- Diseño en planta: diseño de la distribución física en planta del circuito y los componentes sobre el circuito impreso
- Especificación de la verificación para definir sus métodos, casos y resultados. Ello debe hacerse para reflejar las especificaciones originales
- Verificación de unidades: verificación de cada unidad de acuerdo con las especificaciones de la verificación, buscando las causas de posibles fallos y resolviendo los problemas
- Participación en las revisiones del diseño para asegurar que se realiza de acuerdo con los procedimientos establecidos y las exigencias de calidad
- Participación en la especificación y soporte de los procesos y herramientas de ingeniería

Las principales áreas tecnológicas asociadas con este perfil serían:

- Receptores
- Transmisores
- Transceptores
- Fuentes de alimentación
- Sintetizadores
- Osciladores
- Convertidores analógico-digitales
- Diseño de circuitos digitales
- Tecnología ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*)
- Procesadores digitales de la señal
- Antenas, Filtros digitales y analógicos, Amplificadores, Amplificadores de potencia, Mezcladores

5 PARTE V: INGENIERÍA INFORMÁTICA

En el caso que se decida mantener la independencia de la Informática con respecto de las Telecomunicaciones, entonces el paradigma recomendado es el propuesto conjuntamente por ACM y del IEEE-CS [CHAN01] sobre la formación en las distintas ramas de la informática que van desde la formación teórica hasta las aplicaciones pasando por los conceptos ingenieriles típicos de la informática tanto en su aspecto hardware como en el software.

Este capítulo, pues, deberá basarse en las citadas recomendaciones conjuntas de la ACM y del IEEE-CS sobre la formación en las distintas ramas de la informática.

En este ámbito se prevén cuatro orientaciones:

- Informática teórica (*Computer Science*), cuyos planes están completos y pueden encontrarse en [CHAN01]
- Ingeniería informática (*Computer Engineering*), cuyo grupo de trabajo todavía no ha publicado ninguna entrega de material
- Ingeniería de software (*Software Engineering*), cuyo grupo de trabajo ha iniciado los trabajos y cuyos primeros informes pueden encontrarse en [LEBL02]
- Ingeniería de sistemas de información (*Information Systems*), cuyo grupo de trabajo todavía no ha publicado ninguna entrega de material, pero que transitoriamente puede aprovecharse la información que aparece en [DAVI97]

Este capítulo deberá desarrollarse una vez estén completos los cuatro curricula previstos y puedan adaptarse a las circunstancias de nuestro entorno universitario ya que el material definitivo cubre el ámbito que, tal vez, es el que tiene menos interés para la formación de profesionales informáticos que sean útiles en el mercado de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAN01 C. Chang et al.: Computing Curricula 2001. Computer Science. Final report. <http://www.computer.org/education/cc2001/>
- DAVI97 G. Davis, et al.: Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. <http://www.is2000.org/rev/review1.html>
- LEBL02 R. LeBlanc, et al.: Computing Curricula. Software Engineering. <http://sites.computer.org/ccse/>
- LEON01 G. León et al.: Propuesta de Acciones para la Formación de Profesionales de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones para las Empresas del Sector (PAFET). ANIEL, COIT, MEC, 2001.
- SPAC02 Career Space: Curriculum Development Guidelines. <http://www.career-space.com>