



Departament d'Organització
d'Empreses

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS

TESIS DOCTORAL

**“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA
DETERMINACIÓN Y EL APRENDIZAJE DE
LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS CLAVE
DEL/ LA INGENIERO/A TIC Y PERCEPCIÓN
DIFERENCIAL DEL MERCADO ENTRE EL
GRADO Y EL POSTGRADO O MÁSTER ”**

**Doctoranda: ARIADNA LLORENS GARCIA
Director: DR. XAVIER LLINÀS AUDET**

Vilanova i la Geltrú, Julio de 2012

ÍNDICE

Agradecimientos.....	5
1 PRESENTACIÓN.....	6
2 UNIDAD TEMÁTICA DE LA TESIS DOCTORAL POR COMPENDIO	11
3 ESTADO DEL ARTE.....	13
3.1 <i>Las competencias genéricas en las ingenierías TIC.....</i>	<i>13</i>
3.1.1 El concepto competencia profesional:	13
3.1.2 El concepto competencia genérica (o transversal):.....	15
3.1.3 El sector TIC.....	19
3.1.4 Las competencias genéricas y el sector TIC	28
3.2 <i>Estrategias y técnicas didácticas.....</i>	<i>41</i>
3.2.1 El Espacio Europeo de Educación Superior.....	41
3.2.2 Los métodos pedagógicos.....	43
3.2.3 Clasificación de los métodos docentes.....	45
3.2.4 Las metodologías centradas en la participación del alumno	49
3.2.5 El aprendizaje de las competencias genéricas.....	52
4 METODOLOGÍA DE TRABAJO	55
4.1 <i>Metodología de trabajo: fase 1.....</i>	<i>56</i>
4.2 <i>Metodología de trabajo: fase 2.....</i>	<i>57</i>
4.2.1 Formulación de las posibles hipótesis de trabajo.....	59
4.3 <i>Metodología de trabajo: fase 3.....</i>	<i>60</i>
5 RESULTADOS	63
5.1 <i>Primera selección y evaluación de la importancia de las competencias genéricas TIC, según división de Mintzberg.....</i>	<i>63</i>
5.2 <i>Importancia de las competencias genéricas para el sector TIC en España</i>	<i>65</i>
5.3 <i>Diferencias de valoración de las competencias genéricas entre el ingeniero TIC graduado y el ingeniero TIC de postgrado o máster.....</i>	<i>66</i>
5.4 <i>Análisis del papel de la universidad tecnológica española en la adquisición de competencias</i>	<i>67</i>
5.5 <i>Evaluación de los métodos docentes según si desarrollan las competencias genéricas clave.....</i>	<i>69</i>
5.6 <i>Determinación de las competencias genéricas clave desarrolladas por cada método docente.....</i>	<i>70</i>
5.7 <i>Determinación de los métodos docentes que más desarrollan cada competencia genérica clave.....</i>	<i>71</i>
5.8 <i>Agrupación de los métodos docentes que aseguran el desarrollo de las competencias genéricas clave de forma más eficiente.....</i>	<i>72</i>

6	CONCLUSIONES.....	73
7	LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	76
8	PUBLICACIONES REALIZADAS EN EL CAMPO Y CITACIONES.....	77
9	BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA.....	80

ANEXOS (Relación de artículos que conforman el compendio):

ANEXO 1

Llorens, A; Llinàs, X & Sabaté, F.; “The Professional and Interpersonal Skills Required by ICT Specialists”. *IT Professional*, vol. 11, no. 6, pp. 23-30, Nov./Dec. 2009. DOI: 10.1109/MITP.2009.132

ANEXO 2

Llorens, A.; Llinàs, X.; Ras, A. & Chiaramonte, L.; “ICT skills gap in Spain: Industry expectations versus university preparation” *Computer Applications in Engineering Education*, iFirst 29 Jun 2010. DOI: 10.1002/cae.20467.

ANEXO 3

Llorens, A.; Llinàs-Audet, X. & Ras, A.; "Higher education needs for the information and communication technology Spanish market, *Intangible Capital*, Vol.7, No.2, pp.306-328, May 2011. DOI: 10.3926/ic.2011.v7n2.p306-328.

Índice de Tablas

Tabla 1 -	Contribución de las TIC al PIB Mundial	21
Tabla 2 -	Número total de trabajadores en el sector TIC y audiovisuales en España.....	27
Tabla 3 -	Artículos más veces citados.....	31
Tabla 4 -	Revistas donde se publican los artículos más veces citados.	32
Tabla 5 -	Listado de competencias transversales según el Libro Blanco de la Informática..	36
Tabla 6 -	Las cinco competencias más valoradas por las empresas según el Libro Blanco de la Informática.....	37
Tabla 7 -	Las cinco competencias más valoradas por los titulados según el Libro Blanco de la Informática.....	37
Tabla 8 -	Las cinco competencias más valoradas por los profesores según el Libro Blanco de la Informática.....	37
Tabla 9 -	Relación entre competencias transversales según Proyecto ANECA vs PAFET..	38
Tabla 10 -	Distinción de competencias según la Asociación de Amigos de la Universidad Politécnica de Cataluña.....	40
Tabla 11 -	Aprendizaje centrado en el estudiante vs aprendizaje convencional.	42
Tabla 12 -	Relación entre modalidades y métodos según M. M. Díaz.....	46
Tabla 13 -	Relación entre modalidades y metodos según A. Fernández.....	48
Tabla 14 -	Perfil del encuestado	59
Tabla 15 -	Caracterización de la muestra según subsector TIC	59
Tabla 16 -	Las 20 competencias genéricas para los profesionales TIC.....	63
Tabla 17 -	Resumen de capacidades más y menos valoradas para el Grupo Vértice estratégico.....	64
Tabla 18 -	Resumen de capacidades más y menos valoradas para el Grupo Línea media .	64
Tabla 19 -	Resumen de capacidades más y menos valoradas para el Grupo Núcleo de operaciones.....	64
Tabla 20 -	Las competencias genéricas clave para los ingenieros/as TIC.....	66
Tabla 21 -	Competencias más valoradas y menos valoradas. Fuente: Elaboración propia.	66
Tabla 22 -	Resultado del panel de expertos.....	69
Tabla 23 -	Competencias genéricas clave más desarrolladas por cada método docente.....	70
Tabla 24 -	Métodos docentes que más desarrollan cada competencia genérica clave	71
Tabla 25 -	Agrupación de los métodos docentes que aseguran el desarrollo de las competencias genéricas clave de forma más eficiente	72

Índice de Figuras

Figura 1 - El modelo 4C	15
Figura 2 - Comparación de la evolución entre el crecimiento del mercado TIC y el crecimiento del PIB de la Unión Europea.....	22
Figura 3 - Valor del “Hipersector TIC” español en 2008.....	23
Figura 4 - Crecimiento del hipersector TIC español en %	24
Figura 5 - Porcentaje de titulados que están trabajando en el sector TIC.....	25
Figura 6 - Porcentaje de titulados Universitarios que trabajan en el sector TIC	26
Figura 7 - Evolución temporal de los puestos de trabajo en el sector español de las telecomunicaciones	28
Figura 8 - Metodología de perfiles PAFET	35
Figura 9 - Estilos de aprendizaje	45
Figura 10 - Topografía de Horváth: Aproximaciones al aprendizaje activo	52
Figura 11 - Importancia de las competencias genéricas para el sector TIC en España	65
Figura 12 - Papel que juega la Universidad Tecnológica Española: Adquisición vs. Importancia de la competencia genérica clave.....	68

Agradecimientos

En el largo periplo profesional y vital que ha significado la realización de esta tesis doctoral, he recibido numerosas ayudas y consejos. Pero es seguro que, a mi director de tesis, el profesor Xavier Llinás, es a quién más le debo. Sin él, su comprensión y afecto, más allá de su guía y conocimiento, difícilmente hubiera completado este proceso. Cada artículo aceptado, cada congreso, su amistad y consejo estaban a mi lado para cualquier duda.

No puedo dejar de destacar a los coautores de las diferentes publicaciones que han elaborado esta investigación, muy especialmente a los profesores Ras, Sabaté, Gómez, Olivella y Berbegal que efectivamente han cooperado con su experiencia y capacidades.

También a multitud de compañeros del departamento, el profesor Sallán, hoy director, con quien empecé mi vida académica en Terrassa. A mi muy querido compañero ya jubilado, el profesor Joan Coll, y a mi compañera de despacho, la profesora Marta Díaz.

Muchas horas de clase y de inicio de investigación en Terrassa, una sección que aún hoy añoro, y que me llevó al centro adscrito de la Caixa Terrassa, cuyo director Jordi Balcells, es aún amigo y confidente.

Y luego, por fin, la sección de Vilanova. Dónde tengo la gran suerte de poder colaborar transversalmente con casi todos los departamentos. Debo destacar que en mi época de subdirectora, el gran equipo del director Enric Trullols, me animaba constantemente a buscar un espacio para seguir investigando.

Y hablando de directores, quiero agradecer su gran labor a Josep Coll, Lluís Cuatrecasas y Joan Mundet, profesores excepcionales, que han tenido la difícil, y no siempre agradecida, tarea de dirigir un gran grupo humano que es nuestro Departamento de Organización de Empresas, del que tanto me enorgullece formar parte.

También compañeras que no quiero dejarme, por que la parte administrativa, para mi, siempre es la más compleja, y que me han ayudado muchísimo Elena Esteve, Ana Belén Cortinas y Nuria Góngora.

Finalmente, el agradecimiento más emotivo y personal, es para mi familia. Mis padres, dos personas únicas, mis hijos Berta, Marçal e Irene...y si llega alguno más...quede aquí dicho, pero sobretodo a mi marido, Josep, mi mejor amigo y mi vida:

“Sense tu podria haver fet possiblement el mateix, però no hagués estat ni tant interessant ni tant meravellós, fer-ho.”

TÍTULO DE LA TESIS:

“PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN Y EL APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS CLAVE DEL/ LA INGENIERO/A TIC Y PERCEPCIÓN DIFERENCIAL DEL MERCADO ENTRE EL GRADO Y POSTGRADO O MÁSTER ”

1 PRESENTACIÓN

Antecedentes:

En febrero de 2003 el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes publicó el Documento - Marco: La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 2003). Este trabajo señalaba que las titulaciones deberían diseñarse en función de unos perfiles profesionales con perspectiva nacional y europea, y de unos objetivos, que hiciesen mención a las competencias genéricas o transversales, y específicas, que se pretendían alcanzar. Dicho estudio era consecuencia de un hecho importantísimo para la universidad europea, el tratado de Bolonia y la entrada en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que hacía necesaria la revisión de los criterios pedagógicos establecidos hasta el momento (CRUE, 2002).

En el año 2005, se presentaba y publicaba en el IX Congreso de Ingeniería y Organización (CIO) promovido por la Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización (ADINGOR) en Oviedo, un estudio del caso donde se analizaban las competencias profesionales y las estructuras organizativas en el entorno de las tecnologías de la información y la comunicación (Llorens, Llinàs, Olivella, 2007). El objetivo de este trabajo era evaluar si las competencias profesionales clave de los ingenieros en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación -a partir de este punto nos referiremos al mismo como sector TIC- coincidían con lo que la literatura relativa al enfoque de las capacidades dinámicas como método de definición de la estrategia, sostiene (Zahra y George, 2002).

Es decir, corroborar que la creatividad, la innovación, la adaptación al cambio y la flexibilidad, son competencias valoradas en los profesionales técnicos que desarrollan su actividad. La respuesta negativa a esta cuestión, hizo que los autores nos planteáramos cuáles eran las competencias más valoradas de los ingenieros del sector TIC.

Poco tiempo después, y bajo el marco del desarrollo de un trabajo de investigación dirigido por el profesor Llinàs, se acotaron cuáles eran los perfiles y las habilidades directivas en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación. En esta ocasión el análisis se llevó a cabo a través de un panel de expertos. Este trabajo, ha dado origen a un artículo publicado en la revista IT-Profesional (Llorens, Llinàs, Sabaté, 2009), que también evidenció ciertos desajustes con la literatura revisada.

A partir de estos trabajos, y tratando de llegar a conclusiones generales y representativas del mercado, también se llevó a cabo un análisis de las ofertas laborales dirigidas al sector TIC a

través de la oficina laboral de la Asociación de Amigos de la UPC de los años 2002 a 2007. Este estudio fue presentado en el V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (Llorens, Llinàs, y Navarro, 2008) y evaluaba unas 1500 ofertas, determinando según la muestra analizada qué competencias genéricas son las más demandadas, en función de la titulación de ingeniería y de si se trataba de un ingeniero técnico o superior.

Este trabajo, que cualitativamente daba pistas interesantes, nos animó a realizar un estudio mucho más amplio y cuantitativamente representativo del sector TIC en España, y que ha generado dos artículos (Llorens, Llinàs, Ras y Chiamonte, 2010) y (Llorens, Llinàs y Ras, 2011) publicados en revistas de relevancia, como son *Computer Applications in Engineering Education* e *Intangible capital*, además de una nueva participación en el Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, en su VI edición (Berbegal, Llorens y Llinàs, 2010).

Los tres artículos citados conforman el compendio que constituye la presente tesis doctoral, y presentan las conclusiones a las preguntas objeto de la misma.

¿Por qué esta tesis? ¿Cuál es “la pregunta”?:

El entorno empresarial actual, es cada vez más complejo y dinámico. Hemos pasado de un entorno estable a otro más turbulento, tanto en lo que se refiere al macro como al micro entorno. Esto se hace evidente en sus principales ámbitos como: globalización, variables políticas, tecnológicas, sociales y económicas, proveedores, clientes, competidores y elementos substitutivos, etc. (Prahalad y Hamel, 1990), (Grant, 1996), (Grant, 1996 bis), (Leonard-Barton, 1995), (Nonaka y Takeuchi, 1995).

Este efecto es especialmente constatable en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), donde el crecimiento en número y la propensión al cambio de dichas variables, implican necesariamente el crecimiento de la incertidumbre y la dificultad en la predicción del comportamiento del mercado.

En este nuevo paradigma, es necesario replantearnos los patrones de competitividad hasta hoy establecidos, especialmente en lo que se refiere a la gestión de los recursos y de las personas. Así lo expone Manuel Castells (Castells, 2005), quien ha defendido que la producción capitalista ha pasado del modelo industrial al modelo informacional. Considera la información como la nueva base material de la actividad tecnológica y la organización social, que cristaliza en el modelo que denomina de sociedad red. También, en este sentido, la Unión Europea camina claramente hacia un sistema productivo basado en la economía del conocimiento, con el objetivo; ya cumplido o no, de convertirse en la sociedad más competitiva del mundo en el pasado año 2.010 (Consejo Europeo de Lisboa, 2000).

En esta línea Castells (Castells, 2005 bis) exponía: “si Europa Occidental y Estados Unidos tienen, frente a los países emergentes, como ventaja comparativa la economía del conocimiento, ello no se debe traducir en formar ingenieros o en desarrollar tecnología electrónica, pues concretamente en dichas líneas de investigación los países recientemente industrializados son perfectamente competitivos, sino que debería tratarse como esencial ciertas ramas sociales como la antropología, la psicología, la sociología, la comunicación, la salud pública, la educación, la arquitectura, el diseño o las ciencias de la administración”. Llegaba, en el mismo artículo, a señalar que “nuestros ingenieros no son mejores que los

chinos pero sí más caros, y en lugar de redescubrir la ingeniería que”, seguía, “ya ha sido reemplazada parcialmente por ordenadores y robots cercanos o indios y chinos lejanos, deberíamos construir la economía del conocimiento invirtiendo en las ciencias sociales y relacionándolas con las escuelas de negocios”.

Si bien, no podemos compartir en conjunto tal razonamiento, no le falta al citado autor, cierto grado de razón. El sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se halla ante una competencia salvaje, donde a la amenaza de los nuevos competidores (países emergentes) se suma la competencia "de siempre" (Estados Unidos, Japón, etc.). Ésto se puede constatar en los recientes informes del EITO¹. De aquí la importancia de trabajar en el aspecto humano de los ingenieros que han de liderar un mercado, que en Europa mueve aproximadamente 882 billones de euros, de los cuales el 7 % pertenece al mercado español en el 2008, según el ya citado observatorio.

En paralelo, debo resaltar que esta tesis doctoral se presenta en un momento histórico, en el que, desde la universidad tecnológica española y europea, se encaran los retos asociados a la consecución del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)². Las ingenierías, en general, y más específicamente, las ingenierías orientadas al sector de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), también gestionan los interrogantes de los nuevos planes de estudios (Suarez Arroyo, 2002), (Asamblea General de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, 2002), que recientemente se han implantado y de los que deberemos, continuadamente, valorar su idoneidad.

Parece, pues, muy oportuno, aclarar cuáles son las expectativas, desde el ámbito de la empresa y los empleadores, en relación a algunos de los principales parámetros educativos que dan respuesta a las necesidades laborales del mercado de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en España, y poder reflejar y evaluar, el desempeño de la universidad hasta el momento, a este respecto.

El nuevo paradigma educativo que representa el denominado comúnmente proceso Bolonia, sugiere diferentes elementos a considerar, uno de ellos hace referencia a la definición del concepto de competencia profesional, tanto en su dimensión genérica como en la específica, como principal elemento de aprendizaje (CRUE, 2002), (De Miquel Díaz, 2006).

Este hecho tiene una connotación relativamente importante en la elaboración de los nuevos grados adaptados al EEES, pero no es tan novedoso como podría a priori parecer, para las titulaciones de ingeniería. Las atribuciones profesionales de los ingenieros determinan la proyección en el terreno laboral de las competencias profesionales específicas que, al finalizar los estudios universitarios, deben ser asimiladas por los egresados. Tal vez, este pueda ser uno de los motivos, por el que el estudio europeo conocido como Proyecto Tuning³ (Gonzalez y Wagenaar, 2003), no haya dado prioridad a los grados de ingeniería.

¹ Observatorio Europeo de la Tecnología de la Información, 2005. <http://www.eito.com/start.html>

² La creación de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) nació en las declaraciones de La Sorbona (1998)² y de Boloña (1999)², donde se inició un proceso de convergencia entre los sistemas nacionales de enseñanza superior que se prevé que se produzca antes del 2010. Este proceso ha reafirmado las siguientes declaraciones: Comunicado de Praga (2001), la Conferencia de rectores de las Universidades Europeas de Salamanca (2001), la convención de Estudiantes de Goteborg (2001) y el comunicado de Berlín (2003), la Conferencia de Bergen (2005) y la Conferencia de Londres (2007) hasta el actual de Lovaina(2009).

³ Tuning Educational Structures in Europe es un proyecto desarrollado con el objetivo de implementar a nivel de instituciones universitarias el proceso que seguirá a la Declaración de Boloña de 1999. Entre otros ámbitos de

No obstante, es en la dimensión transversal o genérica, donde aparecen más interrogantes. Más concretamente, en el sistema universitario del Estado Español, tenemos otro elemento a considerar dado que, hasta el momento, existe una importante distinción profesional entre el ingeniero técnico (nivel de grado) y el ingeniero, hasta hace poco conocido como superior (nivel de máster o postgrado).

El objetivo que persigue este trabajo es el de detectar qué competencias genéricas son clave para que los recién titulados en ingeniería puedan insertarse profesionalmente en el sector TIC, básicamente ingenieros informáticos y de telecomunicaciones, según la demanda del sector en España. Evaluando, al mismo tiempo, si se evidencian diferencias significativas entre el ingeniero de grado y el de máster.

La tesis también cuestiona el papel de la universidad española en este aspecto formativo para el ingeniero TIC recién egresado. Con ello se evaluará si existe un “*gap*” entre las expectativas del sector TIC y el perfil curricular que los titulados reciben, en relación a las competencias profesionales genéricas.

También, se plantea si el sector demanda lo que teóricamente necesita. La lógica podría indicar que debería ser prácticamente lo mismo, pero investigaciones de la autora, han cuestionado este hecho (Llorens, Llinàs y Olivella, 2007), (Llorens, Llinàs y Navarro, 2008) y (Llorens, Llinàs y Sabaté, 2009).

Uno de los tópicos del debate actual sobre la ciencia y la tecnología consiste en determinar los aspectos que han servido para configurar las sociedades modernas y las tradicionales. Tanto los progresos científicos como los tecnológicos han modificado radicalmente la relación de la humanidad con la naturaleza y la interacción entre los seres vivos.

La ingeniería ha llegado hasta el punto de influir sobre la mentalidad de la humanidad. La sociedad de hoy no está cautiva de las condiciones del pasado ni del presente, sino que se orienta hacia el futuro. La ciencia ha pasado a ser un factor clave para el desarrollo social, en prácticamente todos los ámbitos de la sociedad.

En el nuevo entorno de la Educación Superior en Europa, el futuro ingeniero TIC desarrolla su actividad en la Sociedad de la Información y de la Comunicación y por ende en la sociedad del conocimiento, por lo que es imprescindible inculcarle las competencias que contribuyan al desarrollo armónico de esta sociedad.

Así pues, es de vital importancia la formación que reciben los estudiantes de ingeniería, ya que de ella dependen las competencias que finalmente adquirirán. En consecuencia es necesario posteriormente, una vez concretadas cuáles deben ser estas competencias, diseñar una metodología de aprendizaje que favorezca la adquisición de las mismas (Villasevil, López y Rosado, 2001).

Teniendo en cuenta que el interés del presente trabajo viene centrado en las competencias genéricas, y sobre todo, en cómo asegurar su adquisición, seremos muy rigurosos en la elección de las metodologías docentes. Concluiremos, entre otras cosas, que las metodologías

actuación, Tuning se propone determinar puntos de referencia comunes a las universidades europeas para involucrar a las competencias genéricas y específicas de cada disciplina de primero y segundo ciclo en una serie de ámbitos temáticos.

de aprendizaje centradas en el estudiante, también denominadas activas, son las más y mejor adaptadas para la adquisición de dichas competencias.

Es muy interesante señalar que la propuesta metodológica de aprendizaje de competencias genéricas que presenta este trabajo, puede ser extrapolable a otros ámbitos educativos y profesionales, y por tanto, la formulación del modelo podrá aplicarse para identificar propuestas pedagógicas específicas en diferentes contextos de educación superior.

En resumen, las principales aportaciones de la tesis son:

- 1/ Determinar las competencias genéricas más valiosas para los ingenieros TIC (básicamente, de telecomunicaciones e informática) según el sector en España.
- 2/ Identificar si hay diferencias significativas entre las competencias genéricas que el sector TIC demanda en España a los graduados en ingeniería (antes, ingenieros técnicos) y las que solicita a los que obtienen el máster o postgraduado (antes, ingenieros superiores).
- 3/ Evaluar si existe una brecha o “*gap*” entre las expectativas del sector y la formación universitaria que reciben los egresados.
- 4/ Validar si las competencias genéricas que el sector demanda, coinciden con lo que la literatura científica recomienda, en cuanto a estrategia empresarial y formas de mantener la ventaja competitiva, en el sector TIC.
- 5/ Finalmente, determinar la forma más eficiente de asegurar la adquisición de las 10 competencias genéricas clave para los graduados en ingenierías TIC, recién egresados, a través de técnicas de aprendizaje centradas en el estudiante, también conocidas como metodologías activas de aprendizaje.

Es interesante señalar que el conjunto de resultados aportados en este compendio, conforma un estudio único en España y según el estado de arte muy poco y recientemente trabajado, en el contexto internacional. Y, por tanto, es en su conjunto una propuesta singular en la literatura científica analizada hasta el momento en contexto del sector TIC en España.

2 UNIDAD TEMÁTICA DE LA TESIS DOCTORAL POR COMPENDIO

En las diferentes experiencias y trabajos sobre la adaptación de los estudios universitarios hacia un modelo basado en competencias, se desprende cierta inconsistencia a la hora de definir cuáles son las competencias transversales que se desarrollarán en cada titulación y la posterior aplicación a los planes de estudio, generalmente distribuidas entre diferentes asignaturas.

Así, la pregunta a partir de la cual se inicia la construcción de esta tesis es aclarar cómo se definen y cuáles son las competencias transversales que son necesarias que alcance el recién titulado de ingeniería, que dirija su actividad profesional en el ámbito de las TIC. Por tanto, se rehuye de enmarcar este estudio a una titulación concreta, sino a un sector profesional. Después podremos revisarlo, para definir qué titulaciones tienen relación con dicho ámbito profesional. Para ello se analizaron los principales perfiles profesionales del sector y se realizó un panel de expertos, para determinar las competencias más y menos valoradas en función de el estrato jerárquico de cada perfil, atendiendo a la división de Mintzberg (Mintzberg, 1984).

Este análisis y sus conclusiones, constituyen el primer artículo presentado en el compendio de la tesis y titulado como “The Professional and Interpersonal Skills Required by ICT Specialists”, que podemos traducir literalmente como “Las competencias genéricas profesionales e interpersonales requeridas a los especialistas TIC”, publicado en Diciembre de 2009 por la revista IT Professional (Llorens, Llinàs y Sabaté, 2009).

Asumiendo la necesidad que implica la adaptación de nuestro sistema universitario al espacio europeo de educación superior (EEES) junto con las cuestiones que se nos plantean de los trabajos de investigación realizados, la demás cuestiones a desarrollar son: ¿Cuáles son las principales competencias transversales, o competencias genéricas clave, que el ingeniero que contrata el sector TIC en España, tiene que alcanzar? Al mismo tiempo, se responderá a ciertos aspectos en paralelo: ¿Cuáles de estas competencias actualmente se encuentran en los recién titulados y cuáles no? ¿Se valoran de forma distinta las competencias en función de qué subsector TIC pertenece? ¿Cuál es el éxito de la Universidad en su labor de desarrollo de las competencias transversales que demanda el sector TIC? o dicho de otra forma, ¿Qué hace bien y qué mal? ¿Evidencia el sector diferencias entre las competencias transversales requeridas a los ingenieros técnicos de las demandadas a los superiores? Esto es esencial a la hora de enmarcar el análisis al grado o al postgrado

Todas estas preguntas son trabajadas y respondidas en los otros dos artículos que conforman el compendio de la presente Tesis:

“ICT skills’ gap facing Bologna process: Industry expectations versus university preparation in Spain”, que podemos traducir literalmente como “La brecha en las competencias transversales del sector TIC: expectativas de la industria versus preparación universitaria en España”, publicado en junio de 2010 por la también relevante revista internacional Computer Applications in Engineering Education (Llorens, Llinàs, Ras y Chiaramonte, 2010).

Y el tercer artículo que forma el compendio; publicado en la revista internacional, Intangible Capital en 2011, titulado "Higher education needs for the information and communication

technology Spanish market”, que podemos traducir como “La necesidades educativas en el contexto universitario del sector de las TIC en España” (Llorens, Llinàs y Ras, 2011).

Y, una vez definidas y caracterizadas las competencias genéricas, aparece un segundo aspecto fundamental sobre el que pivota el objeto del estudio, ¿Cómo podemos asegurar su adquisición por parte de los futuros ingenieros TIC? ¿Cuáles pueden ser las metodologías de aprendizaje más eficaces para su asimilación? Este será un aspecto importante a desarrollar, especialmente teniendo presente que una de las grandes novedades que incorpora el proceso de Bolonia, es el hecho de centrar el objeto del aprendizaje en el alumno, y no tanto en el profesor. Subrayando como herramientas pedagógicas las llamadas metodologías activas de aprendizaje.

A partir de aquí, se propondrá un modelo que agrupará las 10 competencias genéricas escogidas, las más importantes para el sector, en función de las metodologías de aprendizaje utilizadas, con el objetivo de incrementar la eficiencia en su desarrollo y logro. Es decir, hallaremos el conjunto mínimo de metodologías que aseguren el desarrollo de las 10 competencias propuestas.

Estos aspectos metodológicos del aprendizaje se presentan como material adicional, habiendo sido comunicados en la participación en el Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, en su VI edición (Berbegal, Llorens y Llinàs, 2010) y en su V edición (Llorens, Llinàs y Navarro, 2008).

3 ESTADO DEL ARTE

En este punto trataremos de dar una visión del trabajo desarrollado hasta el momento y relativo al problema de investigación. Hay que decir que "el estado del arte" nunca se acaba del todo, con toda seguridad en el mismo momento que se presente esta tesis doctoral, aparecerán nuevas citas y trabajos que no habremos podido incluir.

Para identificar cuál es el estado del arte se han consultado las siguientes fuentes de información, agrupadas en dos ámbitos:

Bibliografía específica sobre el concepto competencia, y todo lo directamente relacionado con las competencias genéricas o transversales, concretando en el sector TIC y los estudios de ingeniería.

Bibliografía general y específica sobre metodologías docentes y métodos de evaluación del aprendizaje, centrándonos en las denominadas metodologías activas y contextualizando en el Espacio Europeo de Educación Superior.

3.1 Las competencias genéricas en las ingenierías TIC

3.1.1 El concepto competencia profesional:

Para desgranar esta cuestión, tenemos que empezar tratando de concretar a qué nos referimos por competencias profesionales, dada la confusión y la ambigüedad que existe en esta temática. Tras el estudio de la literatura se han encontrado gran cantidad de autores y estudios que tratan esta temática (McClelland, 1958), (Lévy-Leboyer, 2003), (McCauley, Lombardo y C. Usher, 1989).

Un hecho importante a tener presente, es que la propia concepción del constructo competencia aparece primero, y con más fuerza, en el contexto de la formación profesional que en el de la educación superior, como fruto del debate abierto sobre la relación entre el sistema educativo y el mundo profesional. Es a partir de la evolución del término 'calificaciones clave', definido por Dieter Mertens (Mertens, 1996) en la década de los setenta (citado en CEDEFOP, 1998) que aparecerá el concepto de competencias.

También, es importante matizar que hay una amplia definición de los términos, amplificado en parte por la traducción de vocablos con sutiles variaciones de significado, según contexto, o sin correspondencia exacta entre idiomas que a veces complica la comprensión y concreción de la anterior definición. Es manifiesta la variabilidad en la aproximación conceptual en relación a los elementos en juego en la definición, así como cierta constatación de una confusión terminológica. Esto se debe a la influencia del inglés en la mezcla de los términos

"competence" y "competency". Autores como Short (Short, 1984), Stuart y Lindsay (Stuart y Lindsay, 1997), Mertens (Mertens, 1996) y Stewart y Hamlin (Stewart y Hamlin, 1992) han constatado estas confusiones terminológicas.

A continuación expongo diferentes definiciones del concepto competencia y competencia profesional:

"Competencia es el conjunto de conocimientos, destrezas y actitudes que debe ser capaz de movilizar a una persona, de forma integrada, para actuar eficazmente ante las demandas de un determinado contexto". (Perrenoud, 2004).

"Las competencias tienden a transmitir el significado de lo que la persona es capaz de o es competente para ejecutar, el grado de preparación, suficiencia o responsabilidad para ciertas tareas". (González y Wagenaar, 2003).

"Una construcción, a partir de una combinación de recursos (conocimientos, saber hacer, cualidades o aptitudes), y recursos del ambiente (relaciones, documentos, informaciones y otros) que son movilizados para lograr un desempeño". (Le Boterf, 2000).

"En cuanto a las competencias, en este contexto, se entiende por este concepto la capacidad individual para aprender actividades que requieran una planificación, ejecución y control autónomo, es decir, son las funciones que los estudiantes deberán ser capaces de desarrollar en su día como fruto de la formación que se les ofrece. Con ellas deberán ser capaces de gestionar problemas relevantes en el ámbito de una profesión". (Zabalza, 1991).

"Posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destrezas y aptitudes necesarias para ejercer una profesión, puede resolver los problemas profesionales de forma autónoma y flexible, está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo". (Bunk, 1994).

"Conjunto de conocimientos, destrezas y aptitudes necesarias para ejercer una profesión, resolver problemas profesionales de forma autónoma y flexible y ser capaz de colaborar en el entorno profesional y en la organización del trabajo". (Bunk, 1994).

La Tesis doctoral realizada por Antonio Navío (Navío, 2001) relativa a las competencias del formador de formación continua hace una interesante comparativa respecto a los componentes de la competencia profesional en base a su estudio de la literatura y sin ser concluyente, sintetiza que los principales componentes de la competencia profesional son: conocimientos, habilidades, actitudes, experiencias, capacidades, conductas, motivos, personalidad, autoconcepto, valores, y recursos individuales.

Una vez hemos visto todas estas definiciones, podemos llegar a una propia, según la cual definiremos las competencias profesionales como "el conjunto de conocimientos, capacidades y el carácter que cada individuo posee en relación a su actividad profesional".

Por este motivo proponemos un enfoque que denominamos "modelo 4C" que trata de delimitar, segmentar y clarificar a qué nos referimos en cada caso cuando hacemos referencia al complejo y amplio concepto de las "competencias profesionales".

Este enfoque se compone de una primera C, la de Competencia profesional que engloba o reúne, otras tres: Conocimientos, Capacidades y Carácter.

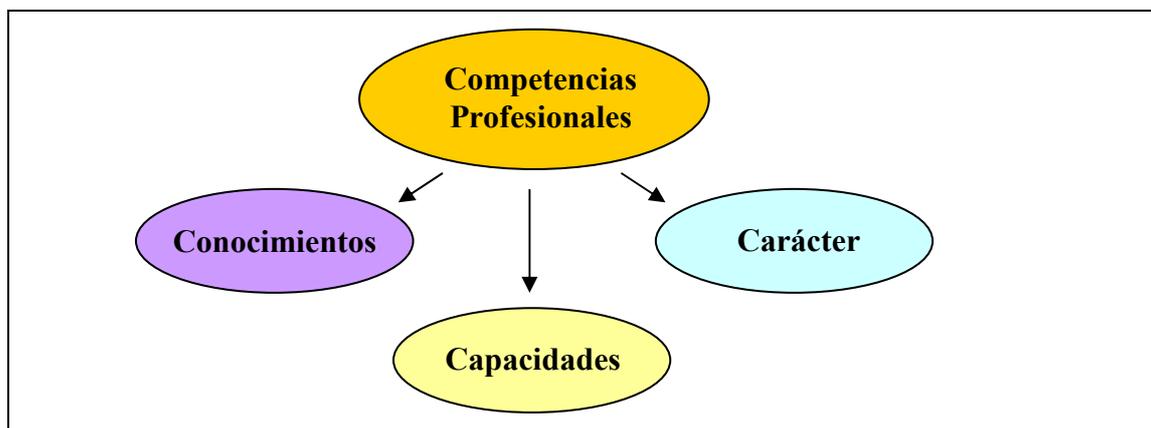


Figura 1 - El modelo 4C. Fuente: Elaboración propia

Los conocimientos son la formación y experiencia que acumula el profesional. Aquí se encontraría la titulación, postgrados, cursos diversos, idiomas, pero también todo aquel saber que la propia experiencia laboral le ha ido proporcionando, es decir, formaría parte del mismo, tanto el conocimiento aprendido explícitamente, como el aprendido tácitamente.

Consideramos capacidades, también llamadas habilidades, aptitudes o destrezas, los repertorios de comportamientos que algunas personas aplican mejor que otras, lo que las hace eficientes en una situación determinada

El carácter señala nuestros rasgos de personalidad, nuestras actitudes, hace referencia a la disposición de actuar, sentir y / o pensar en torno a una realidad particular.

En resumen:

- Los conocimientos responden a la cuestión ¿Qué hemos aprendido?
- Las capacidades responden a la cuestión ¿Qué se nos da bien?
- El carácter responde a la cuestión ¿Cómo somos?

3.1.2 El concepto competencia genérica (o transversal):

El concepto de competencia profesional emerge en los años 80 entre sociólogos y economistas del trabajo, elemento de debate en los países industrializados sobre la necesidad de optimizar la relación entre los perfiles reales y los perfiles requeridos (López Feal, 1998). La universidad no ha quedado al margen de este largo debate sobre la relación entre el sistema educativo y el

mundo profesional, pero el concepto competencia profesional se ha transformado en el ámbito de la educación superior, en el concepto de competencia genérica o transversal.

Una definición del término competencia genérica (o transversal) nos la da el documento "Marc per al diseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC" (Vicerectorat de Política Acadèmica, 2008). Este documento define las competencias genéricas como aquellas transferibles a una gran variedad de funciones y tareas, y capacitan al estudiantado para integrarse con éxito en la vida laboral y social. De hecho no son exclusivas de ninguna especialidad profesional sino que se pueden aplicar a muchos ámbitos de conocimientos y situaciones.

Hay que establecer una clasificación del concepto competencia transversal. En este sentido, y para explicar la falta de consenso sobre esta temática, por ejemplo Bragg (Bragg, 1997) define 98 afirmaciones sobre los *outcomes*, que agrupa posteriormente, a través de un análisis factorial en 9 clústeres; Arnold, Logan - Clarke, Harrington y Hart (Arnold, Logan - Clarke, Harrington y Hart, 1999), en cambio definen 15 competencias; Kuh (Kuh, 1995), a partir del análisis del contenido de entrevistas en profundidad a graduados, en una de las pocas investigaciones cualitativas sobre la temática, utiliza sólo 5 categorías de competencias básicas que engloban un total de 13, mientras que Bennet, Dunne y Carré (Bennet, Dunne y Carré, 1999), en un artículo donde además, analizan patrones de formación en competencias en educación superior, utilizan solo 4 clústeres que incluyen 42 competencias. Finalmente, Badawy (Badawy, 1995) agrupa estas competencias básicas en habilidades de tipo administrativo, técnico e interpersonal.

En el modelo de competencias de Bennet, Dunne y Carré (Bennet, Dunne y Carré, 1999) los autores plantean 4 categorías de competencias:

- Gestión de un mismo: competencias personales y meta cognitivas.
- Gestión de la información: comunicación, documentación e integración del conocimiento.
- Gestión de los otros: competencias interpersonales.
- Gestión de las tareas: gestión del tiempo y recursos, resolución de problemas y toma de decisiones

Según la clasificación de Birenbaum (citado en Tait y Godfrey, 1999) las competencias se dividen en:

- Cognitivas: solución de problemas, pensamiento crítico, formulación de preguntas, buscar información relevante, hacer juicios razonados, hacer un uso eficiente de la información, realizar observaciones, investigaciones, inventar y crear nuevas cosas, analizar datos, presentar los datos de forma oral y escrita...
- Sociales: conducir discusiones y conversaciones, persuadir, cooperar, trabajar en grupos.
- Meta -cognitivas: auto-reflexión y autoevaluación.

- Afectivas: perseverancia, motivación interna, iniciativa, responsabilidad, auto eficacia, independencia, flexibilidad.

Atendiendo al Proyecto Tuning, del que mas adelante ampliaré información, las competencias se pueden dividir en tres grupos:

- Instrumentales
 - Capacidad de análisis y de síntesis
 - Capacidad de organización y planificación
 - Conocimiento general básico
 - Fundamentos básicos de la profesión
 - Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
 - Competencias elementales en informática
 - Habilidad de gestión de información
 - Resolución de problemas
 - Toma de decisiones
- Interpersonales
 - Habilidades críticas y de autocrítica
 - Trabajo en equipo
 - Habilidades interpersonales
 - Habilidad de trabajar en un equipo interdisciplinario
 - Habilidad de comunicarse con expertos de otros campus
 - Apreciación de la diversidad y la multiculturalidad
 - Habilidad de trabajar en un contexto internacional
 - Compromiso ético
- Sistémicas
 - Capacidad para aplicar el conocimiento a la práctica.
 - Habilidades de búsqueda
 - Capacidad de aprender
 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones
 - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
 - Liderazgo
 - Comprensión de las culturas y costumbres de otros países
 - Habilidad de trabajar de forma autónoma
 - Gestión y diseño de proyectos

- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocupación por la calidad
- Voluntad de tener éxito

Según el modelo AQU⁴, en su *Guía general para llevar a cabo las pruebas piloto de adaptación de las titulacions al EEEES: titulaciones de grado*⁵, (Rodríguez, Grifoll, Prades y Pujolràs, 2005) establece la siguiente tipología de competencias.

Las competencias transversales o genéricas, comunes a la mayoría de titulaciones, pero con balances diferentes, hacen referencia a diversos aspectos que se pueden clasificar en las siguientes:

- Gestión de tiempo y recursos: organización, planificación
- Interpersonal: comunicación, trabajo en equipo, liderazgo
- Gestión de la información
- Personal: responsabilidad, valores éticos como el respeto al medio ambiente, confidencialidad, etc.
- Instrumental: informática, comunicación oral y escrita en diferentes idiomas

Las competencias específicas de la titulación, que están relacionadas de manera más directa con el manejo de los conceptos, teorías o habilidades deseables en un investigador o profesional y que, a su vez, pueden ser de carácter más académico o más bien profesionalizador, según el caso. Dentro de las competencias específicas se pueden diferenciar dos ámbitos:

- *Ámbito académico*: que incluye tanto el corpus de conocimientos, conceptos y teorías propios, así como las habilidades cognitivas necesarias para gestionarlas (pensamiento analítico, habilidades de indagación, etc.).
- *Ámbito profesional*: que incluye tanto los conocimientos relativos a técnicas, metodologías, procedimientos de trabajo o know how propio, como las habilidades cognitivas propias del profesional reflexivo (resolución de problemas, razonamiento inductivo, acción reflexiva, etc.).

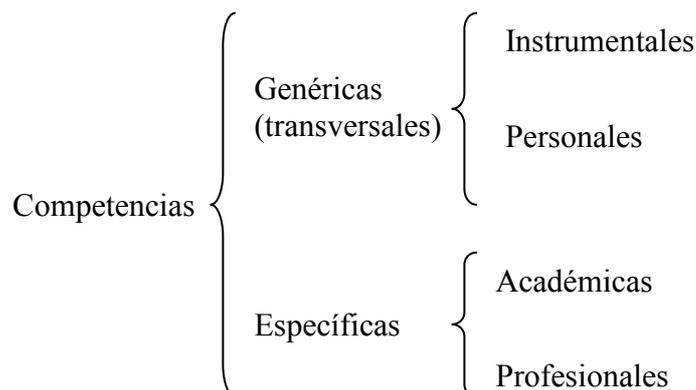
Esta clasificación está de acuerdo con muchos de los libros blancos recogidos por la ANECA⁶.

Podemos elaborar el siguiente esquema:

⁴ Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya

⁵ Disponible en http://www.upc.edu/eees/contingut/arxiu/WebEEES_AQU_GuiaDissenyGraus.pdf

⁶ Agencia Nacional para la Evaluación y Acreditación



Es interesante también, tener presente la clasificación de Joan Mateu (citado en Córdoba, Del Corral, Domingo, Piqué y Torra, 2007), que distingue:

- Las competencias clave: las necesarias para alcanzar otras competencias con facilidad
- Las competencias transversales o genéricas: las que se presentan en muchas disciplinas sin ser propias en exclusividad de ninguna
- Las competencias específicas: aquellas asociadas a una disciplina particular
- Las competencias básicas: las necesarias en un contexto social y que debe garantizar cualquier sistema educativo

El documento “Marc per al disseny i la implantació dels plans d’estudis de grau a la UPC” (Vicerectorat de Política Acadèmica, 2008), señala que todos sus planes de estudio deben incluir al menos las siguientes competencias genéricas:

- Ser emprendedor e innovador
- Sostenibilidad y compromiso social
- Tercera lengua
- Comunicación eficaz oral y escrita
- Trabajo en equipo
- Uso solvente de los recursos de información
- Aprendizaje autónomo

Estas competencias genéricas se deberán desarrollar y evaluar a lo largo del proceso formativo ya sea a través de itinerarios competenciales, ya sea a través de asignaturas específicas de competencias. Este es un aspecto a tener en consideración en cuanto a la metodología docente.

3.1.3 El sector TIC

El sector TIC se caracteriza por la enorme diversidad de productos y servicios de alto contenido tecnológico, y por constituir un mercado en evolución y expansión, a causa sobretodo, de los constantes avances tecnológicos. Se clasifica en los siguientes subsectores:

- Servicios de telecomunicación
- Tecnologías de la información
- Equipamientos de telecomunicaciones
- Electrónica de consumo
- Componentes electrónicos
- Electrónica profesional
- Parte del sector audiovisual

El subsector de Telecomunicaciones comprende a las empresas fabricantes de equipos para la comunicación como redes, teléfonos, y a las que prestan servicios de telecomunicaciones, como proveedores de Internet y de servicios de valor añadido.

Dentro del subsector de la electrónica, en su entorno se pueden distinguir tres ramas de actividad: la fabricación de equipos de Audio, TV y Video (Electrónica de Consumo), la producción de componentes electrónicos como diodos, resistencias o transistores y antenas (componentes y subcontratación) y la fabricación de equipos de defensa, electrónica industrial, electro medicina e instrumentación (electrónica profesional).

El subsector de la Informática comprende la industria fabricante de equipos informáticos (ordenadores personales, servidores, etc.), las empresas dedicadas a la elaboración del software, aquellas que prestan servicios de mantenimiento, instalación y adaptación de los programas y, finalmente, las empresas centradas en las actividades multimedia.

Presento a continuación los datos relevantes y principales magnitudes que caracterizan el sector TIC a nivel mundial y europeo, y concretando a nivel estatal.

Según el informe DigiWorld (DigiWorld Yearbook, 2009) publicado por IDATE⁷, las TIC contribuyeron de forma directa al 6,5% del PIB⁸ mundial del año 2008, un porcentaje bastante estable durante los últimos años. No obstante, se evidencia una ralentización en el crecimiento de los últimos años, y ciertos expertos se plantean si estamos ante un fin de ciclo. Las contribuciones de los diferentes subsectores que formaron el mercado de las TIC en 2008 fueron: los Servicios de Telecomunicación con un 2,4% seguido de Software y Servicios Informáticos con un 1,5%, Computer Hardware con un 0,7%, Servicios de TV con 0,7%, Electrónica de Consumo 0,6%, y Equipamientos de Telecomunicaciones con 0,6%.

⁷ IDATE es un consorcio de las empresas mas importantes del sector TIC en Europa, que publica anualmente y desde hace 8 años, uno de los informes mas prestigiosos i completos sobre el estado del sector a nivel mundial, el anuario DIGIWORLD.

⁸ El Producto Interior Bruto.

	2005	2006	2007	2008
Servicios de Telecomunicación	2.5%	2.4%	2.4%	2.4%
Equipamientos de Telecomunicaciones	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%
Software y Servicios TI	1.6%	1.6%	1.6%	1.5%
Equipamientos TI	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%
Sector Audiovisual	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
Electrónica de consumo	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%
Total TIC	6.7%	6.7%	6.6%	6.5%

Tabla 1 - Contribución de las TIC al PIB Mundial Fuente : IDATE

En cuanto a Europa, el sector de las TIC es uno de los sectores económicos más dinámicos, con unos índices de crecimiento y un ritmo de investigación superiores a la media europea. Actualmente, Europa avanza hacia una economía basada en el conocimiento, donde empiezan a aparecer los primeros signos de cambios fundamentales, como por ejemplo "El Séptimo Programa Marco de Investigación de la UE", la revisión actual del marco normativo de las comunicaciones electrónicas y la iniciativa "i2010 para una Sociedad de la Información Europea", todo para apoyar la continuidad del crecimiento en este ámbito. Aunque a partir de 2006, la tasa de crecimiento ha caído por debajo del 5%, básicamente bajo el efecto de la ralentización del crecimiento de los mercados de telecomunicaciones y la evolución desfavorable del clima económico.

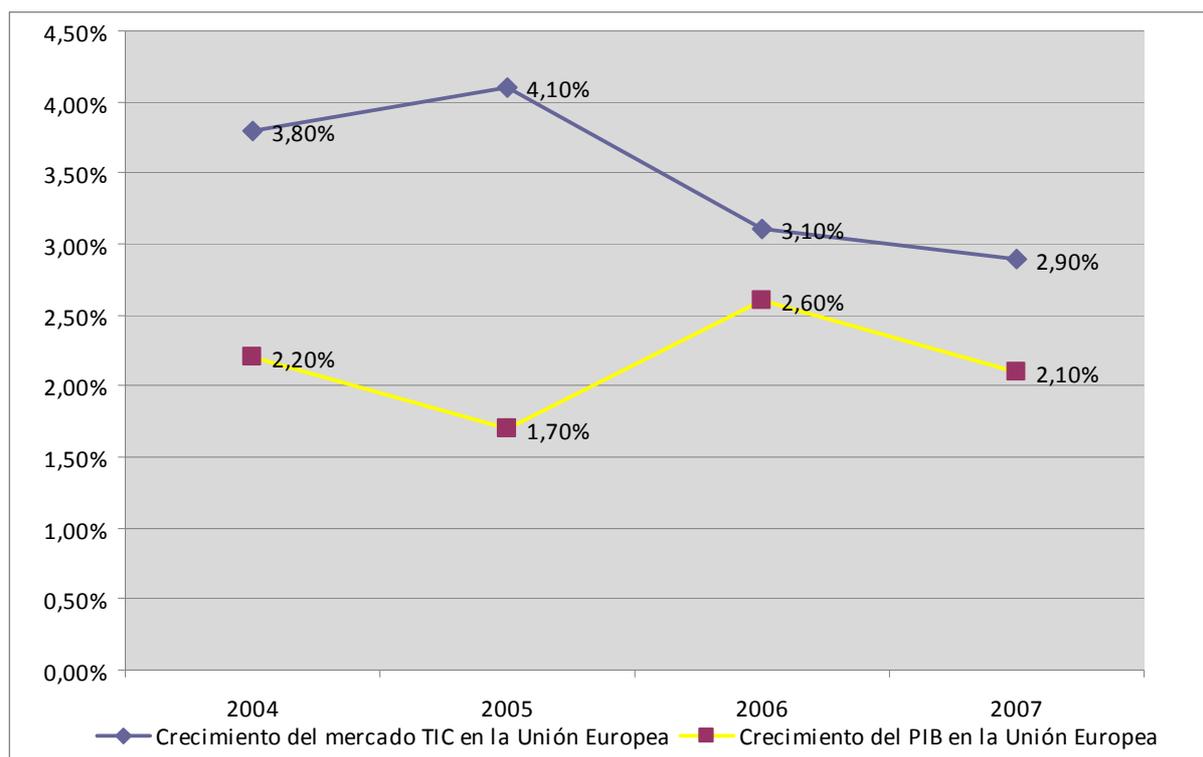


Figura 2 - Comparación de la evolución entre el crecimiento del mercado TIC y el crecimiento del PIB de la Unión Europea. Fuente: EITO, 2006

Con referencia al mercado de las TIC en España, según el informe de AETIC⁹ 2008 [3], en 2008 se generaron aproximadamente 102.668 millones de euros, manteniendo el mismo valor con respecto al año anterior. El área más significativa son los Servicios de Telecomunicaciones con un 44% seguido del sub-sector de las Tecnologías de la Información, con un 17% y Electrónica del Automóvil y el Comercio Electrónico con un 15%, las Industrias de Telecomunicaciones con 5 %, la Electrónica de Consumo, con un 4%, Equipamientos de Electrónica con un 3%, Electrónica profesional con el 2% y Contenidos Digitales, con 10%

En términos de crecimiento, el sector TIC español está experimentando una clara desaceleración, pasando del 10% en 2005, al 6% en 2006, al 5% en 2007 al 1% en 2008. Sin embargo, el sector sigue demandando profesionales, creando empleos y generando riqueza para otros sectores.

⁹ Asociación de Empresas de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de España., es el resultado de la fusión de la Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones (ANIEL) y la Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información (SEDISI). Publica anualmente el informe del sector español de la electrónica, tecnologías de la información y telecomunicación. Lo encontraréis en: <http://www.aetic.es/es/inicio/actualidad/58/contenido.aspx>

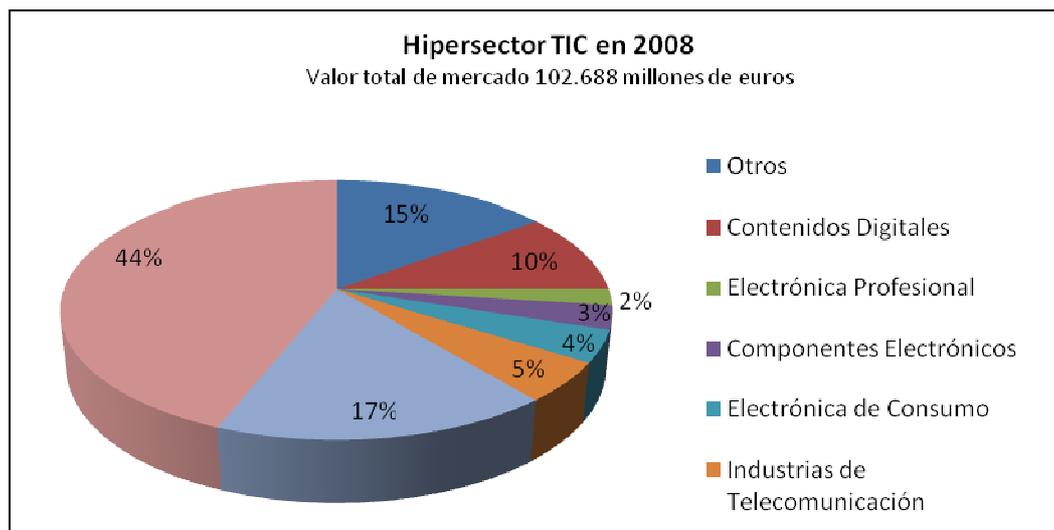


Figura 3 - Valor del “Hipersector TIC” español en 2008. Fuente: Informe AETIC 2009

Si hablamos del sector de las Telecomunicaciones, es el más fructífero con cifras superiores, y un crecimiento del 9 %. En este punto destaca el incremento experimentado por los servicios móviles que ya representan el 44 %, superando a los fijos que se sitúan en el 32 %.

Por su parte, el área de Equipamiento de Telecomunicación creció un 5 %, la de Electrónica de Consumo, un 7 %; la de Componentes Electrónicos, un 8 % y; la de Electrónica Profesional, un 8 %.

El sector de las Tecnologías de la Información (TI) representa un 16 % del total, con 15.640 millones de euros. Dentro de las TI, el gran motor es el de los servicios informáticos la participación de los mismos creció dos puntos hasta alcanzar el 37 % de la facturación TIC y se igualó con el hardware, que decreció un punto.

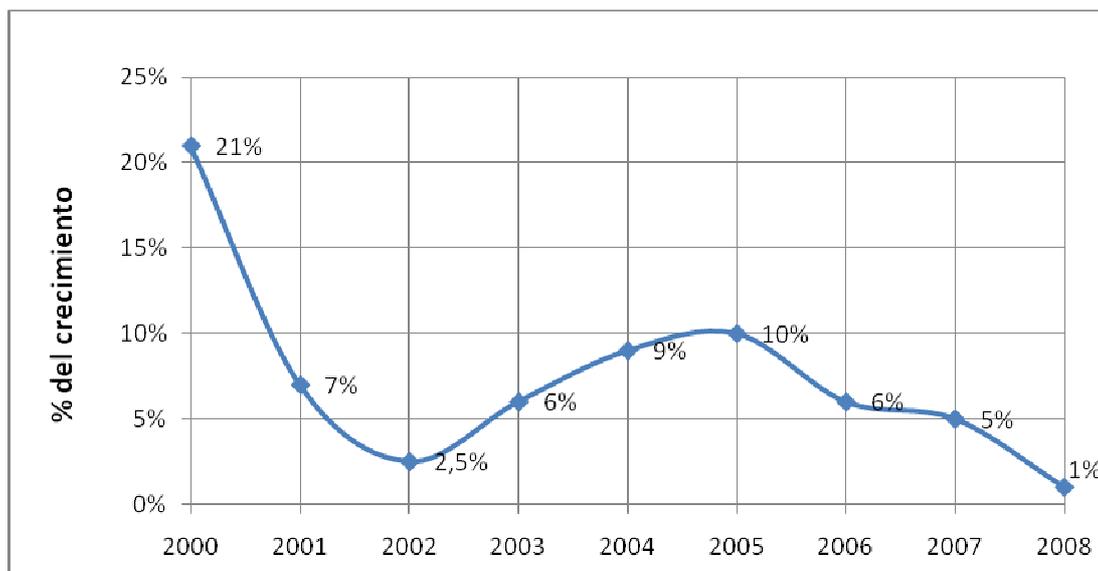


Figura 4 - Crecimiento del hipersector TIC español en %. Fuente: Informe AETIC 2008

El macrosector TIC español, vive un claro momento de inversión y de expansión, actualmente se estima que las inversiones se incrementarán en los próximos tres años, convirtiéndose en el motor del crecimiento económico del país, y se prevé que en los próximos años el sector TIC vivirá un período de expansión y crecimiento. El macrosector TIC, invertirá en los próximos tres años unos 2.000 millones de euros, aunque a esta cifra es necesario sumar las inversiones de las administraciones públicas, especialmente las previstas en el “VI Plan Nacional de I+D+I”¹⁰, y el “Plan Avanza”¹¹. Los pilares básicos de estas inversiones en I+D, serán, entre otros, la modernización de las redes, la innovación de nuevos productos y servicios, la modernización del tejido productivo, el despliegue de nuevas tecnologías, así como la extensión de estas en el uso doméstico, que mejorarán el bienestar y la calidad de vida de los ciudadanos.

Se trata de un sector claramente demandante de profesionales, creador de empleo y generador de riqueza para otros sectores. Con ello, este sector se convierte en un motor muy importante del futuro. En los últimos años se ha venido produciendo una demanda creciente de profesionales del sector TIC en nuestro país, ya que es un sector donde el empleo está claramente consolidado y solicitado por las empresas del sector, llegando en el último periodo a percibirse por parte de las empresas un déficit de ingenieros e ingenieros técnicos disponibles para las titulaciones en telecomunicaciones e informática.

En el 2005 la ocupación en el sector supuso 214.000 personas, también según datos de AETIC. En el “Estudio sobre salarios y política laboral en el sector de la Electrónica, las Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones 2006” también de AETIC, la primera conclusión que se puede extraer es la estabilidad laboral, ya que el 86,2% de los profesionales del sector son contratados de carácter fijo, enfrente de un 13,8% de temporales. Si bien el

¹⁰ Datos del Ministerio de Educación y Ciencia: Ciencia y Tecnología. Lo encontramos en <http://web.micinn.es/>

¹¹ El Plan Avanza, aprobado por el Consejo de Ministros de 4 de noviembre de 2005, se sitúa en los ejes estratégicos del Programa Nacional de Reformas diseñado por el Gobierno para llegar a la conocida Agenda de Lisboa o Proceso de Lisboa, de desarrollo de la Unión. Más información en <http://www.planavanza.es/InformacionGeneral/ResumenEjecutivo/>

66,2% de las empresas de la encuesta tenían previsto aumentar las contrataciones en 2007, la difícil situación económica que se ha iniciado a finales de ese año, posiblemente han modificado a la baja las previsiones.

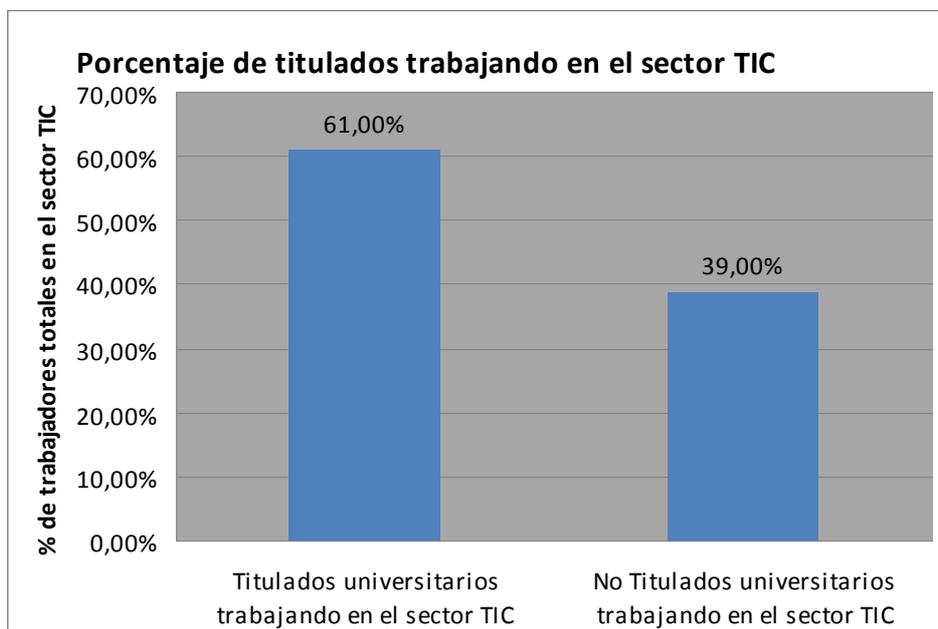


Figura 5 - Porcentaje de titulados que están trabajando al sector TIC. Fuente Informe AETIC 2007

Las titulaciones relacionadas con las TIC, que resulten hoy en día más demandadas por el tejido industrial, los servicios de telecomunicaciones y en general por el conjunto social de nuestro país parecen enfocarse hacia los ciclos universitarios de duración más corta, que permitan un reciclaje más rápido y eficaz para alcanzar los conocimientos más convenientes para las empresas que trabajan con estas tecnologías. El informe, destaca el elevado número de trabajadores con formación universitaria, ya que el 61% de los empleados del sector son titulados.

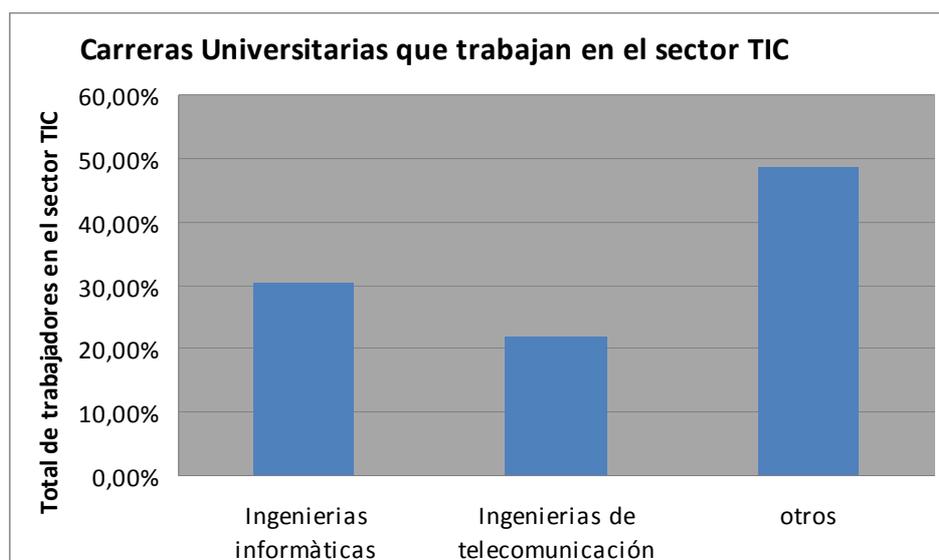


Figura 6 - Porcentaje de titulados universitarios que trabajan en el sector TIC. Fuente Informe AETIC 2007

Por titulaciones dominan los informáticos (30,4% del total) y los ingenieros de telecomunicación (21,9%). Por otro lado, el 68,3% de los empleados del sector son hombres, frente al 31,7% de mujeres. La edad media de los trabajadores es de 36 años y en cuanto al tipo de jornada de trabajo, sobresale la fija- partida (54%), seguida de la fija-continua (23,8%), la flexible (19%) y la distribuida (3,2%).

Según documenta anualmente Red.es¹² en el *Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información* (ONTSI)¹³, y en cuanto al número de trabajadores, se puede ver en la figura siguiente, como después de la crisis del año 2001, en España el total de trabajadores del sector TIC ha ido aumentando. En 2008, el sector TIC y de servicios audiovisuales dió empleo a más de 400 mil personas. Las empresas de las tecnologías de la información, en línea con el porcentaje de empresas que representan, son las que más empleo generan, con más de 300.000 personas equivalentes a un 74% del total, y un crecimiento del 11% respecto a 2007. Los servicios de telecomunicaciones suponen un 14% del total. A continuación se muestra la evolución del empleo en el sector TIC y servicios audiovisuales:

¹² Red.es es la entidad pública empresarial dependiente de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC) encargada de ejecutar determinados proyectos para el impulso de la Sociedad de la Información interactuando con Comunidades Autónomas, Diputaciones, Entidades Locales y el sector privado en materia de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

¹³ ONTSI es un órgano adscrito a la entidad pública empresarial Red.es, donde participa el *Ministerio de Industria Turismo y Comercio*. Se Puede acceder a la información a través de la web: <http://www.red.es/index.action>

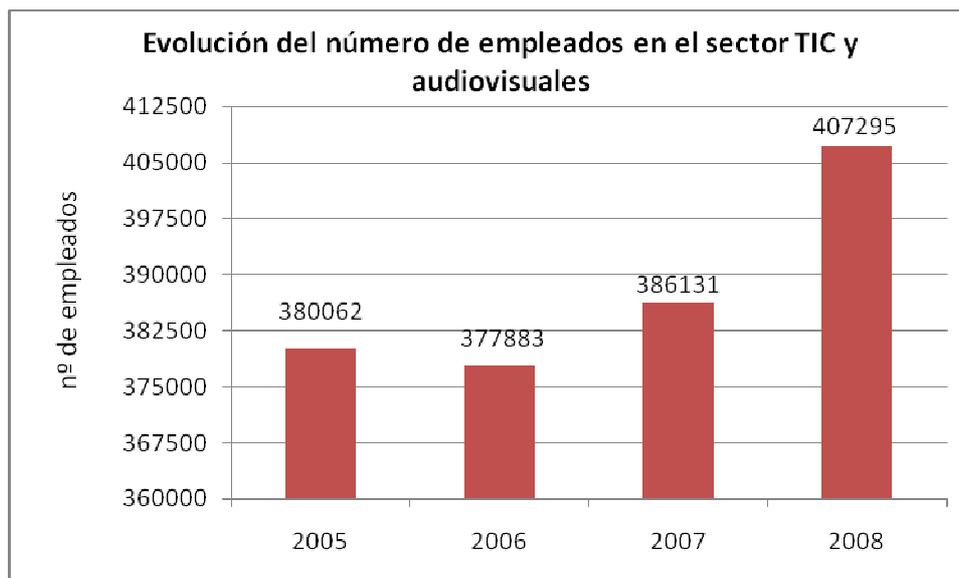


Tabla 2 - Número total de trabajadores en el sector TIC y audiovisuales en España. Fuente: ONTSI

En el subsector de telecomunicaciones, un pequeño número de empresas cuenta con un importante poder de mercado y concentra la mayor proporción de la contratación: el 3% de las empresas de telecomunicaciones genera el 90% del empleo en su área. En cuanto a la evolución de los puestos de trabajo, a lo largo de 2008 disminuyó el total de empleo del sector, pasando de 85.005 empleados en 2007 a 81.705 en 2008, una disminución del 3,9%.

Este comportamiento no se repite en el sector de servicios informáticos, donde el 64% de las empresas concentra el 7,9% del empleo. La mayoría de las empresas de este segmento son empresas pequeñas, mayoritariamente unipersonales. La tendencia del sector, es un modelo basado en empresas pequeñas, especialmente en el segmento de la informática, por lo que es de esperar que a medio plazo no se modifique esta postura. Aunque los servicios TIC, tanto de telecomunicaciones como informáticos, generan la mayor proporción del empleo en el sector, su distribución difiere mucho en las dos actividades.

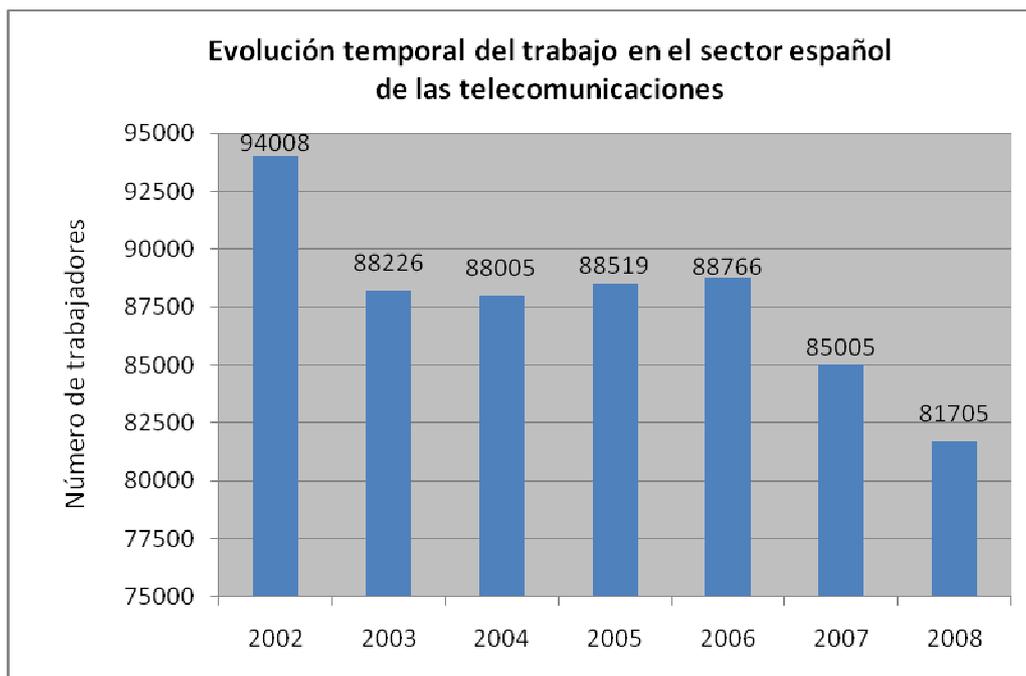


Figura 7 - Evolución temporal de los puestos de trabajo en el sector español de las telecomunicaciones. Fuente: CMT¹⁴

En esta gráfica se puede ver la reducción de los puestos de trabajo durante los años 2002, 2003 y 2004 debido a la crisis del sector, desde 2001. También se puede observar que, en el 2007 parece que empezaba la crisis actual con una clara reducción de empleo, que veremos reducir aún más hasta nuestros días.

3.1.4 Las competencias genéricas y el sector TIC

El concepto “competencia”, a diferencia de los conceptos “conocimiento” o “capacidad”, lleva implícita la asociación a un cierto contexto, a cierto ámbito laboral concreto. Una competencia es la capacidad de desarrollarse en contextos determinados, y por lo tanto, no debería de entenderse una competencia al margen del ámbito específico donde la actividad profesional se realiza. Es decir, podemos cometer una cierta omisión equiparando en todas las ingenierías las mismas competencias genéricas. Diferentes trabajos defienden este posicionamiento (Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2005), (DeSeCo, 2002) y (Ministerio de Educación y Ciencia, 2006).

Una de las principales universidades tecnológicas en España, la Universidad Politécnica de Catalunya, señala que todos sus planes de estudio han de incluir al menos las siguientes competencias genéricas: emprendedoría e innovación; sostenibilidad y compromiso social; tercera lengua; comunicación eficaz oral y escrita; trabajo en equipo; uso solvente de los recursos de información y aprendizaje autónomo.

¹⁴ La CMT es la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, organismo regulador independiente español para el mercado de las telecomunicaciones y de los servicios audiovisuales. http://www.cmt.es/cmt_ptl_ext/SelectOption.do

Se evidencia, y este es un hecho compartido con el resto de universidades tecnológicas españolas, que no ha diferenciado la selección de competencias genéricas pese al gran abanico de titulaciones que imparte, que va desde la arquitectura a la informática, a la ingeniería industrial o la matemática, pasando por la topografía o telecomunicaciones, entre otras.

Las competencias genéricas deben desarrollarse y evaluarse a lo largo del proceso formativo ya sea a través de itinerarios competenciales, ya sea través de asignaturas específicas de competencias. Este es un aspecto a tener en consideración en cuanto a las metodologías docentes y formas de evaluación de las mismas y del que no tratará este trabajo.

Hay que destacar que este trabajo ha acotado el estudio realizado a un contexto específico, a un sector, concretamente el de las Tecnologías de la información y la comunicación, de forma que asumimos que las conclusiones del mismo, deben limitarse a esta consideración. Este aspecto ha destacado en las conclusiones del compendio.

Llegados a este punto, estableceremos concretamente cuáles son las competencias transversales específicamente demandadas por el sector TIC. En la búsqueda del estado del arte se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis con fecha aproximada de marzo de 2008 en las siguientes bases de datos:

ERIC¹⁵: Buscador de artículos y documentos, trata todos los temas relacionados con la educación. La información de ERIC equivale a las publicaciones impresas *Resources in Education* y *Current Index to Journals in Education*. Cada año añade unos 30.000 documentos de más de 750 revistas. Contiene aproximadamente un millón de registros. Se actualiza mensualmente.

Engineering village¹⁶, es el nombre de la plataforma web que permite acceder a las bases de datos INSPEC y Compendex, simultáneamente o por separado. La consulta simultánea de estas dos bases de datos permite buscar información publicada en artículos procedentes de 8.000 revistas, y de 3.500 congresos, desde el año 1969 hasta ahora. INSPEC es una base de datos producida por el IEE (*Institution of Electrical Engineers*) que recoge información sobre física, ingeniería eléctrica y electrónica y telecomunicaciones e informática. Corresponde a las versiones impresas de *Physics Abstracts*, *Electrical and Electronical Abstracts*, *Computer and Control Abstracts*. Contiene más de 7 millones de referencias de artículos, tesis y comunicaciones procedentes de 3.500 revistas y 1.500 congresos. Compendex, producida por Engineering Information Inc. es una de las bases de datos más prestigiosas en ingeniería mecánica, civil y química. Trata temas como: ciencia de los materiales, estructuras, residuos, medio ambiente, estado sólido, óptica, bioingeniería, etc. Contiene más de 8 millones de referencias procedentes de 5.000 revistas especializadas.

IEEE Xplore¹⁷: Buscador relativo al ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación. Es una base de datos producida por IEEE que incluye las publicaciones en texto completo del IEEE (*Institute of Electric and Electronic Engineers*) y las del IET (*Institution of Engineering and Technology*). Recoge revistas, proceedings y normas de ambas instituciones desde 1988.

¹⁵ Educational Resources Information Center

<http://biblioteca.upc.es/bbdades/dades.asp?id=16949>

¹⁶ <http://biblioteca.upc.es/bbdades/dades.asp?id=55012>

¹⁷ <http://biblioteca.upc.es/bbdades/dades.asp?id=16964>

Web of Science¹⁸. Es el nombre de los 3 Citation Index (Science, Social Sciences y Arts & Humanities) de ISI vía web. La interfaz de consulta se conoce con el nombre de Web of Knowledge (ver ficha del mismo nombre). Recoge información bibliográfica de más de 8.500 revistas de casi todas las disciplinas y las 3 ediciones se pueden consultar juntas o de forma independiente. Lo que hace única la base de datos es que referencia la bibliografía que los autores utilizan en sus artículos así como también quien ha citado los artículos de un determinado autor. Contiene aproximadamente 17 millones de registros. La cobertura varía en función de la edición: la de Science desde el año 1945, la de Social Science desde el año 1956 y la de Arts & Humanities desde el año 1975. De ahí se extrajeron unos 70 resultados más.

Los conceptos que se trabajaron han sido competencias profesionales, habilidades, perfil profesional, tecnología de la información y telecomunicación, currículum, aprendizaje y desarrollo. Hay que decir en este punto que se ha llevado a cabo un árbol terminológico de cada uno de los conceptos, de manera que se han incluido términos similares y cercanos. Y también hay que decir que esta investigación necesariamente se ha hecho en inglés, por lo que se ha trabajado con los términos traducidos.

De esta primera etapa se extrajeron unos 256 resultados.

A partir de esto y usando la herramienta informática SITKIS, que permite desarrollar análisis bibliométricos ha sido posible determinar diferentes aspectos útiles en la determinación del estado del arte, como son los autores y los artículos más citados, las universidades donde desarrollan su actividad, los congresos donde estos autores suelen publicar.

Los resultados de esta investigación, a nivel mundial se pueden ver en las dos tablas siguientes, ordenadas según sean, los artículos más veces citados en este ámbito o, las revistas donde se publican los artículos más veces citados.

¹⁸ <http://biblioteca.upc.es/bbdades/dades.asp?id=16980>

Título	Autor	Revista	Año	Citaciones
Critical Skills and Knowledge Requirements of IS Professionals: A Joint Academic/Industry Investigation	LEE DMS	MIS QUART	1995	28
The Evolution of IS Job Skills: A Content Analysis of IS Job Advertisements From 1970 to 1990.	TODD PA	MIS QUART	1995	15
Educational Needs as Perceived by IS and End-User Personnel: A Survey of Knowledge and Skill Requirements	NELSON RR	MIS QUART	1991	13
The IS Expectation Gap: Industry Expectations Versus Academic Preparation	TRAUTH EM	MIS QUART	1993	13
MIS Skills for the 1990s: A Survey of MIS Managers' Perceptions	LEITHEISER RL	J MANAGEMENT INFORMA	1992	13
Perceived Importance of Systems Analysts' Job Skills, Roles, and Non-Salary Incentives	GREEN GI	MIS QUART	1989	12
Requisite skills for new MIS hires	WATSON HJ	DATA BASE	1990	7
Knowledge, skills and abilities of information-systems professionals - past, present, and future	CHENEY PH	INFORM MANAGE	1990	7
An Exploratory Analysis of the Value of the Skills of IT Personnel: Their Relationship to IS Infrastructure and Competitive Advantage	BYRD TA	DECISION SCI	2001	5
Relationships between job skills and performance: A study of webmasters	WADE MR	J MANAGE INFORM SYST	2001	4
Career orientations of mis employees - an empirical-analysis	IGBARIA M	MIS QUART	1991	4
Knowledge as a basis for expertise in systems-analysis - an empirical-study	VITALARI NP	MIS QUART	1985	4
Mis careers - a theoretical perspective	GINZBERG MJ	COMMUN ACM	1988	3
Performance ratings and importance of performance measures for IS staff: The different perceptions of IS users and IS staff	JIANG JJ	IEEE T ENG MANAGE	2000	3
The relative importance of technical and interpersonal skills for new information systems personnel	YOUNG D	J COMPUT INFORM SYST	1996	3
Skill coverage in project teams	JIANG JJ	J MANAGE INFORM SYST	1999	3
Strategic management of technical functions	ADLER PS	TECHNOLOGY FUTURE WO	1992	3

Tabla 3 - Artículos más veces citados. Fuente: elaboración propia

Revista	ISSN	Factor impacto
Journal of Computational Information Systems	1553-9105	1.818
MIS Quarterly	0276-7783	4.731
International Journal of Information Management	0268-4012	0.754
Decision Support Systems	0167-9236	1.160
IEEE Transactions on Engineering Management	0018-9391	0.825
Journal of Engineering and Technology Management	0923-4748	0.536
Journal of Network and Systems Management	1064-7570	
European Sociological Review	0266-7215	0.607
Human Resources Management	0090-4848	
Computers in Human Behavior	0747-5632	0.808
Communications of the ACM	0001-0782	1.509
Decision Support Systems	0167-9236	1.160
Industrial Management & Data Systems	0263-5577	
Sloan Management Review	0019-848X	
IEEE Transactions on Education	0018-9359	0.362
Journal of Engineering Education	1069-4730	1.515

Tabla 4 - Revistas donde se publican los artículos más veces citados. Fuente: elaboración propia

Como conclusión del estudio global de esta revisión de la literatura internacional, y como indica el hecho de ser publicada entre los años 1988 y 2001, se puede afirmar, la clara obsolescencia de los resultados de la misma, aunque es interesante destacar que la tendencia que exponen se ha ido cumpliendo en mayor o menor medida.

Expongo a continuación otros artículos relevantes en esta parte del estudio al respecto de las competencias transversales y el sector TIC (Brown, 1992), (Moore, 2003), (Evans, Goodnick y roedle, 2003), (Baez-López, y Montero-Hernández, 1993) y (Soderstrand, 1994), no tan citados pero que nos han parecido muy interesantes en la redacción de este trabajo.

Cabe señalar que a nivel internacional se han tenido como referentes los criterios ABET¹⁹ (Accreditation Criteria, 2009) relativos a las titulaciones de ingeniería, reconocidos por la CHEA²⁰, en los Estados Unidos, juntamente y especialmente, a las recomendaciones de los diferentes *curriculums* de informática definidos por la IEEE/ACM²¹ (IEEE/ACM Curricula Recommendations, 2009).

Se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis de la literatura para determinar el estado del arte con respecto de esta cuestión a nivel Europeo. Se describen a continuación.

¹⁹ Accreditation Board for Engineering and Technology, <http://www.abet.org/>

²⁰ Council for Higher Education Accreditation, <http://www.chea.org/>

²¹ Association for Computing Machinery, <http://www.acm.org/>

a) El Proyecto Tunning:

*Tuning Educational Structures in Europe*²², conocido también como *Afinar las estructuras educativas en Europa*, es un proyecto dirigido desde la esfera universitaria que tiene por objeto ofrecer un planteamiento concreto que posibilite la aplicación del proceso de Bolonia en el ámbito de las disciplinas o áreas de estudio y en el de las instituciones de educación superior. El enfoque Tuning consiste en una metodología con la que volver a diseñar, desarrollar, aplicar y evaluar los programas de estudio de cada uno de los ciclos de Bolonia. Su validez puede ser considerada mundial, ya que ha sido probado en diferentes continentes con buenos resultados.

Si bien, este proyecto ha incluido universidades de: administración de empresas, geología, historia, matemáticas, física, química y educación, y por lo tanto, aún no ha participado ninguna escuela de ingeniería, podemos tener presente las 30 competencias genéricas que consideran, ya enumeradas en el apartado 3.1.2.

No obstante, sí se han tenido en consideración los trabajos de ECET (European Computing Education and Training, 2009), red temática Sócrates-Erasmus, y que trata de introducir la metodología Tunning en los estudios de informática.

Otra fuente de información, a nivel europeo tenida en cuenta, han sido los denominados descriptores de Dublín (Complete Set Dublin Descriptors, 2004), que tratan de explicitar de forma generalista cuáles son las expectativas relativas al desarrollo de habilidades que han de representar las cualificaciones que indican el fin de cada ciclo de Bolonia.

b) El Consorcio Career Space

A nivel europeo, otra fuente de información a tener presente es el estudio sobre “Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC” (Career Space, 2001) realizado por el consorcio Career Space²³. Este trabajo se desarrolló con los mismos objetivos que los estudios PAFET pero en un marco de referencia europeo.

Career-Space es un consorcio formado por grandes compañías de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC): BT, Cisco Systems, IBM, Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AG, Telefónica S.A. y Thales.

El consorcio Career-Space considera que la educación que reciben los estudiantes de ingeniería e informática debe cambiar para atender las necesidades del sector de las TIC en el siglo XXI. Los graduados en TIC necesitan una sólida base de capacidades técnicas tanto en el campo de la ingeniería como el de la informática, con especial atención a una perspectiva sistémica

²² <http://www.eees.es/es/ees-estructuras-educativas-europeas>

²³ Career Space. Perfiles de capacidades profesionales genéricas de las TIC (<http://www.career-space.com/privacy/index.htm>)

amplia. Precisan trabajar en equipo y tener alguna experiencia en este sentido en proyectos donde se realizan actividades en paralelo. Precisan también conocimientos básicos de economía, mercados y empresas. Las competencias transversales señaladas en estos estudios responden a cada uno de los perfiles profesionales, y coinciden con las presentadas en los estudios PAFET.

A nivel español encontramos diferentes estudios, uno de los principales trabajos son los estudios PAFET²⁴ (Dueñas, Burillo y Ruiz, 2005) y los informes PESIT²⁵ (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación, 2005). Otra referencia importante que igualmente hemos tenido en consideración, para delimitar qué capacidades personales son las más valoradas entre los ingenieros contratados por el sector TIC en España, es el conocido como el “*Libro Blanco sobre las titulaciones de la informática*” (Casanovas, Colom, Morlán, Pont y Ribera Sancho, 2004), financiado por la ANECA, en su capítulo noveno, indica las competencias transversales genéricas en relación, entre otras, a los perfiles profesionales relativos a la gestión y explotación de las tecnologías de la información.

También se ha tenido en consideración el proyecto de la ANECA presentado por 46 centros de 36 universidades para el “*Diseño de planes de estudio y de títulos oficiales adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior*” en Ingeniería de Telecomunicación. Que dió como resultado el “*Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación*” (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2005), y el “*Libro Blanco para los futuros títulos de grado en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*” (Varios autores, 2004). También, la propia Oficina de Orientación e Inserción laboral de la Asociación de Amigos de la Universidad Politécnica de Cataluña²⁶, es un trabajo que hay que citar.

Veamos las principales aportaciones de cada uno de los trabajos a escala nacional citados en los dos párrafos anteriores.

c) Los estudios PAFET

Uno de los estudios estatales más importantes sobre cuáles son las necesidades de los profesionales cualificados y los perfiles necesarios en las empresas de informática, electrónica y comunicaciones, es el llamado estudio PAFET: Propuesta de Acciones para la Formación de profesionales de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones del sector. Promovido por el COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación), la AETIC (Asociación de

²⁴ Uno de los estudios estatales mas importantes relativo a cuales son las necesidades de los profesionales cualificados y de los perfiles necesarios en las empresas de informática, electrónica y comunicaciones, és el estudio llamado PAFET: Propuesta de Acciones para la Formación de profesionales de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones del sector. Promovido por el COIT (Colegio Oficial d'Ingenieros de Telecomunicación), la AETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicación de España) y la AEIT (Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación)

²⁵ Realizados por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación desde el año 1984 y cada 4 años, describen cual es la situación socioprofesional de estos ingenieros. La sexta y ultima versión PESIT VI corresponde a la encuesta realizada en 2004 y presentada en 2005

<http://www.coit.es/index.php?op=estudios>

²⁶ <http://www.upc.edu/aaupc>

Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España) y la AEIT (Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación) en el año 2001. La iniciativa PAFET se compone de cuatro estudios, el PAFET 1, centrado en el conocimiento de la situación de los profesionales TIC, al año siguiente, respondiendo a la necesidad de actualizar y ampliar el análisis de la situación en nuestro país ante las nuevas condiciones que iban apareciendo, continuó con el PAFET 2. Una tercera fase fue el estudio PAFET 3 que analizaba el nuevo ámbito de la amplia ocupación de profesionales TIC fuera del sector propio. Durante los años 2004 y 2005 se amplió el estudio con el PAFET 4, cuyos objetivos van desde la identificación de nuevos servicios hasta la identificación de las competencias necesarias en los profesionales TIC.

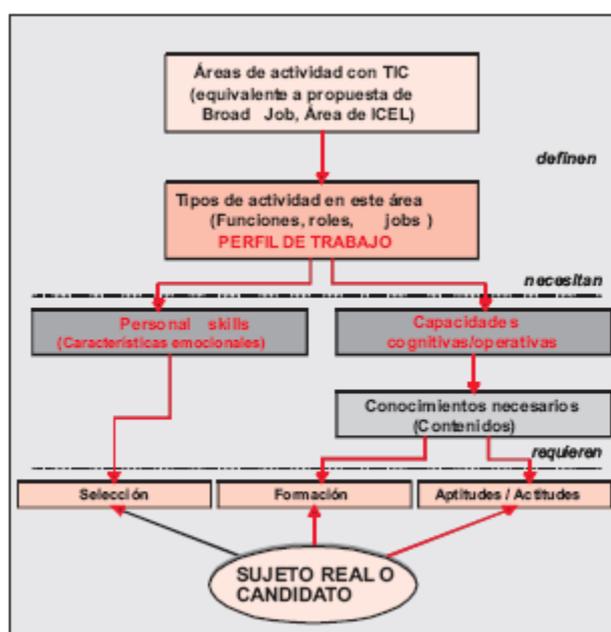


Figura 8 - Metodología de perfiles PAFET. Fuente: Estudios PAFET

Las conclusiones de los estudios PAFET determinan que las competencias personales con mayor valoración son.

- Predisposición mental a la flexibilidad
- Motivación por lo que se hace
- Interés en la participación en la empresa
- Inclinación al cambio
- Capacidad para aprender
- Habilidad para el diálogo y la negociación
- Capacidad de toma de decisiones colectivas dentro de grupos heterogéneos

d) Informes PESIT

Los informes PESIT, realizados por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación desde el año 1984 cada 4 años, describen cuál es la situación socio profesional de estos ingenieros. La sexta y última versión PESIT VI corresponde a la encuesta realizada en 2004 y presentada en 2005. Por primera vez las muestras son proporcionales territorialmente y han hecho posible tener la información para cada comunidad autónoma. Si bien, este estudio da una clara visión de cuál es la situación laboral de los ingenieros de telecomunicación, profundizando en los perfiles laborales de los técnicos de los que consta el sector, no indica nada en cuanto a competencias genéricas.

e) Los libros blancos

Otra referencia importante que igualmente hemos tenido en consideración para delimitar qué capacidades personales son las más valoradas entre los ingenieros contratados por el sector TIC en España, es el “*Libro blanco sobre las titulaciones universitarias de informática en el nuevo espacio europeo de educación*” (Casanovas, Colom, Morlán, Pont y Ribera Sancho, 2004). Financiado por ANECA, en su capítulo noveno, indica las competencias transversales genéricas en relación, entre otros, a los perfiles profesionales relativos a la gestión y explotación de las tecnologías de la información. Estas conclusiones forman parte de un gran trabajo de campo realizado entre un amplio colectivo de ingenieros y las aportaciones de colegios profesionales, asociaciones y personas destacadas del sector de la informática. El resumen de los resultados de las encuestas son los siguientes:

Competencias transversales
Capacidad para resolver problemas
Trabajo en equipo
Capacidad de análisis y de síntesis
Capacidad de organización y planificación
Capacidad de gestión de la información (captación y análisis de la información)
Capacidad para tomar decisiones
Motivación por la calidad y la mejora continua
Conocimiento de alguna lengua extranjera
Trabajo en equipo de carácter interdisciplinario
Comunicación oral y escrita
Razonamiento crítico
Habilidades de relaciones interpersonales
Capacidad para dirigir equipos y organizaciones
Conocimientos básicos y fundamentales del ámbito de formación
Conocimientos en alguna especialidad del ámbito de formación
Capacidades directivas
Trabajo en un contexto internacional
Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad
Sensibilidad por el medio ambiente

Tabla 5 - Listado de competencias transversales según el Libro Blanco de la Informática. Fuente: ANECA

Según las empresas, de este listado de 20 competencias transversales, las 5 más importantes son las siguientes:

Capacidad según el colectivo de empresas
Capacidad de análisis y de síntesis
Capacidad para resolver problemas
Trabajo en equipo
Capacidad de organización y planificación
Motivación por la calidad y la mejora continua

Tabla 6 - Las cinco competencias más valoradas por las empresas según el Libro Blanco de la Informática. Fuente: ANECA

Según los titulados, de este listado de 20 competencias transversales, las 5 más importantes son las siguientes:

Capacidad según el colectivo de titulados
Capacidad de análisis y de síntesis
Capacidad de organización y planificación
Trabajo en equipo
Capacidad para resolver problemas
Capacidad de gestión de la información (captación y análisis de la información)

Tabla 7 - Las cinco competencias más valoradas por los titulados según el Libro Blanco de la Informática. Fuente: ANECA

Según los profesores, de este listado de 20 competencias transversales, las 5 más importantes son las siguientes:

Capacidad según el colectivo de profesores
Capacidad de análisis y de síntesis
Capacidad para resolver problemas
Conocimientos básicos y fundamentales del ámbito de formación
Capacidad de organización y planificación
Trabajo en equipo

Tabla 8 - Las cinco competencias más valoradas por los profesores según el Libro Blanco de la Informática. Fuente: ANECA

En Julio del 2003, la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) aprobó un proyecto presentado por 46 centros de 36 universidades para el "Diseño de Planes de Estudio y Títulos Oficiales adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior "en Ingeniería de Telecomunicación. Esto implicó la elaboración de diferentes propuestas.

Un primer resultado fue publicado en 2005 como el denominado "*Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación*"(ANECA,2005).

Los resultados relativos a las competencias transversales de este estudio se pueden resumir en la siguiente tabla, que recoge lo que se ha considerado dentro del proyecto y lo relaciona con los resultados de los informes PAFET 1 y PAFET 2.

Proyecto ANECA Telecomunicación	PAFET
INSTRUMENTALES	
Capacidad de análisis y síntesis	Analítica
Capacidad de organización y planificación	Planificación y Organización
Comunicación oral y escrita en lengua nativa	Comunicación
Conocimiento de una lengua extranjera	Comunicación
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	Orientación técnica
Capacidad de gestión de la información	Manejo de información
Resolución de problemas	Resolución de problemas, Orientación al cliente
Toma de decisiones	Estrategia y planificación
PERSONALES	
Trabajo en equipo	Trabajo en equipo, negociación
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	Trabajo en equipo, negociación
Trabajo en un contexto internacional	Orientación al cliente
Habilidades en las relaciones interpersonales	Relaciones, Persuasión, Negociación
Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad	Orientación al cliente
Razonamiento crítico	Estrategia y planificación
Compromiso ético	Compromiso con la excelencia
SISTÉMICAS	
Aprendizaje autónomo	Flexibilidad y auto aprendizaje
Adaptación a nuevas situaciones	Gestión de riesgos
Creatividad	Creatividad
Liderazgo	Liderazgo, Decisión, Negociación
Conocimiento de otras culturas y costumbres	Orientación al cliente
Iniciativa y espíritu emprendedor	Iniciativa
Motivación por la calidad	Compromiso con la excelencia, Asegurar la calidad
Sensibilidad hacia temas medioambientales	Compromiso con la excelencia, asegurar la calidad
OTRAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES GENÉRICAS	
	Atención al detalle

Tabla 9 - Relación entre competencias transversales según Proyecto ANECA vs PAFET.
Fuente: ANECA

Una fuente de referencia relevante ha sido el llamado “Libro blanco para los futuros titulados de grado en el ámbito de las TIC”, publicado el año 2004, referenciado en el apartado anterior; también dentro del proyecto ANECA, que añade a los libros de Telecomunicación y de Informática, los de Electrónica, Telemática e Imagen y Sonido.

De hecho, un aspecto que propone este libro, es considerar en el ámbito de las TIC, las siguientes titulaciones de grado:

- Ingeniero de Telecomunicación
- Ingeniero en Electrónica
- Ingeniero en Telemática
- Ingeniería de imagen y sonido
- Ingeniero Informático

La clasificación de las competencias transversales genéricas, para el ámbito de la Ingeniería Telemática que nos presentan son las siguientes:

- Aplicación conveniente de las tecnologías aprendidas e integración en la estructura socioeconómica
- Innovación
- Conocimiento de otras culturas y lenguas
- Creatividad
- Gestión del conocimiento
- Mentalidad interdisciplinar
- Interacción con los usuarios
- Responsabilidad en auto-formación

A nivel de Catalunya, una de las referencias a señalar es la que se realiza desde la “Associació d'Amics de la UPC”(Oficina d'Orientació i Inserció laboral de la Associació d'Amics de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2002).

f) “Oficina d'Orientació i Inserció laboral de la Associació d'Amics de la Universitat Politècnica de Catalunya”:

También ha sido determinante la propia Oficina de Orientación e Inserción laboral de la Asociación de Amigos de la Universidad Politecnica de Cataluña, que elabora cada dos años un informe con las capacidades y habilidades personales más demandadas por las empresas. Este informe, es de carácter bianual, y se ha denominado “Observatori de les empreses”²⁷.

²⁷ Oficina d'Orientació i Inserció Laboral. Associació d'Amics de la UPC, "Observatori del mercat de treball 2001-2002, observatori de les empreses 2002, memòria AAUPC 2002 : rendició de comptes," 2002. Disponible: <http://www.upc.edu/aaupc2/ooil/catala/home.html>

Si bien no ha aparecido un estudio sectorial del ámbito TIC, es patente la distinción de competencias transversales que realiza, distribuyendo en cuatro categorías un total de 26 competencias genéricas:

Efectividad personal y del grupo Autoconfianza Autocontrol Comprensión interpersonal - Empatía Compromiso organizacional Compromiso por aprender Comunicación Flexibilidad Iniciativa Orientación a objetivos Orientación al cliente Planificación	Influencia interpersonal Conciencia organizacional Establecimiento de relaciones Impacto e influencia Trabajo en equipo y cooperación	Resolución de problemas Innovación Orientación estratégica Pensamiento Analítico Pensamiento Conceptual Pericia - Experiencia Pragmatismo
	Liderazgo Asertividad Liderazgo del equipo Motivación de personas Toma de decisiones	

Búsqueda de información

Tabla 10 - Distinción de competencias según la Asociación de Amigos de la Universidad Politécnica de Cataluña. Fuente: AAUPC

3.2 Estrategias y técnicas didácticas

Una vez evaluado el estado del arte sobre competencias transversales y el sector TIC, se analiza en esta tesis, el estado del arte de las metodologías didácticas, objeto de la segunda parte de la tesis.

Para ello, se enmarca primeramente, lo que implica en este sentido, la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior, después se analiza la literatura científica significativa sobre las metodologías centradas en el alumno, y finalmente, se desarrollan las principales técnicas docentes.

3.2.1 El Espacio Europeo de Educación Superior

La nueva cultura pedagógica que incorpora el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), genera un cambio del paradigma formativo tanto del alumnado, como elemento activo y receptor del aprendizaje, como del profesorado, en calidad de impulsor de la enseñanza (CRUE, 2002).

La creación de un Espacio Europeo de Educación Superior nació en las declaraciones de La Sorbona (1998)²⁸ y de Bolonia (1999)²⁹ en las cuales se inició un proceso de convergencia entre los sistemas nacionales de la enseñanza superior, con la intención inicial de ejecutarse antes del 2010. Este proceso se ha ido reafirmando con las siguientes declaraciones: Comunicado de Praga (2001)³⁰, la Conferencia de rectores de las Universidades Europeas de Salamanca (2001)³¹, la convención de Estudiantes de Goteborg (2001) y el comunicado de Berlín (2003)³², la Conferencia de Bergen (2005)³³, la Conferencia de Londres (2007)³⁴ y hasta la más reciente de Lovaina³⁵ (2009).

El objetivo del EEES es consolidar la presencia de Europa en el mundo a través de la mejora continua de la educación de sus ciudadanos haciendo énfasis especialmente en la adopción y el desarrollo armónico de sistemas educativos superiores fácilmente comparables, con titulaciones que permitan el reconocimiento académico y profesional en toda la Unión Europea.

Uno de los pilares de la convergencia europea, es la introducción de los créditos europeos, que indican las horas de trabajo, dentro y fuera de la clase, necesarios para aprobar una materia, llamados European Credit Transfer System (ECTS). Otro elemento clave en el cambio, es el de pretender fomentar el cambio de paradigma de la enseñanza centrada en el profesorado, a la

²⁸ <http://www.upc.es/upcfaeuropa/catala/documents/declaracions/sorbona.htm>

²⁹ <http://www.upc.es/upcfaeuroa/catala/documents/declaracions/bolonia.htm>

³⁰ <http://www.upc.es/upcfaeuroa/catala/documents/declaracions/praga.htm>

³¹ <http://www.upc.es/upcfaeuroa/catala/documents/declaracions/salamanca.htm>

³² <http://www.bologna-berlin2003.de/>

³³ <http://www.bologna-bergen2005.no/>

³⁴ <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/>

³⁵ <http://www.upc.edu/visio2020/documents/comunicat-de-la-conferencia-de-ministres-europeus-d2019educacio-superior-lovainia-2009>

enseñanza centrada en el estudiante. La tabla 11 muestra los rasgos distintivos entre ambos paradigmas.

Aprendizaje centrado en el estudiante	Aprendizaje convencional
Los estudiantes tienen un rol responsable y activo (en la planificación de su aprendizaje, interacción con el profesor y otros estudiantes, en la investigación y en la evaluación)	Normalmente los estudiantes son pasivos (no hay rol en la planificación del aprendizaje)
Los estudiantes tienen que escoger qué y cómo aprender	La mayoría de las decisiones las toma el profesor
Énfasis en la integración del aprendizaje a lo largo del currículum	Énfasis en el aprendizaje de una sola materia
El profesor como guía, mentor y facilitador del aprendizaje	El profesor como dispensador experto del conocimiento y controlador de las actividades
Motivación intrínseca (interés, curiosidad, responsabilidad)	Motivación extrínseca (notas, <i>teacher praise</i>)
Centrado en el aprendizaje cooperativo	Aprendizaje individual y competición entre estudiantes
El aprendizaje puede estar en todas partes	El aprendizaje está confinado en sitios fijados: clases, bibliotecas, laboratorios
Más flexibilidad en el aprendizaje y enseñanza	Métodos relativamente inflexibles
Más flexibilidad en la evaluación, con la autoevaluación y la evaluación por iguales como las más comunes.	Evaluación como responsabilidad del profesor, con los exámenes finales como centro.
Perspectiva a largo plazo: énfasis en el aprendizaje a largo plazo	Perspectiva a corto plazo: énfasis en completar el trabajo asignado y aprendizaje para los exámenes

Tabla 11 - Aprendizaje centrado en el estudiante vs aprendizaje convencional. Fuente: R. Cannon, Z. Kapelis and D. Newble (2000)

La conferencia de Bolonia³⁶ puso las bases para la construcción de un espacio europeo de enseñanza superior organizado conforme a los principios de calidad, movilidad, diversidad y competitividad:

- La adopción de un sistema fácilmente comprensible y comparable de titulaciones.
- La adopción de un sistema basado, fundamentalmente, en dos ciclos principales: grado y postgrado.
- El establecimiento de un sistema de créditos compatible, ECTS, que promueva la movilidad.
- La promoción de la cooperación europea para garantizar la calidad de la enseñanza superior.
- La promoción de las dimensiones europeas necesarias en educación superior para el desarrollo curricular, la cooperación interinstitucional, los esquemas de movilidad y los programas de estudio, prácticas e investigación.
- La promoción de la movilidad de estudiantes, profesores y personal administrativo de las universidades y otras instituciones de enseñanza superior europea.

Así, las titulaciones enmarcadas en el EEES, tendrán que diseñarse en función de unos perfiles profesionales con perspectiva estatal y europea y dentro de unos objetivos que tienen que hacer mención de las competencias genéricas (conocimientos, capacidades y habilidades) y específicas, como principal elemento de aprendizaje. Tal y como el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes publicó en el Documento – Marco: *La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior* (Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 2003). Éste fue el punto de partida para la reflexión que se viene produciendo desde entonces en las universidades del Estado español.

3.2.2 Los métodos pedagógicos

Podemos definir los métodos pedagógicos, o estrategias didácticas, como el conjunto de procedimientos, basados en técnicas de enseñanza, que tienen el objetivo de llevar a buen término la acción didáctica, es decir, alcanzar los objetivos del aprendizaje (Grappin, 1990).

La técnica didáctica es el recurso particular que utiliza el docente para alcanzar los propósitos planteados desde el método o la estrategia, y está configurada por diversas acciones o actividades.

Algunos ejemplos de técnicas didácticas pueden ser: la exposición, el método del caso, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, la técnica del debate, los

³⁶ Secretariado del proceso de Bolonia: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna>

juegos de negocios y simulaciones, la investigación, el sistema de instrucción personalizada, la técnica de la pregunta, entre otros.

En la elección del método y las técnicas a utilizar Zabalza (Zabalza,1991) propone los siguientes criterios a tener en cuenta: validez, comprensibilidad, variedad, adecuación, relevancia o significación, claridad en la intención, conocer y dominar los procedimientos, y adecuada inserción del ejercicio en la planificación.

La acción formativa pretende la consecución de unos objetivos de aprendizaje, que determinan y cuantifican, la evaluación del proceso de aprendizaje. Esto es especialmente complicado en los procesos de asimilación de competencias genéricas. En este punto, se hace especialmente necesaria una estructuración de la educación en niveles, para la que nos puede servir la conocida Taxonomía de Bloom.

La Taxonomía de Bloom (Bloom, 1979), clasifica de forma jerárquica los objetivos de la educación por niveles, diferenciando si son cognitivos o afectivos. En la dimensión afectiva, los objetivos afectivos, corresponden a las reacciones emocionales, actitudes y sentimientos. Se estructura en 5 niveles: recepción, respuesta, valoración, organización y caracterización. En la dimensión cognitiva, los objetivos cognitivos, corresponden al conocimiento y la comprensión. Se estructura en 6 niveles: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación.

Por tanto es preciso incidir en que las competencias genéricas, pertenecen por su naturaleza a ambas dimensiones afectiva y cognitiva, a la vez, por lo que su tratamiento se hace especialmente complejo.

Otro elemento a considerar, es la tipología de alumno, que puede clasificarse según el Modelo de Kolb (Kolb, 1984), desarrollado a mediados de los setenta por el psicólogo norteamericano.

Como se muestra en la figura 9, Kolb define 4 tipos de alumnos, según sean sus estilos de aprendizaje en función del modo de percepción de la información y de cómo realiza su procesamiento. Siendo divergente, convergente, asimilador o analítico y acomodador.

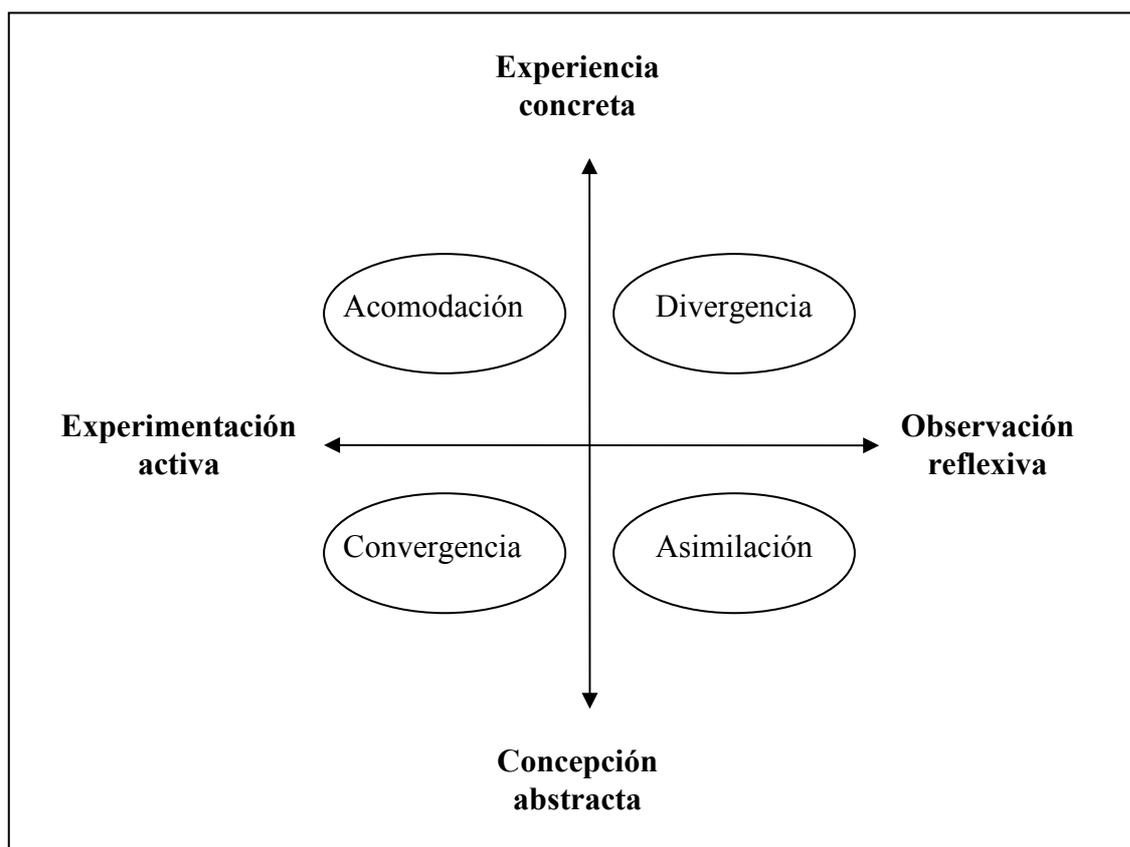


Figura 9 - Estilos de aprendizaje. Fuente: D.A. Kolb (1984)

Este modelo debe ser tomado en cuenta, especialmente, en relación a la consecución de competencias y habilidades.

3.2.3 Clasificación de los métodos docentes

Existen distintas formas de clasificar los métodos didácticos, de acuerdo con Neciri (Neciri, 1979), como son:

- Según la forma de razonamiento: métodos deductivos, inductivos y analógicos.
- Según la actividad de los alumnos: métodos pasivos y métodos activos.
- Según el trabajo del alumno: trabajo individual, trabajo colectivo y trabajo mixto.

Mario de Miguel Díaz (de Miguel Díaz, 2006) estructura de forma general las metodologías según la modalidad organizativa de éstas. En la tabla 12 se muestra la clasificación de las metodologías según el grado de participación de estudiantes y profesor, resaltando en **negrita** las más habituales para cada modalidad.

Modalidades organizativas	Métodos de enseñanza
Clases teóricas	<ul style="list-style-type: none"> • Lección Magistral • Estudio de casos • Resolución de ejercicios y problemas
Seminarios-talleres	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de casos • Resolución de ejercicios y problemas • Aprendizaje basado en problemas • Aprendizaje cooperativo
Clases prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de ejercicios y problemas • Aprendizaje basado en problemas • Estudio de casos
Prácticas externas	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de ejercicios y problemas • Aprendizaje basado en problemas • Aprendizaje orientado a proyectos
Tutorías	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje orientado a proyectos • Contrato de aprendizaje
Estudio y trabajo en grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje cooperativo • Aprendizaje basado en problemas • Estudio de casos
Estudio y trabajo autónomos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje orientado a proyectos • Contrato de aprendizaje • Estudio de casos • Lección Magistral

Tabla 12 - Relación entre modalidades y métodos según M. M. Díaz. Fuente: M. de Miguel Díaz (2006)

Veamos a continuación una descripción de los 7 métodos de enseñanza más habituales para cada modalidad definidos en el cuadro anterior.

La lección magistral (Pujol y Fons, 1989) ha sido hasta la actualidad el método docente que ha predominado en las aulas. Es un método expositivo que consiste en la transmisión de los conocimientos y la exposición verbal de los contenidos a los alumnos por parte del profesor. En este método es primordial el papel del profesor como transmisor del conocimiento, y más secundario el del alumno como receptor de éste.

El estudio de casos (Erskine, Leenders y Mauffette-Leenders, 1998) es un método que se basa en la presentación y orientación por parte del profesor de un caso concreto basándose en hechos reales, sobre el cual los alumnos, en pequeños grupos, deberán comprender, interpretar, analizar y resolver las diferentes cuestiones planteadas en el mismo.

La resolución de ejercicios y problemas (Beard y Hartley, 1984) es un método docente que consiste en el planteamiento de ejercicios o problemas por parte del profesor, y en la resolución e interpretación, mediante la aplicación de fórmulas, algoritmos y procedimientos de transformación de la información, por parte de los alumnos.

Aprendizaje basado en problemas (Rodríguez Suarez, 2004) es un método de enseñanza-aprendizaje en el que se plantean problemas de la práctica profesional o de la vida real como estímulo de aprendizaje para que los alumnos los resuelvan en grupos. El profesor plantea un problema y los estudiantes definen qué saben y qué necesitan saber para proceder a entender y resolver el problema. El aprendizaje basado en problemas (ABP) comparte muchos de los atributos del aprendizaje cooperativo con la característica añadida de que el problema es realista. El ABP facilita una mayor comprensión y retención del contenido.

El aprendizaje orientado a proyectos o *Project Based Learning* (PBL) (Morsund, 1999) es una “metodología basada en proyectos contextualizados o reales, a resolver de acuerdo con las indicaciones (guía) del instructor” (Mayo, Donnelly, Nash, y Schwartz, 1993). Es una metodología activa de aprendizaje, coherente con la asimilación de un conocimiento significativo: Competencias genéricas. Un ejemplo, es el denominado Proyecto final de carrera o Proyecto de fin de grado, se trata de llevar a cabo un proyecto que incluya los conocimientos y contenidos de diferentes asignaturas, como ejemplo y síntesis de la capacitación que hay que alcanzar. Típico en las ingenierías.

El aprendizaje colaborativo o cooperativo, se basa en la colaboración de todos los participantes del grupo en el proceso de aprendizaje, se comparte la responsabilidad del aprendizaje en grupos. Según Braxton (Braxton, Bronico y Looms, 1995), se trata de un tipo especial de aprendizaje activo.

En el contrato de aprendizaje el alumno debe firmar un compromiso concreto de periodificación y cuantificación de las tareas a realizar, suficientemente pormenorizado, donde se compromete a seguir con el esquema de trabajo previsto. Este contrato de aprendizaje deberá ser ratificado por el profesor que acordará con el alumno parcialmente los objetivos y los plazos, y que realizará un seguimiento constate de la consecución de los mismos, informando puntualmente de las desviaciones y marcando claramente las acciones de revisión del trabajo (Przesmycki, 2000).

Amparo Fernández March (Fernández March, 2005) también estructura los métodos según las modalidades organizativas, diferenciando solamente 3 categorías de modalidades a partir de las cuales se clasifican los diferentes métodos. Esta clasificación, que muestra la tabla 13, resulta interesante por la gran cantidad de métodos y técnicas que abarca:

Modalidad	Tipo de enseñanza	Métodos y técnicas de enseñanza
Lección magistral	Exposiciones formales	<ul style="list-style-type: none"> • Conferencia de un solo profesor • Conferencias sucesivas de diversos profesores
	Exposiciones informales	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición magistral informal • Exposición-demostración • Exposición-presentación de un caso • Exposición presentada por los alumnos
Trabajo en grupo	Seminarios	<ul style="list-style-type: none"> • Seminario clásico • Proposiciones de Nisbert • Debate
	Estudio de casos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Harvard • Caso dramatizado • Caso simplificado • Técnica de Pigors • Redacción de casos por los alumnos
	Enseñanza por parejas	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto • Aprendizaje por resolución de problemas • Trabajo dirigido o taller • Célula de aprendizaje • Simulación • Juego educativo • Juego de roles
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Sesiones de laboratorio • Micro enseñanza • <i>Team-teaching</i>
Trabajo autónomo	Dirección de estudios	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de aprendizaje • Programa de lecturas • <i>Stages</i> • Enseñanza cooperativa • Enseñanza a distancia
	Trabajo individual	<ul style="list-style-type: none"> • Enseñanza modular • Audio-tutoría • Enseñanza por prescripciones individuales • Enseñanza personalizada • Enseñanza programada

Tabla 13 - Relación entre modalidades y metodos según A. Fernandez. Fuente: A. Fernández March (2005)

Según la misma autora, otras técnicas didácticas que se pueden utilizar en la enseñanza son:

- Panel: Discusión de un grupo reducido de personas delante de público, que intervendrá al final de la exposición.
- Pecera: Se forman dos círculos concéntricos de personas. Las personas que están en el interior discuten un tema mientras que las del exterior observan. Una vez finalizado el tiempo de discusión, los observadores comentan sobre la discusión y los participantes en ella.
- Philips 66: Se forman grupos de 6 personas y se discute durante 6 minutos sobre un tema y se extrae la conclusión. Después se exponen las conclusiones generales de cada grupo.

A continuación describimos más técnicas didácticas relativamente conocidas:

- Puzle: Se forman grupos de estudiantes en los cuales a cada alumno se le es asignado un tema. Los alumnos de los diferentes grupos con el mismo tema asignado se reúnen para discutirlo. Después cada grupo se vuelve a reunir y cada alumno expone al grupo su tema (Aronson y Patnoe, 1978).
- Lluvia de ideas (*Brainstorming*): Se plantea un tema o pregunta, y durante un tiempo determinado los estudiantes aportan el mayor número de ideas sobre este (Osborn, Durán y López Vázquez, 1960).
- *Service-Learning* (Leahy, 1997). Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que consiste en la participación activa de los estudiantes como voluntarios de comunidades locales. Los estudiantes ganan resultados intelectuales y actitudinales, como es el liderazgo, la tolerancia o el trabajo en equipo, y amplían y profundizan su currículo académico.
- Dossier de aprendizaje o Portfolio (Matas y Allan, 2004). Método de enseñanza, evaluación y reflexión, trata de que el estudiante explique y evalúe su progreso de aprendizaje en relación a los objetivos de la materia mediante una selección motivada de trabajos que reflejan los esfuerzos, los progresos y aprendizajes en un área específica durante un período de tiempo.
- Revistas: Esta iniciativa consiste en la publicación, generalmente *on line*, de los artículos elaborados por el estudiante durante el curso académico. El objetivo es estimular a escribir y publicar. La elaboración de artículos puede ser parte de la evaluación de los aprendizajes.

3.2.4 Las metodologías centradas en la participación del alumno

De acuerdo con Hernández y Sancho (Hernández y Sancho, 1989) y tal y como aparece en libro de Oriol Amat (Amat, 1994), existen distintos modelos de aprendizaje:

- Reacción condicionada: Pavlov defiende que tiene que existir una relación causa-efecto para el aprendizaje. Basa el aprendizaje en la repetición de ejercicios seguidos de premios o castigos.
- Psicoanálisis: Freud afirma que la dimensión afectiva de las personas se debe tener en cuenta dado que influye directamente en las relaciones entre los alumnos y las relaciones alumno-profesor. Hay que utilizar métodos pedagógicos para potenciar estas relaciones tales como tutorías o trabajos en grupo.
- Conductismo: que establece que los dos principios básicos para el aprendizaje son la motivación del individuo y la consolidación de conceptos mediante la repetición.
- La vía del descubrimiento: Dewey basa el aprendizaje en la solución de problemas que el individuo descubre por sí mismo, y diferencia varias etapas: delimitar el problema, análisis de posibles soluciones y verificación experimentalmente.
- Constructivismo: Según Piaget el aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento. El aprendizaje se realiza a través de la reconstrucción interna de la información.

Tal y como explicaba Javier Paricio Royo en el seminario "Dirección Estratégica de las Universidades" realizado en Barcelona y organizado por la Universidad Politécnica de Cataluña³⁷, en noviembre de 2007 (Paricio Royo, 2007), el constructivismo es un marco teórico que integra prácticamente todas las corrientes anteriores del proceso de aprendizaje. Así mismo atendiendo al paradigma constructivista el conocimiento no se transmite, cada individuo construye su propio aprendizaje.

Según Ausubel (Ausubel, 1963), uno de los más reconocidos representantes del constructivismo, el conocimiento puede y suele ser transmitido por un proceso expositivo, sin embargo la construcción del conocimiento pasa por la reflexión e interiorización del mismo para su posterior aplicación. A este enfoque se le denomina conocimiento significativo, que se caracteriza además por:

- El conocimiento significativo se construye bajo un trabajo activo de interpretación y modelización de la experiencia así como de su transferencia a situaciones y nuevos contextos de manera que el conocimiento es la interpretación de la experiencia y la capacidad de transferencia.
- El conocimiento significativo también requiere un trabajo activo en la estructuración de los conceptos de forma sólida y profusa, aquí entendemos el conocimiento como modelos o estructuras mentales.
- El conocimiento significativo se construye mediante el trabajo activo de interacción y negociación social de las interpretaciones y los modelos, según eso entendemos el conocimiento como el significado construido socialmente.

³⁷ Universidad Politécnica de Catalunya, <http://www.upc.edu/>

El axioma central del paradigma constructivista es que el aprendizaje significativo no es recepción sino construcción, un proceso constructivo individual e intransferible, alimentado por la implicación personal en la tarea, una implicación potenciada por la necesidad percibida y el sentido de aquello que se está haciendo, así como la autonomía y la capacidad de decisión.

No obstante, hay que decir en este punto que asumimos lo que exponían Cannon, Kapelis y Newble (Cannon, Kapelis y Newble, 2000): en el sentido de que no puede existir aprendizaje totalmente pasivo. Por lo tanto preferimos hablar de metodologías didácticas centradas en el estudiante, pues todas las metodologías didácticas, a nuestro entender, son siempre activas, en menor o mayor grado.

Entendemos las metodologías didácticas activas o centradas en el estudiante, cómo las que subrayan la participación del sujeto que aprende, en el proceso de aprendizaje (Braxton, Milem y Shaw Sullivan, 2000). En cambio, las formas no activas de aprendizaje están orientadas a la absorción de conocimientos y la memorización. Las formas activas de aprendizaje tratan de introducir procesos intelectuales que pretenden la mejora y la extensión de la calidad del aprendizaje (Osborne y Wittrock, 1989).

Kolb defendía el aprendizaje activo y cooperativo, por ser más natural y familiar, ante los métodos de enseñanza más tradicionales. También y con anterioridad, John Dewey (Dewey, 1938) había basado gran parte de su aportación en el ámbito pedagógico, en la defensa del uso de la práctica o aprendizaje activo, ante las técnicas pasivas, que en su momento eran absolutamente preponderantes.

Un esquema interesante y actual que sirve para identificar la variedad de metodologías docentes activas, es la denominada topografía de Horváth (Horváth, Wiersma, Duhovnik y Stroud, 2004). Este modelo, ver figura 10, clasifica las diferentes metodologías activas en función de si se focalizan hacia el individuo, el grupo o la comunidad en general, y según respondan a una naturaleza más acorde a un enfoque constructivista, explorativo o instructivo.

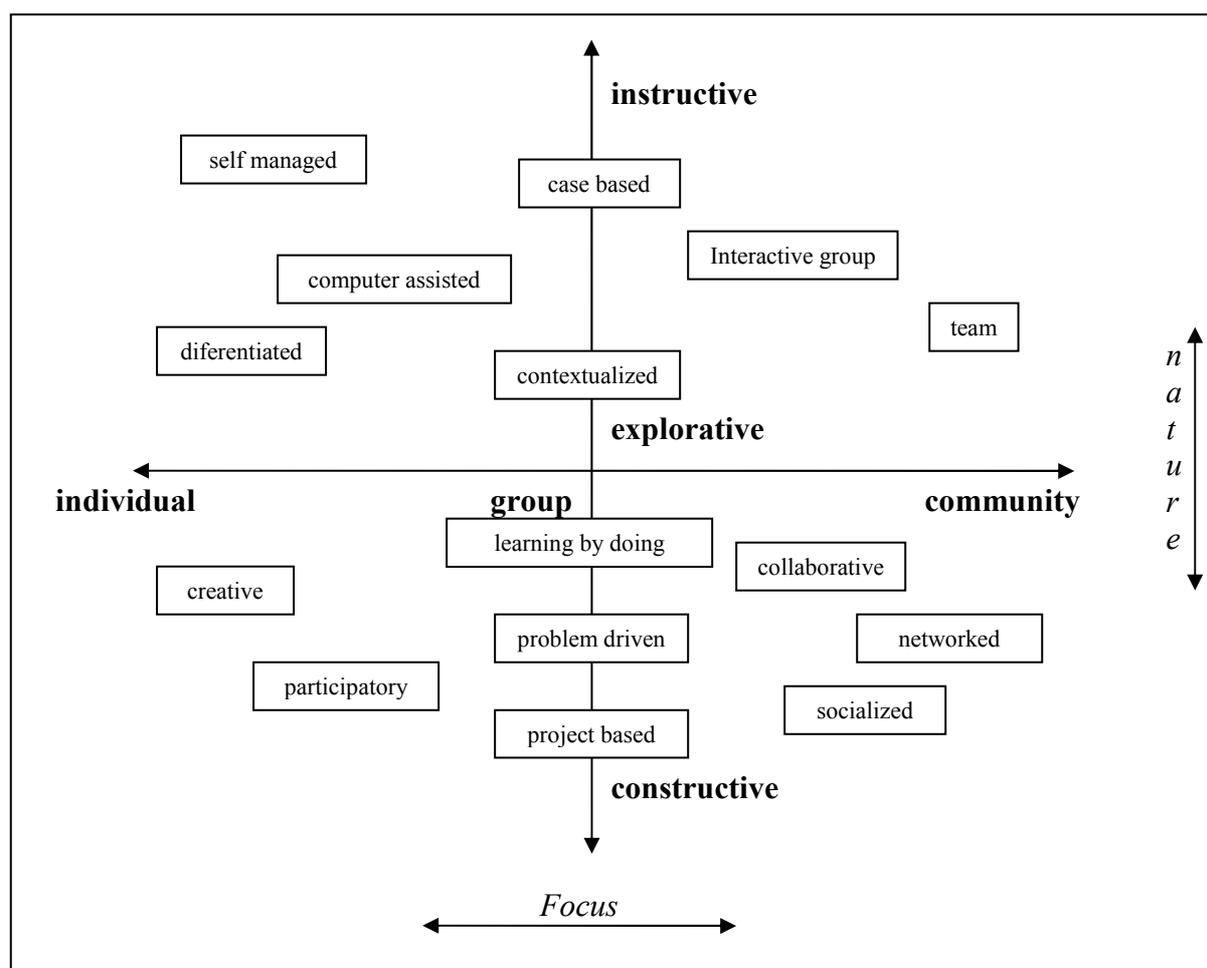


Figura 10 - Topografía de Horváth: Aproximaciones al aprendizaje activo. Fuente: I. Horváth, M. Wiersma, J. Duhovnik, I. Stroud (2004)

3.2.5 El aprendizaje de las competencias genéricas

La educación superior tiene que dar respuestas a los retos económicos y sociales que implica la sociedad basada en el conocimiento. Según el conocido informe Delors (Delors, 1996), hay 4 pilares en la educación: aprender a saber, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos. Los tres primeros pilares son justamente lo que entendemos por el aprendizaje de las competencias genéricas, el cuarto o último pilar va mucho más allá del objeto de este trabajo. Aunque nos permitimos decir, que posiblemente, es el más importante de los cuatro en los aspectos sociales y de convivencia.

Es evidente que cuando hablamos del desarrollo de competencias, incluimos el saber (conocimientos, cognición), el saber hacer (capacidades, heurística) y el saber ser (carácter, valores) (Llorens, Llinàs y Sabaté, 2009) Se trata, pues, de conocimiento significativo y sólo formas de aprendizaje activas nos permiten poder establecer una metodología pedagógica válida para su asimilación, por parte de los estudiantes

Como expone Marchese (Marchese, 1997), lo que tienen en común todas las técnicas didácticas para el aprendizaje de competencias es:

- La independencia y responsabilidad del estudiante
- Motivación intrínseca y curiosidad natural
- Feedback rico, frecuente y constructivo
- Implicación activa en tareas de aprendizaje realistas
- Énfasis en las habilidades cognitivas de alto orden
- Oportunidad para trabajar con otros
- Entornos estimulantes pero de bajo riesgo
- Práctica y refuerzo

Otro autor, Astin (Astin, 1993), señala en una línea de trabajo parecida a la anterior:

- Llevar a cabo proyectos en grupo afecta positivamente al crecimiento en el conocimiento del campo de la disciplina
- Tener trabajos criticados por el profesorado afecta positivamente al pensamiento crítico, las habilidades analíticas y de solución de problemas
- La comunicación escrita se ve afectada positivamente por los trabajos escritos, los exámenes de preguntas abiertas o temas (entre otros)
- La habilidad de hablar en público se ve positivamente afectada por el hecho de hacer presentaciones en clase, trabajar en proyectos de grupo, hablar con el profesorado, participar en clubes y organizaciones
- Las habilidades de liderazgo se ven asociadas con ser delegado de curso, tutor, proyectos de grupo, participación en asociaciones estudiantiles

Estudios, como el de George Kuh (Kuh, 1995) o el de Lisa Tsui (Tsui, 2000), resaltan la importancia de experiencias fuera de clase en el desarrollo de competencias interpersonales o complejidad cognitiva. La influencia de aspectos culturales de la institución, que enfatizan el papel de los estudiantes como sujetos activos y responsables de su propio proceso de aprendizaje, favorecen la creación de condiciones que tienen influencia en el desarrollo del pensamiento crítico.

En cuanto a las competencias profesionales, Cabrera, Colbeck y Terenzini (Cabrera, Colbeck y Terenzini, 1999), encontraron influencia del aprendizaje activo y cooperativo en el desarrollo de avances en competencias profesionales: trabajo en equipo, resolución de problemas.

También, Friedman (Friedman, 2001) afirma que el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje orientado a proyectos son métodos que ofrecen un gran potencial para el aprendizaje constructivo.

El pensamiento crítico, puede verse favorecido por el hecho de asistir a cursos donde se requiera la integración de ideas o cursos interdisciplinarios, la interacción con compañeros y profesorado, así como la implicación en actividades académicas dentro o fuera del aula (Terenzini, Springer, Pascarella y Nora, 1995).

Hay dos maneras de aproximarse al desarrollo de las competencias genéricas: formándose específicamente (por ejemplo la comunicación oral o con asignaturas para practicar el pensamiento crítico), o incluirlo en la metodología docente de asignaturas con otros contenidos académicos.

Algunos autores de prestigio, como Eduardo de Bono, creen que es posible enseñar habilidades de pensamiento de forma explícita, mediante ejercicios que mejoren la forma de pensar (de Bono, 1994). Otros autores, como Maclure y Davies, se inclinan por incluirlas dentro de otras materias más específicas (Maclure y Davies, 1991).

Por todo lo anterior podemos afirmar que no es posible elaborar una metodología única para todas las competencias genéricas. Tendremos que establecer primero qué competencias queremos trabajar en el plan de estudios y, a posteriori, definir qué métodos didácticos utilizamos para cada caso.

4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para poder dar respuesta a las cuestiones planteadas en esta tesis, y así, conseguir la finalidad de la investigación, la metodología de trabajo se ha dividido en tres etapas o fases, puesto que la consecución secuencial de los resultados de cada parte, permiten obtener las conclusiones finales.

En una primera parte, a partir de la investigación bibliográfica y los estudios empíricos existentes, se quieren identificar las competencias genéricas clave que deben alcanzar los futuros graduados en las ingenierías que se dirijan al sector TIC en España (básicamente, telecomunicaciones e informática). Un primer resultado de la tesis, pues, es determinar un primer listado acotado de las 20 competencias transversales más valiosas para los ingenieros TIC.

En la segunda fase, a partir de un trabajo de campo según una muestra de empresas representativas del sector TIC en España, se quiere verificar la selección antes indicada, evaluar su idoneidad y valorar la importancia de cada una de las competencias, para reducirlas a un listado definitivo de 10 competencias clave.

En paralelo, y como elemento innovador, dado que no hay bibliografía previa al respecto, se quiere identificar si hay diferencias significativas entre las competencias transversales que el sector TIC demanda en España a los graduados en ingeniería (hasta ahora, ingenieros técnicos) y las que solicita a los que obtienen el máster (hasta ahora, ingeniero superior).

También se pretende evaluar si el sector considera que la universidad está llevando a cabo, una formación en competencias transversales, en consonancia con lo que el mercado espera. Es decir, evaluaremos si existe una brecha o “*gap*” entre las expectativas del sector y la formación universitaria que reciben los egresados. Se trata, pues, de un estudio único en España y según el estado de arte muy poco trabajado, recientemente, en el contexto internacional.

Finalmente, se plantea la cuestión de si lo que el sector demanda, coincide con lo que la literatura científica recomienda, en cuanto a estrategia empresarial y formas de mantener la ventaja competitiva. La lógica podría indicar que debería ser prácticamente lo mismo, pero estudios previos de la autora, nos obligan a cuestionarlo (Llorens, Llinàs y Olivella, 2007), (Llorens, Llinàs y Navarro, 2008) y (Llorens, Llinàs y Sabaté, 2009).

En la tercera parte de la investigación, el principal objetivo es el de determinar la forma más eficiente de asegurar la adquisición de las 10 competencias genéricas clave para los graduados en ingenierías TIC, recién egresados.

Debemos resaltar la oportunidad del trabajo, en el inicio de la implantación del EEES en las universidades europeas, y asumiendo el cambio metodológico que supone establecer al estudiante como elemento central del modelo y a la adquisición de las competencias, como elementos más novedosos del nuevo paradigma pedagógico.

Así, a partir de los resultados de estudios previos, que han determinado las 10 competencias genéricas clave para el sector TIC, juntamente con el estudio de la literatura relativa a las metodologías pedagógicas centradas en el estudiante, y gracias a la utilización de la

metodología Delphi en base al uso del panel de expertos, se analizará la idoneidad de las diferentes técnicas didácticas, para el desarrollo de dichas competencias.

A partir de aquí, se propondrá un nuevo modelo que agrupará las 10 competencias genéricas escogidas, en función de las metodologías de aprendizaje utilizadas, con el objetivo de incrementar la eficiencia en su desarrollo y logro. Es decir, hallaremos el conjunto mínimo de metodologías que aseguren el desarrollo de las 10 competencias propuestas.

Hay que señalar que la agrupación de las competencias genéricas, en función del método docente que las desarrolla, es una propuesta singular en la literatura científica analizada. Este nuevo enfoque permitirá obtener una mayor eficiencia, con los mismos resultados, en el aseguramiento del aprendizaje de dichas competencias y a la vez facilitará su aplicación en el ámbito docente.

También, veremos según el análisis cualitativo elaborado, que será posible determinar qué competencias son más desarrolladas por cada metodología docente. Y, análogamente, veremos para cada competencia genérica, qué técnica o técnicas la desarrolla más.

4.1 Metodología de trabajo: fase 1

En concreto queremos identificar cuáles son las habilidades que deben tener y por tanto ser capaces de aplicar, los ingenieros informáticos y de telecomunicaciones, que contratan las empresas del sector TIC en España.

Para identificar estas habilidades, deberemos en primer lugar establecer un primer conjunto amplio de capacidades profesionales, que puedan ser consideradas como necesarias, para el desarrollo profesional eficiente de los ingenieros informáticos y de telecomunicaciones que trabajan en el sector TIC. De forma paralela, deberemos establecer también, cuáles son las tipologías de perfiles profesionales que dichos ingenieros han de aportar al sector.

A partir de un amplio estudio y revisión de la principal literatura al respecto, tanto nacional como internacional, hemos confeccionado una primera propuesta que tipificaría todos los posibles perfiles profesionales del sector TIC en España. No obstante, el objetivo de nuestro estudio, no es identificar perfiles en relación a un conjunto de tareas, ni en relación a ciertas áreas de conocimiento, sino, identificar perfiles en cuanto a las capacidades que requieren.

Para lograrlo, ha sido necesario realizar un segundo filtro, que posibilita englobar el conjunto de los 18 perfiles, en tres grupos homogéneos o conjuntos de puestos de trabajo similares, atendiendo a las habilidades o capacidades necesarias para realizarlas.

El método de agrupación que utilizamos, responde a la conocida división de la organización empresarial de Mintzberg (Mintzberg, 1984):

- Grupo A o vértice estratégico, personas que asumen la responsabilidad de dirigir y formular la estrategia

- Grupo B o línea media, mandos de autoridad formal y de responsabilidad, que coordinan y se encargan de que las líneas estratégicas sean seguidas por el resto de la organización
- Grupo C o núcleo de operaciones, las personas que realizan el trabajo, directamente relacionado con la producción de bienes y servicios, también llamados *outputs* de la empresa.

Finalmente, utilizando un panel de expertos, trataremos de evaluar para cada perfil, cuáles de las capacidades seleccionadas, son consideradas como más o menos valiosas.

Para generar el panel de expertos, consideramos diferentes profesionales del sector TIC, con una amplia e intensa experiencia laboral, prestigio en el sector, con una visión amplia y general del mismo, y que a su vez, fuesen sensibles a todo lo referente a las necesidades de capacitación y formación de los ingenieros.

Así se entrevistó a 10 expertos, que incluyen directores generales de empresas relevantes del sector TIC, al decano del Colegio Oficial de Ingeniería Informática de Catalunya y a la decana de la Facultad de Informática de Barcelona.

Tanto el listado de habilidades o capacidades, como el listado de perfiles profesionales del sector TIC en España, se sometieron a un análisis previo para comprobar su validez, preguntando a los diferentes expertos si faltaba o sobraba alguna destreza o perfil profesional del conjunto presentado. Al final de dicho proceso, el panel de expertos consideró que ambos listados eran válidos, al no faltar ni sobrar ningún *input*.

En la definición de qué capacidades eran las más valoradas para cada perfil, se requirió la evaluación de los expertos, para que trataran de señalar qué tres capacidades consideraban más importantes para desarrollar las tareas y objetivos relativos al puesto de trabajo, y qué tres consideraban de menor importancia o más irrelevantes para desarrollarlos. En la metodología aplicada, se sumó un punto (positivo) cuando la capacidad era considerada por el experto como relevante, mientras, que se restó un punto (negativo), cuando ésta era de menor relevancia. La suma de las puntuaciones dadas por los expertos a cada capacidad y para cada perfil, fueron trasladadas a un plano bidimensional, y se analizaron las distancias euclídeas para comprobar posibles valores anómalos aportados por alguno de ellos y que pudieran afectar a posteriores deducciones. El resultado del análisis determinó la conveniencia de que la opinión de todos los expertos fuera incluida en la investigación.

Esta metodología de análisis, se apoya en diferentes trabajos y artículos científicos entre los que podemos citar (Cabello, Garcia, Jiménez y Ruiz, 2001) y (Dess y Davis 1984). Posteriormente, se computaron y analizaron las valoraciones por perfiles y se agruparon los resultados en los tres grupos homogéneos ya expuestos.

4.2 Metodología de trabajo: fase 2

Esta fase de la investigación está basada en una encuesta realizada a 43 empresas, representativas del Sector TIC español. Para poder seleccionar una muestra apropiada,

debemos tomar en consideración que la estructura de este sector económico en España no es homogéneo: el 98% de las empresas son pequeñas (menos de 50 empleados) mientras que el 2% restante ocupa a más del 70% de la gente contratada en el mismo.

Dado que el estudio se centra en el punto de vista de quiénes contratan, hemos rechazado hacer una muestra estratificada, puesto que las empresas de tamaño pequeño no siempre presentan una organización estructurada, además de emplear a un número relativamente bajo de recién graduados.

Nuestra muestra incluye 25 empresas de gran tamaño (con más de 250 empleados), que representa el 13% de estas empresas; 11 empresas pequeñas (0.03% del total), y 7 medianas empresas (1.32%). De hecho, más del 60% del total de los empleados por el conjunto del sector TIC en España, trabaja en alguna de estas 43 empresas. Por lo que podemos afirmar que el tamaño de la muestra es adecuado para el posterior análisis estadístico.

Por ejemplo, los valores medios de los resultados para cada pregunta evaluada, tienen un error (calculado como 2 veces la desviación estándar de la media de la muestra) que oscila entre 0.18 y 0.27, teniendo en cuenta que las posibles puntuaciones van del 1 al 5.

Además, el análisis de varianza no muestra diferencias debido al tamaño de la empresa: el nivel crítico es muy alto en todos los casos (por lo general entre 0,80 y 0,99).

También hemos estudiado la consistencia interna de la encuesta, en el sentido de la homogeneidad y la coherencia entre las preguntas. Esto se ha hecho a través de un análisis de ítems de las 20 competencias valoradas. Los resultados son muy satisfactorios, se observa que el valor de la alfa de Cronbach es de 0.89, mayor que el rango de referencia normal de 0,7. De hecho, sólo la capacidad de comunicación muestra menor correlación con las demás competencias. Por otro lado, las competencias de liderazgo y de saber motivar, parecen ser redundantes, de acuerdo a su alta correlación (0,8). La competencia de asertividad, es un caso aparte, ya que algunas empresas no dan respuesta a esta habilidad, probablemente por falta de comprensión de su significado.

La forma de realizar las encuestas ha sido vía e-mail, haciendo un seguimiento posterior telefónico, si ha sido necesario.

Se pudo corroborar, a posteriori, que la práctica totalidad de personas que respondieron el cuestionario, tenían una visión profunda de la empresa, dado que pertenecían al vértice estratégico o línea media de la organización, según la famosa división de Mintzberg (1984).

Director general, gerente, presidente o consejero delegado	51,16%
Director del departamento técnico o de operaciones	23,26%
Director de RRHH o técnico de RRHH	13,95%
Director del departamento comercial o de marketing	6,98%
Ingeniero	4,65%

Tabla 14 - Perfil del encuestado. Fuente: Elaboración propia

La muestra también es representativa de la totalidad de los diferentes subsectores que forman el gran hiper sector TIC, aunque, hay que señalar que la división tradicional, cada vez se vuelve más obsoleta, dada la dificultad de establecer barreras claras, que determinen inequívocamente la agrupación de las diferentes actividades que componen el amplio y gran sector TIC.

Servicios de telecomunicación	44,19%
Tecnologías de la información	20,93%
Equipamiento de telecomunicación	16,28%
Electrónica profesional	6,98%
Electrónica de consumo	4,65%
Audiovisual	4,65%
Componentes electrónicos	2,32%

Tabla 15 - Caracterización de la muestra según subsector TIC. Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Formulación de las posibles hipótesis de trabajo

En esta segunda parte de la investigación, es posible anunciar las tres hipótesis a trabajar, como sigue, siendo la primera hipótesis de trabajo:

- H1 Existe un *gap* o diferencia significativa entre lo que el sector demanda, en cuanto a la valoración de las competencias transversales de los ingenieros de telecomunicación e informática, recién titulados, tanto técnicos (graduados) como superior (postgraduados), y lo que el enfoque teórico de las capacidades dinámicas señala.

Una segunda hipótesis trata de demostrar que:

- H2 El sector identifica diferencias significativas entre las competencias transversales que tienen que demostrar los ingenieros en estudio, según son titulados técnicos o titulados superiores.

Así, esta hipótesis se puede dividir en las siguientes sub hipótesis:

- H2.1 Existen diferencias significativas entre las competencias más valoradas según se trate de ingenieros técnicos o superiores
- H2.2 Existen diferencias significativas entre las competencias menos valoradas según se trate de ingenieros técnicos o superiores.

Una tercera hipótesis pretende establecer que:

H3 La Universidad española está en la actualidad formando a los ingenieros TIC en las competencias más valoradas por el sector. De aquí podemos plantear las hipótesis siguientes:

H3.1 Las competencias que suelen tener los ingenieros en estudio son significativamente coincidentes con las competencias más valoradas.

H3.2 Las competencias que no suelen tener los ingenieros en estudio son significativamente diferentes de las competencias más valoradas.

4.3 Metodología de trabajo: fase 3

Basándonos en los resultados de estudios previos (Llorens, Llinàs y Sabaté, 2009), (Llorens, Llinàs, Ras, y Chiaramonte, 2010) fijamos las 10 competencias genéricas esenciales, que deben adquirir los ingenieros que desarrollarán su actividad en el sector TIC, básicamente recién graduados en Ingeniería Informática, de Telecomunicación y Electrónica.

A partir del estudio de la literatura relativa a las metodologías pedagógicas centradas en el estudiante, ya expuesto anteriormente, elegimos el método de clasificación de Mario de Miguel Díaz (2006), que nos permitirá reducir en tan solo 7 métodos docentes, el conjunto de técnicas pedagógicas que podemos utilizar.

Una vez escogidas las competencias y los métodos docentes, gracias a la puesta en práctica del método Delphi, se analizó para cada una de las técnicas didácticas, su idoneidad para el desarrollo de cada una de las 10 competencias genéricas elegidas. Este enfoque es análogo al que utiliza Oriol Amat en su conocido libro “*Aprender a enseñar*” (Amat, 1994).

La metodología Delphi, tal y como señalan Ruiz e Ispizua (Ruiz e Ispizua, 1989) es un método de investigación sociológica que utiliza la opinión de un grupo de expertos. Hay diferentes formas y procedimientos para generar esta metodología, de hecho Konow y Pérez (Konow y Pérez, 1990) indican que sería inapropiado limitar el método Delphi a un único formato.

El método Delphi está concebido para trabajar sobre temas donde difícilmente podemos obtener información cuantitativa. Consiste en conocer la opinión de un grupo de expertos mediante un sistema de cuestionamientos iterativos, que finalizan con la obtención del consenso en los resultados. El buen funcionamiento del método, pasa por la eficiente selección de los expertos en relación con el objetivo del estudio. Este proceso permite identificar respuestas "extremas" respecto a la tendencia general, y la sucesión de vueltas debe disminuir la dispersión de las opiniones, para en la última iteración, alcanzar un cierto nivel de consenso.

Por tanto, la principal ventaja de la metodología Delphi es que se obtiene la mejor información prospectiva, sintetizada y por consenso en temas sobre los que sería muy difícil obtener esta información por vías alternativas. Además, este método permite detectar las respuestas discrepantes respecto a la mayoría. La limitación más destacable es que se basa en opiniones subjetivas y de tipo cualitativo.

En nuestro caso se llegó rápidamente a un amplio consenso, por lo que la metodología se adaptó a una reducción de 2 vueltas. El procedimiento consistió en pedir la opinión a un primer grupo de expertos, denominados "panel inicial", formado por 7 miembros, y un segundo grupo denominado "panel final" formado por 10 expertos, tal como se recomienda en la implementación de dicha metodología.

Es esencial señalar que se han diseñado ambos paneles con el fin de incluir expertos que combinen experiencia y conocimiento del sector por un lado, junto a una amplia experiencia docente, especialmente en el de las metodologías pedagógicas activas por otro. En su selección además se ha tenido también en cuenta que representen a departamentos universitarios que aporten docencia en las diferentes titulaciones, y que a su vez, hayan orientado su actividad profesional en distintos subsectores TIC.

El primer grupo, o panel inicial, ayudó en la confección de los cuestionarios, junto con el equipo de investigación, consensuando el formato y acotando los valores del cuestionario, así como asegurando la idoneidad de todas las cuestiones y la limitación de metodologías docentes escogidas.

En la primera vuelta, la hoja de respuestas iba acompañada de una definición de cada término, de manera que si había alguna duda, o no se compartía alguna de las explicaciones, el experto debía exponerlo antes de seguir con su valoración. Todas las definiciones fueron aceptadas por el conjunto de expertos sin excepción.

Posteriormente se pasó el cuestionario al grupo de "expertos finales" adjuntando la información obtenida en la primera vuelta.

Si bien el análisis cualitativo fue fundamental en la primera ronda de preguntas, la segunda ronda tuvo un carácter marcadamente cuantitativo. En el transcurso de la segunda vuelta, se pidió a cada experto que puntuase con un valor igual a 0, o bien, con un valor igual a 1, en función de si consideraba que el método docente no desarrolla (0) o sí desarrolla (1), cada una de las competencias señaladas.

Las puntuaciones dadas por los expertos fueron trasladadas a un plano bidimensional, y se analizaron las distancias euclídeas para detectar posibles respuestas anómalas aportadas en alguna de las respuestas y que pudiesen afectar a posteriores deducciones. El resultado del análisis concluyó la conveniencia de que la valoración de todos los expertos fuese incluida en la investigación. Esta metodología de análisis, se apoya en diferentes trabajos y artículos científicos, entre los que podemos citar (Cabello, García, Jiménez y Ruiz, 2001) y (Dees y Davis, 1984).

Posteriormente, se computaron y sumaron las valoraciones por competencias y por métodos docentes de todos los expertos, siendo el valor suma necesariamente comprendido entre 0 y 10. Se consideraron como resultados significativos aquellos valores que superan la media agregada o valor medio, más la desviación típica, y como menos importantes o de menor valoración, los inferiores a la media agregada o valor medio, menos la desviación típica.

Esto nos permite identificar qué competencias genéricas son más desarrolladas por cada método docente, y análogamente, qué métodos docentes desarrollan más cada competencia genérica.

Finalmente, tras el análisis de los resultados, se generó una agrupación que se caracterizó por incluir al mínimo número de métodos docentes, que nos aseguraban el desarrollo de las 10 competencias genéricas anteriormente propuestas. De esta forma y según los resultados de la investigación cualitativa realizada, ha sido posible generar una selección que, minimizando el número de las metodologías pedagógicas utilizadas, asegura el desarrollo del total de las competencias genéricas clave, para los graduados en ingenierías TIC, recién egresados.

5 RESULTADOS

5.1 Primera selección y evaluación de la importancia de las competencias genéricas TIC, según división de Mintzberg

Hemos establecido un primer listado acotado que propone 20 competencias genéricas o transversales; que han de adquirir los titulados en las ingenierías que se orientan hacia el sector TIC en España (básicamente, telecomunicación e informática).

Asertividad
Comunicación
Negociación
Planificación
Búsqueda de información
Trabajo en equipo
Compromiso con la empresa
Compromiso por aprender
Controlado emocionalmente
Creatividad
Empatía
Flexibilidad
Iniciativa- Proactivo
Innovación
Liderazgo
Motivador de personas
Orientación a objetivos
Orientación al cliente
Pensamiento analítico
Resolutivo

Tabla 16 - Las 20 competencias genéricas para los profesionales TIC. Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los tres grupos homogéneos A, B y C (vértice estratégico, línea media y núcleo de operaciones) las capacidades más y menos valoradas, han sido:

Vértice estratégico (A)	
<i>Más valoradas</i>	<i>Menos valoradas</i>
Planificación	Creatividad
Liderazgo	
Negociación	

Tabla 17 - Resumen capacidades más y menos valoradas para el Grupo Vértice estratégico. Fuente: Elaboración propia

Línea media (B)	
<i>Más valoradas</i>	<i>Menos valoradas</i>
Orientación al cliente	Compromiso por aprender
	Creatividad
Comunicación	Negociación
	Liderazgo

Tabla 18 - Resumen capacidades más y menos valoradas para el Grupo Línea media. Fuente: Elaboración propia

Núcleo de operaciones (C)	
<i>Más valoradas</i>	<i>Menos valoradas</i>
Resolutivo	Motivador de personas
	Liderazgo
Trabajo en equipo	Negociación
	Flexibilidad

Tabla 19 - Resumen capacidades más y menos valoradas para el Grupo Núcleo de operaciones. Fuente: Elaboración propia

Constatamos que las capacidades más valoradas son distintas en cada grupo, La capacidad de liderazgo, negociación y planificación, son características que se valoran en el perfil de gerentes y directores generales. La orientación al cliente y el saber comunicar, se valoran en el perfil de mandos intermedios. Finalmente para el núcleo de operaciones, se considera como más importante, el ser resolutivo y el trabajo en equipo.

En cambio en las habilidades menos valoradas, sí se presentan ciertas coincidencias entre grupos. En los grupos directivos, A y B, la creatividad es la capacidad menos valorada. El liderazgo y la habilidad negociadora son menos valorados para los grupos B y C. Además para el grupo B se minusvalora el compromiso por aprender y para el grupo C el ser motivador de personas y la flexibilidad.

5.2 Importancia de las competencias genéricas para el sector TIC en España

La Figura 11 muestra la puntuación media para las 20 competencias transversales escogidas, diferenciando entre estudiantes de máster, de grado y la global.

Una primera conclusión es que las 20 competencias transversales escogidas, se consideran importantes, dado que en todos los casos, su valor promedio supera el 3.

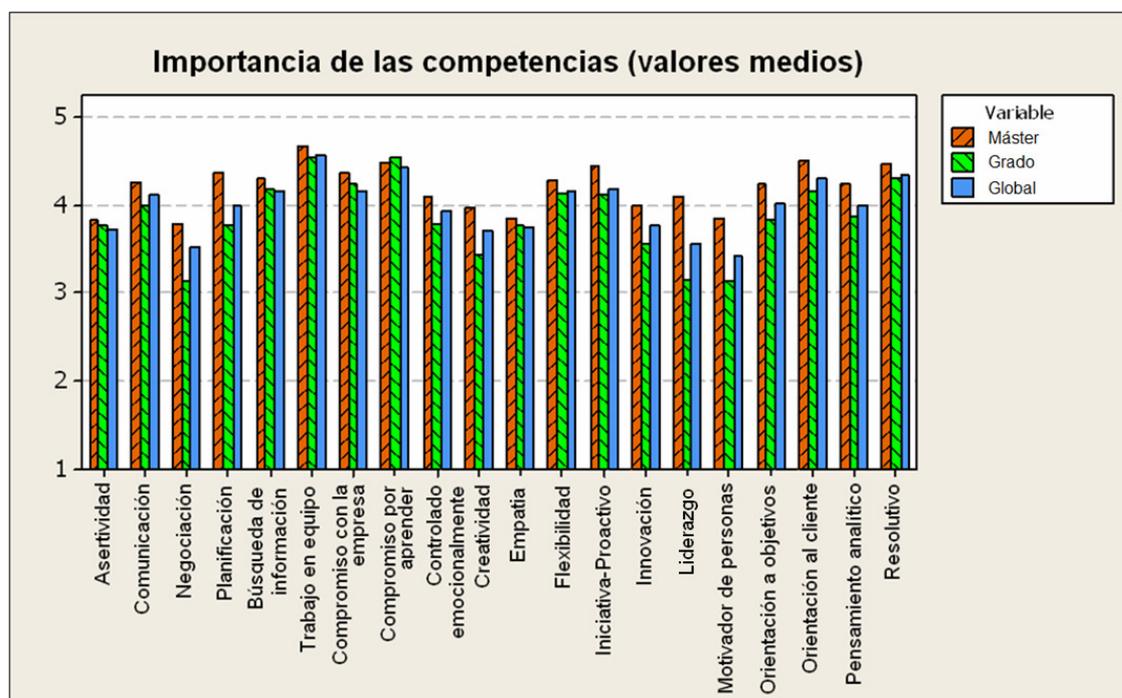


Figura 11 - Importancia de las competencias genéricas para el sector TIC en España.
Fuente: elaboración propia

La tabla 20 nos aporta una nueva acotación de los resultados, para finalmente limitar los resultados a un total de 10 competencias genéricas clave para los graduados/as en ingeniería TIC según las necesidades del sector en España.

Capacidad de trabajar en equipo
Orientación al cliente
Compromiso por aprender
Resolutivo
Iniciativa- Proactivo
Innovador
Compromiso con la empresa
Capacidad de búsqueda de información
Flexible
Capacidad de comunicación

Tabla 20 - Las competencias genéricas clave para los ingenieros/as TIC. Fuente: Elaboración propia

Para poder comparar las puntuaciones entre sí, y evaluar la posición relativa entre las mismas, las hemos estandarizado. En la Tabla 21 vemos, tras dicha estandarización, y para las tres tipologías de estudio (máster, de grado y la global), las competencias más valoradas, y las menos valoradas, de acuerdo con el criterio de si éstas se encuentran por encima, o por debajo, del valor promedio global.

Competencias más valoradas		
<i>Máster</i>	<i>Grado</i>	<i>Global</i>
Trabajo en equipo	Trabajo en equipo	Trabajo en equipo
Orientación al cliente	Compromiso por aprender	Compromiso por aprender
Resolutivo	Resolutivo	Resolutivo
Compromiso por aprender		Orientación al cliente
Competencias menos valoradas		
<i>Máster</i>	<i>Grado</i>	<i>Global</i>
Negociación	Motivador de personas	Motivador de personas
Empatía	Negociación	Negociación
Asertividad	Liderazgo	Liderazgo
Motivador de personas		

Tabla 21 - Competencias más valoradas y menos valoradas. Fuente: Elaboración propia

5.3 Diferencias de valoración de las competencias genéricas entre el ingeniero TIC graduado y el ingeniero TIC de postgrado o máster

Es interesante ver si existen diferencias a la hora de evaluar las competencias entre el ingeniero de grado (G) y el de máster (M). Para ello, hemos realizado t-tests para todas las competencias. Como muestra la Figura 11, todas las competencias evaluadas, excepto el compromiso por

aprender, son siempre más valoradas para los egresados de postgrado o máster. Así, salvo en este caso, la hipótesis alternativa H1 en el t-test será $\mu_M - \mu_G > 0$. De lo que se deduce que:

- Hay 8 competencias con puntuaciones análogas en ambos niveles (grado y máster): asertividad, empatía, compromiso por aprender, compromiso con la empresa, búsqueda de información, flexibilidad, trabajo en equipo y ser resolutivo (listadas en orden decreciente según el valor de p, de 0.37 a 0.20). Es decir, la puntuación de estas competencias señala que son consideradas igual de importantes para ambos casos.
- Hay 6 competencias que tienen una puntuación significativamente diferente para cada nivel: liderazgo, planificación, motivador de personas, negociación, creatividad y orientación a objetivos (listadas en orden creciente según el valor de p, de 0.00 a 0.01). Es decir, estas competencias se valoran más en el caso de recién titulados de máster.
- No hay diferencia estadísticamente significativa en las restantes competencias: iniciativa-proactivo, innovación, pensamiento analítico, orientación al cliente, controlado emocionalmente y comunicación. De manera que para las 6 competencias restantes, no podemos, estadísticamente, afirmar ni una ni otra cosa.

5.4 Análisis del papel que juega la universidad tecnológica española en la adquisición de competencias

Se detecta que las capacidades que efectivamente han adquirido los recién titulados tras su paso por la Universidad son, por orden, la capacidad de búsqueda de información, la capacidad de aprender, el pensamiento analítico, la capacidad de trabajar en equipo, la flexibilidad y la planificación. Del resto de competencias, podemos afirmar, que no suelen ser adquiridas por los egresados, en mayor o menor grado.

Entendemos que para la Universidad, puede ser importante aclarar, cuál es la relación entre las competencias más y menos desarrolladas en el recién titulado, y su valoración por parte del sector empresarial.

En la encuesta se pidió a la empresa señalar qué competencias sí suelen estar presentes en los egresados que contrata (puntuando con valor igual a 1) y, cuáles de ellas, no suelen estarlo (puntuando con valor igual a 0).

Para facilitar la comprensión de los resultados, hemos adoptado el siguiente esquema: en primer lugar, para cada competencia, hemos calculado el valor medio de la puntuación para cada una de las tres preguntas realizadas (importancia, adquisición y carencia de la competencia), entonces, se han estandarizado los valores obtenidos, a fin de evitar errores de escala y, por último, hemos representado la importancia de cada competencia frente a su adquisición (o carencia), en un grafico de dispersión: véase la figura 12.

En la figura 12, los puntos señalados como rombos del primer cuadrante, corresponden a las competencias que pese a ser consideradas como de las más relevantes, no suelen ser adquiridas por los recién titulados. En el cuadrante segundo, los puntos señalados como círculos, corresponden a las competencias que también han sido consideradas como de las más relevantes, y además, sí suelen ser adquiridas por los recién titulados. Mientras que en el tercer

cuadrante, señaladas como cuadrados, encontramos aquellas competencias transversales que no representan ningún problema, ya que tienen un valor inferior a la media en ambas dimensiones. Es decir, no son de las más valoradas por el sector y tampoco suelen ser adquiridas.

De manera que evidenciamos ciertas carencias en la formación educativa, y por tanto en el desempeño universitario, en los puntos del primer cuadrante, marcados en forma de rombo. Puesto que son competencias poco usuales en el recién egresado, pero sí que son muy valoradas por las empresas. Lo que significa que las empresas estarían agradecidas si los programas universitarios hicieran más énfasis en aspectos como la orientación al cliente, el ser resolutivo, el compromiso con la empresa, el ser proactivo, la orientación a objetivos y el ser eficaces en la comunicación.

Cabe señalar también que las características típicamente académicas, como el pensamiento analítico, compromiso por aprender, la búsqueda de información, y la capacidad de trabajar en equipo son, evidentemente, las más habituales en el egresado, y también tienen una buena valoración por parte de de las empresas.

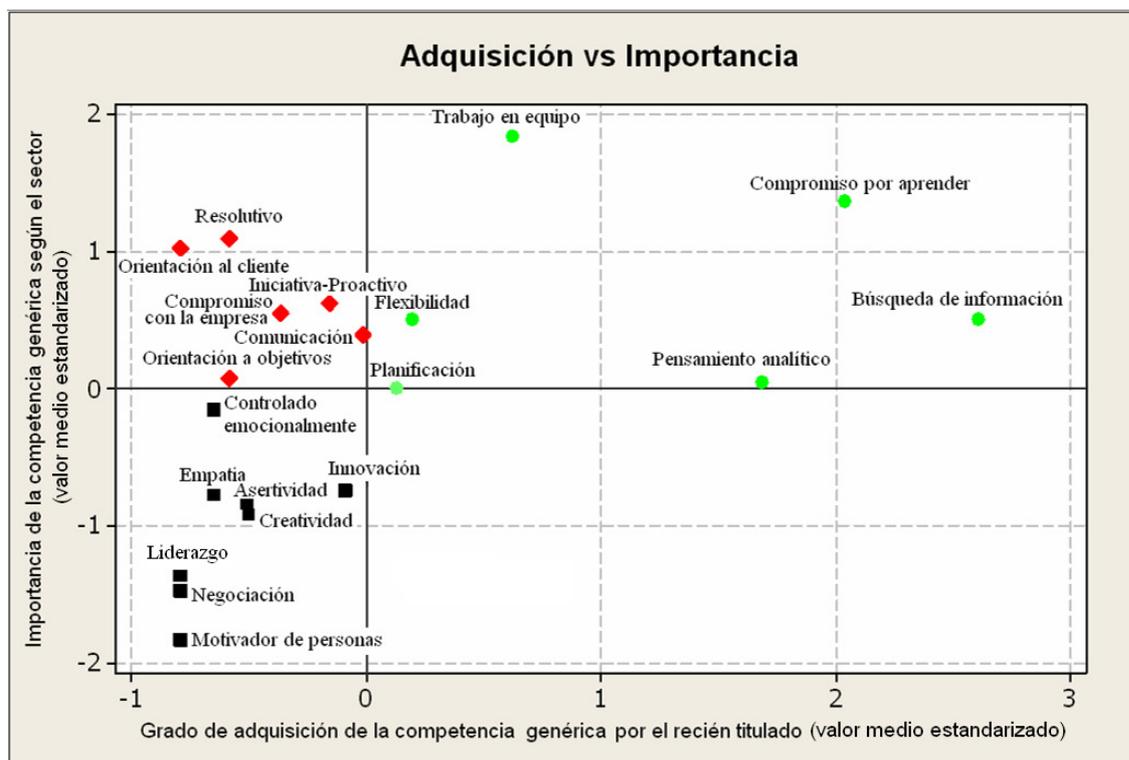


Figura 12 - Papel que juega la Universidad tecnológica española: Adquisición vs. Importancia de la competencia genérica clave. Fuente: elaboración propia

5.5 Evaluación de los métodos docentes según si desarrollan las competencias genéricas clave

En la tabla 22 se muestra la suma de las puntuaciones individuales de cada uno de los expertos del panel final, así como el resultado de la evaluación de los valores significativos o más valorados.

Competencias genéricas:	Métodos docentes							Valor medio (m)	Desviación estándar (sd)	Más valoradas > m+sd
	Lección Magistral	Estudio de casos	Resolución ejercicios y problemas (<i>problem solving</i>)	Aprendizaje basado en problemas (ABP)	Aprendizaje orientado a proyectos (PBL)	Aprendizaje cooperativo	Contrato de aprendizaje			
Capacidad de trabajar en equipo	0	8	4	8	9	10	3	6,00	3,42	9,42
Orientación al cliente	5	9	3	4	7	3	9	5,71	2,43	8,15
Compromiso por aprender	6	7	8	6	8	9	9	7,57	1,18	8,75
Resolutivo	2	7	10	9	9	6	8	7,29	2,49	9,78
Iniciativa - proactivo	0	7	5	8	10	8	8	6,57	3,02	9,59
Innovador	4	4	4	6	10	6	3	5,29	2,19	7,47
Compromiso con la empresa	3	3	1	4	7	6	8	4,57	2,32	6,89
Capacidad de búsqueda de información	2	9	5	7	10	8	6	6,71	2,49	9,21
Flexible	2	7	4	7	9	9	5	6,14	2,42	8,56
Capacidad de comunicación	3	4	1	5	8	8	7	5,14	2,47	7,62
Valor medio (m)	2,70	6,50	4,50	6,40	8,70	7,30	6,60	6,10	2,66	8,76
Desviación estándar (sd)	1,85	2,01	2,66	1,62	1,10	1,95	2,15			
Más valoradas > m+sd	4,55	8,51	7,16	8,02	9,80	9,25	8,75			

Tabla 22 - Resultado del panel de expertos. Fuente: Elaboración propia

5.6 Determinación de las competencias genéricas clave desarrolladas por cada método docente

La tabla 23, nos detalla qué competencias genéricas, son las que más desarrolla cada método docente analizado. Como se puede observar, los métodos que mayor número de competencias desarrollan son el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (PBL). Dichas metodologías permiten desarrollar a 3 de las 10 competencias, y ambas se caracterizan por ser metodologías activas y permitir el trabajo en grupo.

Lección Magistral	Estudio de Casos	Resolución de ejercicios y problemas (<i>problem solving</i>)	Aprendizaje basado en problemas (ABP)	Aprendizaje orientado a proyectos (PBL)	Aprendizaje Cooperativo	Contrato de aprendizaje
Orientación al cliente	Orientación al cliente	Compromiso por aprender	Iniciativa-proactivo	Iniciativa proactivo	Capacidad de trabajar en equipo	Orientación al cliente
Compromiso por aprender	Capacidad de búsqueda de información	Resolutivo	Capacidad de trabajar en equipo	Capacidad de búsqueda de información		Compromiso por aprender
			Resolutivo	Innovador		

Tabla 23 - Competencias genéricas clave más desarrolladas por cada método docente.
Fuente: Elaboración propia

5.7 Determinación de los métodos docentes que más desarrollan cada competencia genérica clave

La tabla 24 nos señala para cada competencia genérica, cuales son los métodos docentes, que más significativamente la desarrollan. Es interesante identificar que el PBL es el método que desarrolla significativamente a un mayor número de competencias, concretamente a 6 de las 10 competencias, seguido del aprendizaje cooperativo (4 de las 10), y del contrato de aprendizaje (3 de las 10).

Capacidad de trabajar en equipo	Aprendizaje cooperativo	
Orientación al cliente	Estudio de casos	Contrato de aprendizaje
Compromiso por aprender	Aprendizaje cooperativo	Contrato de aprendizaje
Resolutivo	<i>Problem solving</i>	
Iniciativa-proactivo	PBL	
Innovador	PBL	
Compromiso con la empresa	PBL	Contrato de aprendizaje
Capacidad de búsqueda de información	PBL	
Flexible	PBL	Aprendizaje cooperativo
Capacidad de comunicación	PBL	Aprendizaje cooperativo

Tabla 24 - Métodos docentes que más desarrollan cada competencia genérica clave.
Fuente: Elaboración propia

5.8 Agrupación de los métodos docentes que aseguran el desarrollo de las competencias genéricas clave de forma más eficiente

Finalmente, la tabla 25 nos muestra la agrupación (señalada en gris) que nos permite minimizar el número de métodos docentes que nos aseguran el desarrollo significativo de todas las competencias genéricas clave para el recién egresado TIC. Se observa que con una sola metodología no se pueden obtener las 10 competencias genéricas que se han determinado para los graduados TIC. Mientras que el uso de sólo dos de las metodologías analizadas, el aprendizaje basado en proyectos (PBL) y el contrato de aprendizaje, nos permiten lograr el desarrollo de las 10 competencias genéricas clave para las carreras TIC.

Competencias genéricas:	Métodos docentes						
	Lección Magistral	Estudio de casos	Problem solving	ABP	PBL	Aprendizaje cooperativo	Contrato de aprendizaje
Capacidad de trabajar en equipo	0	8	4	8	9	10	3
Orientación al cliente	5	9	3	4	7	3	9
Compromiso por aprender	6	7	8	6	8	9	9
Resolutivo	2	7	10	9	9	6	8
Iniciativa -proactivo	0	7	5	8	10	8	8
Innovador	4	4	4	6	10	6	3
Compromiso con la empresa	3	3	1	4	7	6	8
Capacidad de búsqueda de información	2	9	5	7	10	8	6
Flexible	2	7	4	7	9	9	5
Capacidad de comunicación	3	4	1	5	8	8	7

Tabla 25 - Agrupación de los métodos docentes que aseguran el desarrollo de las competencias genéricas clave de forma más eficiente. Fuente: Elaboración propia

6 CONCLUSIONES

Podemos concluir pues, la idoneidad de acotar a un total de 20 competencias (ver tabla 16), el amplio abanico de habilidades y destrezas generales que demanda el sector TIC en España, esencialmente a los/las ingenieros/as informáticos y de telecomunicaciones (ver figura 6), recién titulados/as.

De éstas 20, las competencias más valoradas, tanto a nivel de grado como de máster son coincidentes, siendo en ambos casos: el trabajo en equipo, la capacidad de aprender, el ser resolutivo y la orientación al cliente. Por tanto, en toda selección de competencias transversales para la formación de ingenieros en un primer o segundo ciclo, se debería incluir necesariamente estas 4 habilidades.

Podemos subrayar que la valoración promedio de la importancia de las competencias, es mayor en los titulados de máster que en los de grado, a excepción de la capacidad de aprender. Concretamente, y para el máster, destaca la valoración del liderazgo, la capacidad de negociar, saber motivar, la capacidad de planificación, la orientación a objetivos y la creatividad, respecto al ingeniero de grado.

En cuanto al papel de la universidad española en la formación de competencias transversales para los ingenieros TIC podemos concluir que es discreto, atendiendo a las necesidades y expectativas del sector (ver figura 12).

Es muy positivo que dos de las competencias más valoradas, como son la capacidad de trabajar en equipo y la capacidad de aprender, son claramente adquiridas por los recién titulados.

En cambio, ser resolutivo o la orientación al cliente, son dos habilidades que no suelen tener, pese a ser de las más valoradas. También se evidencian lagunas en capacidad de comunicación, en pro actividad y en la capacidad de compromiso, tanto personales (compromiso por aprender) como con respecto a la organización (compromiso con la organización). Este es un punto de reflexión en cuanto a mejoras formativas a implementar, aprovechando la oportunidad que nos brinda el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Finalmente, la investigación se plantea si las expectativas formativas del sector TIC en España son coherentes con aquello que aconseja el enfoque teórico al respecto de las decisiones estratégicas y las formas de mantener la ventaja competitiva.

Según los resultados de la investigación, el perfil curricular del egresado TIC responde al siguiente patrón: es capaz de encontrar la información que necesita, tiene un pensamiento analítico, sabe planificar, trabajar en equipo y es, a su vez, flexible.

Atendiendo a la literatura analizada, dos de las formas de sostener la ventaja competitiva en mercados dinámicos como el de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), es a través de la innovación y la flexibilidad estratégica (Eisenhardt y Martin, 2000), (Teece, Pisano y Shuen, 1997), (Zahra y George, 2002), parece plausible concluir que, los trabajadores de este sector deberán poseer habilidades y destrezas coherentes con la flexibilidad y la innovación.

Parece, pues, anómalo que los recién egresados no suelen caracterizarse por las competencias directamente relacionadas con la innovación, la creatividad, la iniciativa y la proactividad o la orientación al cliente. De forma que el paso por las aulas universitarias ha incidido poco en dichas capacidades, a excepción de la flexibilidad (por otro lado intrínsecamente inherente en los jóvenes).

No obstante, también podríamos interrogarnos sobre qué factores pretende el sector TIC en España basar su estrategia de futuro y ventaja competitiva. El hecho de que la orientación al cliente sea una de las competencias más valoradas, podría ser parte de la respuesta e indica la tendencia de un mercado español, que parece renunciar a la innovación y la creatividad, para dedicarse al servicio.

Tratar de identificar qué habilidades hacen a los ingenieros de telecomunicaciones e informática del sector TIC, más competitivos en este entorno especialmente dinámico e incierto, parece un hecho de vital importancia. Si tenemos que basar la ventaja competitiva de Europa en la economía del conocimiento, para que las actividades tecnológicas y de innovación y diseño, sean una verdadera alternativa a la emigración de la industria de producción masiva, tal vez tendremos que establecer más claramente qué tienen que aportar y en consecuencia cómo debemos formar a nuestros ingenieros (Castells, 2005).

Si la competencia técnica (conocimiento) es una *commodity*, y el carácter se define a edad temprana, deberemos hallar en el tercer ámbito competencial, qué capacidades, destrezas, habilidades o aptitudes, dan valor y un mayor rendimiento a los futuros ingenieros/as del sector TIC en España.

Y justamente, en este punto, aparece el segundo gran objetivo de la tesis, que es determinar la forma más eficiente de asegurar la adquisición de las 10 competencias genéricas clave para los/las graduados/as en ingenierías TIC, recién egresados/as (ver tabla 20).

Debemos resaltar la oportunidad del trabajo, en el inicio de la implantación del EEES en las Universidades Tecnológicas Europeas, y asumiendo el cambio metodológico que supone el establecer al estudiante como elemento central del modelo y la adquisición de las competencias, como elementos más novedosos del nuevo paradigma pedagógico.

Se puede concluir que la utilización del método aprendizaje basado en proyectos o *project based learning* (PBL) junto al contrato de aprendizaje, técnicas de carácter grupal por un lado y de carácter individual por otro, nos propician la consecución de la totalidad de las 10 competencias genéricas clave para el recién egresado TIC, básicamente graduados en ingeniería informática y de telecomunicación (ver tabla 25).

Por tanto, todo plan de estudios que desarrolle ambas metodologías centradas en el estudiante, asegurará la asimilación de las competencias genéricas clave, que hemos considerado, sin perder rigurosidad.

Un elemento interesante a destacar en las conclusiones, es el hecho de que, atendiendo al panel de expertos, la técnica hoy en día más generalizada en el aula, es decir, la lección magistral, no nos asegura la adquisición de ninguna competencia genérica, de manera exclusiva. Mientras, que otra de las técnicas más utilizadas, la resolución de problemas, sí parece ser la técnica docente que mejor desarrolla el ser resolutivo, pero sin destacar en ninguna otra (ver tabla 24).

Otro resultado intrínseco a los resultados encontrados y que, se deriva de su propia formulación, es que, en la asimilación y aprendizaje de las competencias genéricas, es concluyente el método didáctico usado. Dicho de otro modo, en función de la técnica didáctica utilizada, sin tener en cuenta el contenido conceptual específico que, con dicha técnica, estemos tratando de desarrollar, se trabajarán o no las distintas competencias genéricas clave analizadas.

Es evidente que en estas metodologías tendremos en cuenta el carácter interdisciplinario para fortalecer la componente epistemológica (relación entre los conceptos aprendidos y la realidad de la vida profesional) del aprendizaje. Por tanto, y siempre que sea posible, dentro de nuestras posibilidades y limitaciones curriculares, todas las propuestas didácticas deberían contener conceptualizaciones y situaciones contextualizadas próximas al entorno profesional y necesidades de conocimiento específico, del futuro ingeniero TIC. Con esta división y consideraciones pensamos que quedan establecidas y se cubren considerablemente las expectativas para alcanzar las competencias. De forma intrínseca, asumimos el aprendizaje competencial, en el desarrollo específico de cualquier materia y no en asignaturas específicas o estancias.

Hay que señalar que el denominado proyecto fin de carrera o trabajo fin de grado, muy típico en las Ingenierías, formaría parte de la metodología de aprendizaje basado en proyectos. Si bien, parece muy apropiado, en cuanto al aseguramiento de la adquisición de las competencias genéricas, éste no debería ser únicamente el filtro final en la consecución del título, sino que previamente debería haber un desarrollo pautado y coherente del mismo método a lo largo de todo el plan de estudios.

Consideramos pues que no sólo hay que debatir los contenidos, sino esencialmente también, la metodología para alcanzarlos y cambiar el escenario o el marco donde se mueven los conceptos. Lejos de la herencia de nuestros antepasados, la implementación de metodologías innovadoras implica un cambio sustancial en el aspecto metodológico, que adquiere una vertiente heurística, que requiere la utilización de nuevos recursos y replantea los procesos de evaluación, así como la formación del profesorado.

7 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Hay que destacar que este trabajo ha acotado el estudio realizado a un contexto específico, o a un sector, concretamente el de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), de forma que asumimos que las conclusiones del mismo, deben limitarse a esta consideración. Una acotación sectorial y geográfica, puesto que en todo momento hemos contextualizado el trabajo de investigación cuantitativo al sector y a la Universidad, en España.

Es, a su vez destacable, que el análisis relativo a las metodologías docentes, parte de la técnica Delphi, y como tal, es un estudio cualitativo. Además hemos dejado sin respuesta casi todas las cuestiones del propio diseño educativo. Por un lado, la periodificación de las actividades pedagógicas a lo largo del plan de estudios del grado TIC en cuestión, y por otro, el cálculo concreto de la carga total de trabajo dedicada a tal fin.

Tampoco hemos incidido en el difícil ámbito de la evaluación y aseguramiento de la consecución de las competencias genéricas, punto especialmente complicado. Por su importancia este tema lo desarrollaremos en futuros estudios, dando especial relieve al aspecto de los recursos y de las formas de evaluación.

La introducción de nuevas metodologías docentes presupone un cambio en la concepción del rol del profesor y de su perfil formativo, y la preparación contextual y emergente del material didáctico. Quedando, pues, otro ámbito crucial a desgranar: el de la formación del formador, que ha de guiar el reto propuesto.

Como futuras líneas de investigación hay que destacar que se prevé hacer una catalogación de competencias genéricas clave definidas en los planes de estudio de las principales universidades, tanto españolas como europeas, de características asimilables a las de la propia Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) para elaborar un mapa estatal y europeo de las mismas. Y como elemento todavía más ambicioso, estos últimos retos podrían plantearse para un ámbito mundial.

Finalmente señalar que otra propuesta de investigación futura, será evaluar, después de que se gradúen las primeras generaciones de ingenieros/as TIC bajo el marco del EEES, como se han modificado los resultados presentados en esta tesis y establecer si hemos ido en la línea de aquello deseable, o no.

8 PUBLICACIONES REALIZADAS EN EL CAMPO Y CITACIONES

Artículos que forman parte del compendio de publicaciones y citaciones:

Llorens, A.; Llinàs-Audet, X. & Ras, A.; "Higher education needs for the information and communication technology Spanish market, *Intangible Capital*, Vol.7, No.2, pp.306-328, 2011. DOI: 10.3926/ic.2011.v7n2.p306-328.

La revista está indexada en Scopus (Elsevier B.V.) con factor de impacto SJR (2011) de 0,027 con cuartil Educación Q3. Además dicha revista está indexada en IN-RECS con Factor de impacto (2010) de 0.114, con cuartiles Economía Q2 y Educación Q2. SNIP (2011):0,597. También está indexada entre otros, en Latindex (catálogo)-revistas científicas de America latina, el Caribe, España y Portugal; DICE-Difusión y calidad de las revistas españolas de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas; CINDOC-CSIC-Base de datos de revistas científicas españolas y latinoamericanas; Dialnet-Sistema de alertas de producción científica en lengua española; CSIC-Biblioteca Virtual y Redalyc- Red de revistas científicas de America latina, el Caribe, España y Portugal.

Llorens, A.; Llinàs, X.; Ras, A. & Chiaramonte, L.; "ICT skills gap in Spain: Industry expectations versus university preparation" *Computer Applications in Engineering Education*, iFirst 29 Jun 2010. DOI: 10.1002/cae.20467.

La revista está indexada en Web of Science (Thomson Reuters) con un Factor de impacto JCR de 0.321, con Cuartiles en *Computer Science, interdisciplinary applications* Q4, *Education, Ccientific disciplines*, Q4 y *Engineering, multidisciplinary* Q3.

También está indexada en Scopus, con Factor de impacto SJR (2011) de 0,028, con cuartiles en *Computational Theory and Mathematics* Q4, en *Computer Science Applications* Q4, en *Engineering (miscellaneous)* Q3, y en *Education* Q2. Y SNIP (2011):1,300

Entre otros, está indexada y presente en los siguientes catálogos y bases de datos: Cambridge Scientific Abstracts (CSA/CIG); COMPENDEX (Elsevier); CompuMath Citation Index (Thomson Reuters); Computer & Information Systems Abstracts (CSA/CIG); Computer Science Index (EBSCO); CSA Computer information & Technology Abstracts; Journal Citation Reports/Science Edition (Thomson Reuters) y Science Citation Index Expanded™ (Thomson Reuters).

Ha recibido 131 visitas en upcommons.

Llorens, A; Llinàs, X & Sabaté, F.; “The Professional and Interpersonal Skills Required by ICT Specialists”. *IT Professional*, vol. 11, no. 6, pp. 23-30, Nov./Dec. 2009. DOI: 10.1109/MITP.2009.132

La revista està indexada en Scopus (Elsevier B.V.), con un Factor de impacto (SJR-2011) de 0.03511 Quartil 2 en *Computer Science (miscellaneous)*. Y SNIP (2011): 1.540

Congresos:

Berbegal, J.; Llorens, A & Llinàs, X.. (2010). “Análisis, definición y validación de los métodos de aprendizaje de las competencias genéricas de los grados TIC en la universidad española”. VI Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (VI CIDUI), Barcelona 30 de junio, 1 y 2 de julio de 2010.

Llorens, A; Llinàs, X & Navarro, J. A; “Estudi de la demanda competencial dels recents titulats que absorbeix el sector TIC a Catalunya”. V Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació. Ed. V CIDUI. Depósito Legal: GI-733-2008, p. 169, Julio 2008.

Esta participación ha recibido 102 visitas y 33 descargas en upcommons. Además ha sido citada en 4 ocasiones en el “Observatori del Mercat de Treball 2007”, realizado por la Oficina de orientación e inserción laboral de la Asociación de amigos de la UPC.

Llorens, A.; Llinàs, X. & Olivella, J; “Análisis de las competencias profesionales y de las estructuras organizativas en el entorno de las tecnologías de la información y la comunicación” IX Congreso de Ingeniería de Organización. Ed. David de la Fuente García. Depósito Legal: AS.3687/05, 2005, p. 327-328. Diciembre de 2005.

Proyectos subvencionados:

Proyecto de Mejora de la Docencia PMD-2008, modalidad B. Concedido por el Consell de Direcció de la UPC, y evaluado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC, según el Acuerdo núm. 123/2008 del Consell de Govern. Con el título del proyecto: “Anàlisi, definició, validació i implementació dels mètodes d’avaluació de les competències transversals en els nous Graus TIC a l’EPSEVG”. Con un importe total concedido de 9.000 euros. Siendo la autora de la tesis, la responsable del proyecto.

Jornadas:

Llorens, A; “Estudi sobre els perfils professionals dels enginyers de l’àmbit de les tecnologies de la informació i la comunicació”. Presentado el 22 de abril de 2008 en el Palau Robert de

Barcelona, en la jornada organitzada por el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones de Catalunya (COETC) y la Asociación Catalana de Ingenieros de Telecomunicación (ACET).

Esta presentación tuvo una repercusión importante en medios on-line, y apareció como noticia destacada en la revista *Telecos.cat*, número 42 de junio de 2008. Fruto de dicha jornada, el estudio ha sido citado como fuente de referencia clave en la “Guia per a l'avaluació de competències en l'àrea d'Enginyeria i Arquitectura”, editado por la Agència per la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU Catalunya), que puede consultarse en:

http://www.aqu.cat/biblioteca_fitxa/index.aspx?idioma=ca-ES&id=10315

Llorens A.; “Anàlisi, definició, validació i implementació dels mètodes d'avaluació de les competències transversals en els nous Graus TIC a l'EPSEVG”. *JORNADA D'INNOVACIÓ DOCENT UPC 2010: Presentació de resultats dels projectes de millora de la docència i d'iniciatives per a la innovació i la recerca en metodologies d'aprenentatge (projecte RIMA)*. Realizada el 11 de febrero de 2010, en la Escuela Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB), en Barcelona.

Artículos en curso:

Llorens, A.; Berbegal-Mirabent, J.; Llinàs, X.; Gómez, J.V. & Villasevil, F.X.. (submit: desembre 2011). “Skill development through active learning in ICT engineering”. *IEEE Transaction on Education*.

Berbegal, J.; Llorens, A. & Ras, A. (submit: 2012). “Fostering entrepreneurship and innovation in engineering's curricula”. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

9 BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Accreditation Criteria; Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. [Online]. Available: http://www.abet.org/accredited_programs.shtml. Última consulta, Mayo de 2009.

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. *Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación*. Madrid, 2005. 703 pàg.

Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. “Guia per al disseny d’un perfil de formació: Enginyeria Química”. Barcelona, AQU, 2005. p. 15 [Consulta: 7 juny 2006]. Disponible a http://www.aqucatalunya.org/uploads/publicacions/arxiu%20pdf/DissenyQuimica_cat.pdf

Amat, O; *Aprender a enseñar*. Ed. Gestión 2000, Barcelona, 1994.

Arnold, J; Logan-Clarke, J; Harrington, A; Hart, C; “Students’ perceptions of competence development in undergraduate business-related degrees.” *Studies in Higher Education*, 24 (1), pp. 43-59, 1999.

Aronson, E. y Patnoe, S.; *The jigsaw classroom*, California: Beverly Hills Sage, 1978.

Asamblea General de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE). *La declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España*. Julio 2002.

Astin, A. *What matters in College? Four critical years revisited*. San Francisco: Jossey Bass. 1993.

Ausubel, D.; *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.

Badawy, M. K; *Developing managerial skills in engineers and scientists, succeeding as a technical manager*. New Jersey: Wiley and Sons Publishers, 1995.

Baez-López, D; Montero-Hernández, O; “An interdisciplinary curricula in electronics and computer engineering”, *IEEE Transactions on Education*, vol. 36, pp. 184-186, 1993.

Beard, R. y Hartley, J.; *Teaching and learning in higher education*, Londres: Harper and Row, 1984.

Bennet, N; Dunne, E; Carré, C; “Patterns of core and generic skill provision in higher education.” *Higher Education*, 37, pp. 71-93, 1999.

Berbegal, J.; Llorens, A i Llinàs, X.. (2010). “Análisis, definición y validación de los métodos de aprendizaje de las competencias genéricas de los grados TIC en la universidad española”. Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), Barcelona 30 de juny, 1 i 2 de juliol de 2010.

Bloom, B. S.; *Taxonomía De Los Objetivos De La Educación*. ,3a ed., Alcoy: Marfil, 1979, pp. 234.

Bragg D; “Educator, student and employer priorities for tech prep student outcome.” *University of California at Berkeley: the Office of Vocational and Adult Education*. 1997. Available: <http://vocserve.berkeley.edu/abstracts/MDS-790/MDS-790.html>

Braxton, J. M; Milem, J. F; Shaw Sullivan, A. “The influence of Active Learning on the College Student Departure Procees”. *The Journal of Higher Education*, 71 (5), 569-590, 2000

Braxton, S.; Bronico, K. y Looms, T.; *Instructional design methodologies and techniques*, University of Michigan, 1995.

Brown, R.B. “Incorporating computer-aided design into an electrical engineering/computer science curriculum”, *IEEE Transactions on Education*, vol. 35, pp. 182-189, 1992.

Bunk, G. P; “La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA”. *Revista Europea de Formación Profesional*, vol.1, 1994.

Cabello, C., Garcia, M., Jiménez, A. y Ruiz, J. “Tipología estratégica de Miles y Snow y factores competitivos: un análisis empírico”. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*. Número 7, 2001, p. 365-381.

Cabrera, A. F; Colbeck, C. L.; Terenzini, P. T. “Desarrollo de indicadores de rendimiento para evaluar las prácticas de enseñanza en el aula: el caso de la ingeniería”. Vidal, Javier (ed), *Indicadores para la Universidad: información y decisiones*. (p 105-128). Madrid: Ministerio de Educación y Cultura. 1999

Cannon, R; Capelis, Z; Newble, D; *Handbook for teachers in Universities and Colleges*. Glasgow: Kogan Page, 2000.

Career Space. “Directrices para el desarrollo curricular. Nuevos currículos de TIC para el siglo XXI: el diseño de la educación del mañana”. *Oficina de Publicacions Oficials de les Comunitats Europees*. Luxemburg, 2001. www.career-space.com

Career Space. "Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC. Capacidades profesionales futuras para el mundo del mañana". *Oficina de Publicacions Oficials de les Comunitats Europees. Luxemburg*, 2001. www.career-space.com/privacy/index.htm

Casanovas, J; Colom, J. M; Morlán, I; Pont, A and Ribera Sancho, M; *Libro Blanco Sobre Las Titulaciones Universitarias De Informática En El Nuevo Espacio Europeo De Educación Superior Del Proyecto EICE*. Madrid: ANECA, 2004, pp. 347 p.

Castells, M; *La era de la información, vol. I, II y III*. Madrid: Alianza, 3ª ed., 2005.

Castells, M; "¿Ingenieros o antropólogos?" *La Vanguardia*, 19 de marzo de 2005.

CEDEFOP (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional) *Formación para una sociedad en cambio. Informe acerca de la situación actual sobre la formación profesional en Europa*. Salónica: CEDEFOP, 1998.

Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), asamblea general. "La declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España". Julio 2002.

Complete Set Dublin Descriptors 2004. [Online]. Available: <http://www.jointquality.org/>. Última consulta, mayo de 2009.

Consejo Europeo de Lisboa, "Conclusiones de la presidencia," 2000.

Córdoba, J. F; Del Corral, I; Domingo, J; Piqué, R; Torra, I; *Aproximació al disseny de titulacions basat en competències*. Institut de Ciències de l'Educació, Universidad Politècnica de Catalunya. Barcelona, diciembre 2007.

De Bono, E.; *El Pensamiento Creativo :El Poder Del Pensamiento Lateral Para La Creación De Nuevas Ideas.* , vol. 28, Barcelona. Ed. Paidós, 1994, pp. 464.

De Miguel Díaz, M.; *Metodologías De Enseñanza y Aprendizaje Para El Desarrollo De Competencias: Orientaciones Para El Profesorado Universitario Ante El Espacio Europeo De Educación Superior*. Madrid: Alianza, 2006, pp. 230.

Definition and selection of competences (DeSeCo): *Theoretical and conceptual foundations*. Paris: OECD, 2002. Disponible a <http://mt.educarchile.cl/MT/jjbrunner/archives/libros/Competencias/Estrategia.pdf>

Delors, J. *Educació: hi ha un tresor amagat dins*. Barcelona: Centre UNESCO de Catalunya. Informe per la UNESCO de la Comissió Internacional sobre l'Educació per al Segle XXI, 1996.

Dess, Gregory G.; Davis, Peter S.; "Porter's (1980) Generic Strategies as Determinants of Strategic Group Membership and Organizational Performance". *Academy of Management Journal*, Sep 1984, Vol. 27 Issue 3, p467-488.

Dewey, J.; *Experience and Education*. New York: Simon & Schuster, 1997; 1938, pp. 91.

DigiWorld Yearbook 2008: The digital's world challenges. Montpellier: IDATE, 2009. ISBN

Dueñas, J. C; Burillo, V; Ruiz, J. L; "PAFET 4: Perfiles profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales". 2005. Available: http://www.coit.es/index.php?op=estudios_215

Eisenhardt, K. M. y J. A. Martin, J. A.; "Dynamic capabilities: what are they?" *Strategic Management Journal*, vol. 21, no. 10-11, pp. 1105-1121, 2000. [Online]. Available: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E](http://dx.doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E)

Erskine, J. A.; Leenders, M. R. y Mauffette-Leenders, L. A.; *Teaching with cases*; Richard Ivey School of Business Ontario, Canada: The University of Western, 1998.

European Computing Education and Training. <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/ecet/index.php>. Última consulta, Mayo de 2009.

Evans, D. L.; Goodnick, S. M. y Roedel, R. J.; "ECE curriculum in 2013 and beyond: vision for a metropolitan public research university," *IEEE Transactions on Education*, vol. 46, no. 4, pp. 420-428, 2003.

Fernandez March, A.; "Nuevas Metodologías docentes", *Materiales para Talleres de Formación del Profesorado de la UPM para el EEES*. Madrid, ANECA-UPM, Febrero, 2005.

Friedman, K.; "Creating design knowledge: from research into practice". En E. W. L. Norman and P. H. Roberts (eds), *Design and Technology Educational Research and Curriculum Development: The Emerging International Research Agenda*, Loughborough University, pp. 39-129, 2001.

González, J. y Wagenaar, R; "Tuning educational structures in Europe. Informe final,fase uno". Universidad de Deusto y Universidad de Gröningen. Deusto, 2003. Disponible a: www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf.

Grant, R. M; "Prospering in Dynamically-competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge Integration," *Organization Science*, vol. 7, pp. 375-387, 1996.

Grant, R. M; "Toward a knowledge-based theory of the firm," *Strategic Management Journal*, vol. 17, pp. 109-122, 1996.

Grappin, J. P.; *Claves para la formación en la empresa*, Barcelona: CEAC. 1990.

Hernandez, F. y Sancho, J. M.; *Para enseñar no basta con saber la asignatura*, Barcelona: Laia, 1989.

Horváth, I.; Wiersma, M.; Duhovnik, J. y Stroud, I.; "Navigated active learning in an international academic virtual enterprise," *European Journal of Engineering Education*, vol. 29, no. 4, 2004.

IEEE/ACM Curricula Recommendations. [Online]. Available: <http://www.acm.org/education/curricula.html>. Última consulta, Mayo de 2009.

Informe anual del sector español de electrónica, tecnologías de la información y telecomunicaciones 2007. Madrid: AETIC, 2008.

Kolb, D. A.; "Experimental Learning: experience as the source of learning and development", Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

Konow, I. y Pérez, G.; "Métodos y técnicas de investigación prospectiva para la toma de decisiones". Ed. Fundación de Estudios Prospectivos (FUNTURO) Universidad de Chile 1990.

Kuh, G. "The other curriculum. Out of class experiences associated with student learning and personal development." *Journal of Higher Education*, 66 (2), pp. 123-155, 1995.

Le Boterf, G; *L'Ingénierie Des Compétences*. 2ème éd, revue et augmentée ed.Paris: Éditions d'Organisation, 2000, pp. 445.

Leahy, L.; "Service-learning in higher education: Concepts and practices : by Barbara Jacoby and Associates. San Francisco: Josey-Bass, 1996. 381p. \$34.95. ISBN 0-7879-0291-8 (The Josey-Bass Higher and Adult Education Series)." *The Journal of Academic Librarianship*, vol. 23, pp. 424-424, 9. 1997.

Leonard-Barton, D; "Wellsprings of Knowledge : Building and Sustaining the Sources of Innovation". Boston, Mass.: *Harvard Business School Press*, 1995, pp. xv, 334 p.

Lévy-Leboyer, C; *Gestión De Las Competencias : Cómo Analizarlas, Cómo Evaluarlas, Cómo Desarrollarlas*. Barcelona: Gestión 2000, 2003, pp. 161.

Lewis, J.E.; Ralston, P.A.; Delatte, N. y Wheatley, D. "Implementation and assessment of case Studies in a freshman engineering program". *Proc. 118th. ASEE Annual Conference and Exposition*. Vancouver, 26-29 June, 2011.

López Feal, Rafael. *Mundialización y perfiles profesionales*, Barcelona: HORSORI, 1998.

Llorens, A; Llinàs, X y Navarro, J. A; "Estudi de la demanda competencial dels recents titulats que absorbeix el sector TIC a Catalunya". *V Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació*. Ed. V CIDUI. Depòsit Legal: GI-733-2008, p. 169, Juliol 2008.

Llorens, A., Llinàs, X. y Olivella, J; "Análisis de las competencias profesionales y de las estructuras organizativas en el entorno de las tecnologías de la información y la comunicación" *IX Congreso de Ingeniería de Organización*. Ed. David de la Fuente García. Depósito Legal: AS.3687/05, 2005, p. 327-328. Diciembre de 2007.

Llorens, A.; Llinàs-Audet, X. and Ras, A. (2011). "Higher education needs for the information and communication technology Spanish market, Intangible Capital, Vol.7, No.2, pp.306-328. DOI: 10.3926/ic.2011.v7n2.p306-328.

Llorens, A., Llinàs, X., Ras, A. and L. Chiaramonte, "ICT skills' gap facing Bologna process: Industry expectations versus university preparation in Spain," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, iFirst 29 Jun 2010, DOI: 10.1002/cae.20467.

Llorens, A; Llinàs, X and Sabaté, F; "The Professional and Interpersonal Skills Required by ICT Specialists". *IT Professional*, vol. 11, no. 6, pp. 23-30, Nov./Dec. 2009.

Maclure, S; Davies, P. *Aprender a pensar, pensar en aprender*. Barcelona: Gedisa, 1994 (Original de 1991: *Learning to think: thinking to learn*. Traducc.: D. Zadunaisky).

Marchese, T. "The Adult Learner in Higher Education and the Wrokplace; The new conversation about learning". 1997. Accedit el 4/11/04 a: <http://www.aahe.org/pubs/TM-essay.htm>

Matas, C. P. y Allan, C.; "Using Learning Portfolios to Develop Generic Skills with On-Line Adult Students". *Australian Journal of Adult Learning*, vol. 44, no. 1, pp. 6-26, 2004.

Mayo, P.; Donnelly, M. B.; Nash, P. P. y Schwartz, R. W.; "Student Perceptions of Tutor Effectiveness in problem based surgery clerkship". *Teaching and Learning in Medicine*. Vol. 5, no. 4, 227-233, 1993.

McCauley, C; Lombardo, M. and Usher, C; "Diagnosing management development needs: an instrument based on how managers develop," *Journal of Management*, vol. 15, pp. 389-403., 1989.

McClelland, D. C; *Talent and Society; New Perspectives in the Identification of Talent*. Princeton, N.J.: Van Nostrand, 1958, pp. vii, 275 p.

Mertens, L; "Competencia Laboral: Sistemas, surgimiento y modelos." Montevideo: CINTEFOR- OIT, 1996. ISBN 92-9088-060-8.

Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, "La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior", 2003. Disponible a: http://www.unizar.es/ees/doc/Doc_Ministerio_12feb03.pdf

Ministerio de Educación y Ciencia. "Propuesta borrador: Directrices para la elaboración de títulos universitarios de grado y máster", 2006.
Disponible a <http://www.mec.es/mecd/gabipren/documentos/directrices.pdf>

Mintzberg, H; *La estructura de las organizaciones*. Barcelona: Ariel, 1984, pp. 561 p.

Mohan, A.; Merle, D.; Jackson, C.; Lannin, J. y Nair, S.S. "Professional skills in the engineering curriculum". *IEEE Transactions on Education*, vol. 53, no. 4, pp. 562-571, 2010.

Moore, D. J; "Curriculum for an Engineering Renaissance." *IEEE Transactions on Education*, vol. 46, no. 4, pp. 452-455, 2003.

Morsund, D.; *Project-based Learning in an Information Technology Environment*, Eugene, Oregon: ISTE, 1999.

Navío Gámez, A; *Las competencias del formador de formación continuada. Análisis desde los programas de formación de formadores*, Tesis Doctoral, Dic. 2001.

Neciri, I.; *Hacia la didáctica general dinámica*, Buenos Aires: Kapelusz, 1979.

Nonaka, I. and Takeuchi, H; *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. USA: Oxford University Press, 1995.

Oficina d'Orientació i Inserció Laboral. Associació d'Amics de la UPC, "Observatori del mercat de treball 2001-2002, observatori de les empreses 2002, memòria AAUPC 2002 : rendició de comptes," 2002. <http://www.upc.edu/aaupc2/ooil/catala/home.html>

Osborn, A. F.; Durán, A. y López Vázquez, G.; *Imaginación Aplicada :Principios y Procedimientos Para Pensar Creando.* ,3a rev ed.Madrid: Velflex, 1960, pp. 414.

Osborne, R. J. y Wittrock, M. C.; “Learning science: a generative process,” *Science Education*, vol. 67, no. 4, pp. 489-508, 1989.

Paricio Royo, J; Seminari “Dirección Estratégica de las Universidades”. Barcelona, UPC noviembre 2007.

Perrenoud, P; *Diez Nuevas Competencias Para Enseñar :Invitación Al Viaje.* , vol. 196, Barcelona: Graó, 2004, pp. 168.

Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación y Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación; PESIT: *Nuevos escenarios profesionales del ingeniero de telecomunicaciónn : informes regionales Cataluña.* 2002.

Prahalad, C. K. and Hamel, G; "The Core Competence of the Corporation," *Harv. Bus. Rev.*, vol. 68, pp. 79-91, MAY-JUN. 1990.

Przesmycki, H.; *La pedagogia del contrato. El contrato didactico en la educación*, Barcelona: GRAO, 2000.

Pujol, L. y Fons, J. L.; *Los metodos en la enseñanza universitaria*, Pamplona: Universidad de Navarra, 1989.

Rodríguez Suarez, J.; *El aprendizaje basado en problemas*, Madrid: Editorial Medica Panamericana, 2004.

Rodríguez, S; Grifoll, J; Prades, A; Pujolràs, O; “Guia general per dur a terme les proves pilot d'adaptació de les titulacions a l'EEES [en línia]: titulacions de grau”. 2ªed. Barcelona: *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya*, 2005. [Consulta: 8 juny 2007].

Ruiz, J. I. y Ispizua, M. A.; ”La descodificación de la vida cotidiana. Métodos de investigación cualitativa”. Bilbao: Editorial Universidad de Deusto, 1989.

Short , E. C; “Competence Reexamined,” *Educational theory*, vol. 34, no. 3, pp. 201-207, 1984.

Soderstrand, M.A; “The new electrical and computer engineering curricula at University California-Davis”, *IEEE Transactions on Education*, vol. 37, pp. 136-146, 1994.

Stewart, J; Hamlin, B; "Competence-based Qualifications: The Case against Change". *Journal of European Industrial Training*, Vol 16, Issue 7, Page 10, 1992.

Stuart, R; Lindsay, P; "Beyond the frame of management competenc(i)es: towards a contextually embedded framework of managerial competence in organizations". *Journal of European Industrial Training*, Vol. 21, I. 1, pp. 26 – 33, 1997.

Suarez Arroyo, B; "Las titulaciones técnicas y el Espacio Europeo de Ecuación Superior". *Cursos de verano de la Universidad Complutense de Madrid*. El Escorial. Julio 2002.

Tait, H; Godfrey, H;" Defining and assessing competencies in Generic Skills". *Quality in Higher Education*, 5 (3), 245-253, 1999.

Teece, D. J.; Pisano, G. y Shuen, A.; "Dynamic capabilities and strategic management," *Strategic Management Journal*, vol. 18, no. 7, pp. 509-533, 1997. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.2307/3088148>

Terenzini, P. T; Springer, L; Pascarella, E. T. & Nora, A. "Influences affecting the development of students' critical thinking skills". *Research in Higher Education*, 36, 23-39, 1995.

Tsui, L; "Effects of Campus Culture on Students' Critical thinking". *The Review of Higher Education*, 23 (4), 421-441, 2000.

Universitats de Deusto y Groningen; "Projecte Tuning - Sintonitzar les estructures educatives d'Europa", 2000-2001.

Varios autores. *Libro Blanco Para Los Futuros Títulos De Grado En El Ámbito De Las Tecnologías De La Información y Las Comunicaciones*. 2004. Aavailable: <http://www.uc3m.es/CG/EEES/azcorr33-4754.pdf>

Vicerectorat de Política Acadèmica; "Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC", Abril 2008.

Villasevil, F. X.; López, A. M. y Rosado, L.; *Cognitive and meta-cognitive model in electronics engineering teaching*. 31th ASEE / IEEE Frontiers in Education Conference, Reno, NV, 2001.

Zabalza. *Los contenidos: Diseño i desarrollo curricular*. Ed.Narcea. Madrid, 1991

Zahra, S. A; George, G; "Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension". *Academy of Management Review*, Vol. 27 Issue 2, pp. 185-203. 2002.

Professional and Interpersonal Skills for ICT Specialists

Ariadna Llorens-Garcia, Xavier Llinas-Audet, and Ferran Sabate

Technical University of Catalonia

A study surveying experts and related literature reveals the most- and least-valued generic professional abilities for engineers in the information and communication technology (ICT) sector.

The current business environment is increasingly more complex, dynamic, and turbulent in both the macro and micro scales. This is especially evident when we consider key issues such as globalization, politics, technologies, social and economic matters, suppliers, clients, and product and services competition.^{1–3} This effect is particularly noticeable in the information and communication technology (ICT) sector, where escalation in the number and propensity of changes necessarily generates increased uncertainty and makes predicting market behavior more difficult.

Within this new paradigm, we must reconsider the models of competitiveness established to date, especially those that refer to resource and personnel management. Manuel Castells contends that capitalist production has passed from an industrial to an information model.⁴ He considers information the new material base of technological activity and social organization, which is manifested in his *network society model*. Furthermore, the European Union (EU) is clearly moving toward a new productive system, a knowledge-based economy, with the objective of becoming the most competitive society in the world by 2010.⁵

Along these lines, Castells claims,

Faced with the emerging nations, if Western Europe and the US have a knowledge-based econ-

omy which generates competitive advantage, it shouldn't be modified by training engineers or developing electronic technology, since research shows that recently industrialised countries are perfectly able to compete; but rather the issue should be treated like other important social fields like anthropology, psychology, sociology, communication, public health, education, architecture, design or management science.⁶

In the same article, he concluded by suggesting that

our engineers are no better than Chinese engineers—but more expensive, and instead of rediscovering engineering that has been partially replaced locally by computers and robots, or at a distance by Indian and Chinese people, we should build the knowledge-based economy by investing in the social disciplines and linking them to business schools.

Although Castells makes some relevant points, we don't agree with such reasoning in its entirety. The ICT sector faces savage competition, where the threat of new competitors (emerging nations) is added to that of the well-established competition (such as the US and Japan). Recent reports from the European Observatory of Information Technology (EITO; www.eito.com/

start.html) confirm this situation. Thus, it's important to work on the personal characteristics of the telecommunications engineers who must direct a market that in Europe involves approximately €614 billion, 6.1 percent of which belonged to the Spanish market in 2005, according to the EITO.

There is a lovely Spanish proverb that translates as "the swell and storms flatter the best navigators" (www.refranespopulares.com), echoing the English adage "fortune favors the brave." This leads us to ask (with regard to telecommunications engineers, computer scientists, and designers), which ICT graduates' professional abilities will make them the best navigators?

Professional Abilities

To flesh out this question, given the confusion and ambiguity that exists around the subject, we must start by trying to specify exactly which professional abilities we're referring to. We did a related literature review and found plenty of authors and studies that deal with this theme.⁷⁻⁹ Here's a look at several related studies:

- Debra D. Bragg defined 98 outcome statements that she subsequently grouped into nine clusters by means of factor analysis.¹⁰
- John Arnolda and his colleagues defined 15 abilities.¹¹
- George D. Kuh, based on an analysis of in-depth graduate interviews, employed only five categories of basic abilities that included a total of 13 skills.¹²
- Neville Bennet, Elisabeth Dunne, and Clive Carré only used four clusters that incorporated 42 abilities.¹³
- Michael K. Badawy grouped basic abilities in terms of administrative, technical, and interpersonal skills.¹⁴

Despite this lack of consensus, we can broadly define the concept of professional abilities as the combination of knowledge, skills, and character that people possess in relation to their professional activity.

In the literature, researchers have paid much attention to identifying and defining the knowledge a telecommunication engineer requires. However, defining the personal abilities required has received relatively little attention. Even

though character is intrinsic to a person, difficult to modify, and well defined at an early age, people can work on and successfully improve interpersonal skills, especially in a university environment. It's this gap, this difference or guidance in capacity development, this added value, that Castells refers to in his article.⁶

It's important to clarify that there's much ambiguity in terms, amplified by the subtle yet meaningful variations caused by interpreting vocabulary in different contexts and the absence of exact translations between languages, that sometimes blurs understanding and precision. For this reason, we propose an approach we call 4C to define, categorize, and clarify the terminology used when we reference the wide-ranging, complex concept of professional abilities. Our 4C approach consists of a principal C (*competence*), which incorporates or unites three others: *knowledge*, *capabilities*, and *character*. (We originally wrote this article in Spanish, where the word for knowledge begins with the letter C.)

Knowledge is the training and experience that professionals accumulate. It incorporates not only explicitly learned knowledge (such as qualifications, postgraduate studies, and various courses and languages), but also all the unspoken, internalized experiential learning that takes place during a person's working life. Thus, knowledge tells us, "What have we learned?"

Capabilities (also known as skills, abilities, or proficiencies) refer to a repertoire of behavior that some people are able to apply better than others, making them more efficient in particular situations. This set of skills tells us, "What are we good at?"

Finally, character indicates the features of our personality and outlook and refers to our way of being, thinking, and feeling, based on our individual experiences. Character traits tell us, "What are we like?"

Objectives and Methodology

The main objective of our work is to define and evaluate the professional abilities of an engineer who works as an IT professional in Spain, primarily telecommunications engineers and computer scientists. Their occupational profiles will provide us with a useful tool for defining and conceptualizing curriculum plans for new qualifications, which the EU Higher Education Area

project will require in 2010. European universities, institutes of higher education, and learning centers are currently drawing up such proposals.

This article presents a first attempt at defining the professional characteristics—in terms of competence and aptitude—that an IT professional should possess. It focuses more on interpersonal skills and abilities than to knowledge and technical expertise.

Such an ambiguous objective is too general and broad, so we've defined a certain type of worker and a more specific geographic framework. In particular, we want to identify which skills an ICT engineer should have, and be capable of developing, in order to find employment in companies in the Spanish ICT sector.

To identify these skills, we must begin by establishing an initially broad set of professional abilities that are necessary for the development of professional competence in computer scientists and telecommunications engineers working as IT professionals. Also, we must establish which types of occupational profiles those specialists can bring to the sector. We analyzed the related literature to identify which skills and profiles are significant. Also, using a panel of experts, we attempted to evaluate and then rank the specified abilities for each profile grouped in Mintzber categories. (Henry Mintzber divided one organization into three main parts in his organizational configuration model: top management or strategic apex, middle management or middle line, and operation or operating core.) We focused on an expert panel because we believe they're able to forecast tendencies and provide us with significant conclusions.¹⁵ This approach is useful for the purposes of this article, but it also has limitations, which we'll discuss shortly.

Abilities, Skills, Competence, or Aptitude

The range of skills or personal abilities that a professional can bring to the workplace varies widely. Because putting such a general question to the experts could have led to an infinite number of responses, we felt it necessary to establish an initial list. We first asked the expert panel if they considered a preliminary aptitude filter to be acceptable and then to rank each of the different skills.

To carry out the initial filter, we referred to the Department of Vocational Guidance and Work

Placements within the Technical University of Catalonia's Friends Association (www.upc.edu/aaupc), which produces an annual report of the abilities and personal skills demanded by companies.¹⁶ The report is based on information obtained through department surveys and details taken from related job vacancy listings.

The most recently published report (2003–2004) is based on an annual average of 730 job descriptions, which corresponds to approximately 20 percent of the graduates who received their degree from Technical University of Catalonia (www.upc.edu). This figure includes approximately 3,638 students in the 2003–2004 academic year, across all centers and including first- and second-year students, according to the management statement for that academic year (www.upc.edu/dades/2005).

To define the personal skills most valued in ICT engineers in the Spanish ICT sector, we also used the White Book, which is produced by the Higher Education Area project and details qualifications in computer sciences.¹⁷ The White Book specifies generic transversal skills in relation to occupational profiles relative to the management and deployment of computer technologies (www.escet.urjc.es/~ees/docs/g/VersionPreliminarLibroBlancoIngenieriaInformatica.pdf). These conclusions form part of a huge piece of field work conducted with a range of engineers and contributions from specialist colleges, associations, and well-respected professionals from the computing sector.

Finally, we consulted the study of occupational profiles known as the Telecommunication Engineering Project,¹⁸ produced by the National Agency for Evaluation of Quality and Accreditation (ANECA, www.aneca.es/publicaciones/libros-blancos/libro_blanco_teleco.aspx), as well as the White Book for future university degrees in the ICT field.¹⁹ We also looked at other literature on an international level, which endorsed the selection of skills.^{20–22}

After analyzing the data we extracted from these sources, we drew up a list of the most important skills and abilities. Specifically, we cross-referenced the source material and noted the number of times each term appeared. The important skills for IT professionals include

- change management,
- commitment to customer service,

PAFET

The Proposal of Activities for Training Electronics, Informatics and Telecommunications Engineers (PAFET) was sponsored by the Official College of Telecommunication Engineers (COIT), the Association of Spanish Electronics and Information Communication Technology Companies (AETIC), and the Spanish Association of Telecommunication Engineers (AEIT) in 2001. The PAFET initiative consists of four studies. PAFET 1 focused on knowledge of the position of information and communication technology (ICT) professionals. The following year, PAFET 2 responded to the necessity of updating and broadening the analysis in Spain in light of new conditions. PAFET 3 analyzed the extensive employment of ICT professionals outside their own specific sector. In 2005, the study was extended with PAFET 4, the objectives of which ranged from identifying new services to distinguishing the skills needed by ICT professionals.

- commitment to excellence,
- communication,
- creativity,
- decisiveness,
- empathy,
- innovation,
- leadership
- knowledge management,
- motivation,
- negotiation,
- objective oriented,
- personal development,
- persuasiveness,
- proactive,
- problem-solving skills,
- strategy and planning, and
- teamwork.

Our next step was to assess each of these skills against each of the different occupational profiles required by the highly profitable ICT sector.

Occupational Profiles

Trying to specify occupational profiles isn't a simple task because the sector is constantly changing, making technical skills obsolete.

The first report from the Proposal of Activities for Training Electronics, Informatics, and Telecommunications Engineers (PAFET) project clearly explained that the profiles aren't static; they have a life cycle, and they emerge, evolve, and disappear according to technological advances.²³ (See the "PAFET" sidebar for details

on this project.) Furthermore, companies themselves are unable to agree on a definitive list of profiles: large companies use specialized profiles, whereas medium and small companies have more generalized profiles. In a small company, the same person might take on the roles of several staff members in a larger company.

Furthermore, the White Book has sanctioned the profiles of only a few generic groups, suggesting that it's impossible to find a fixed set of occupational profiles because they're in a state of flux. For this reason, we only defined three general profiles:

- software development,
- systems design, and
- management and deployment of information technologies.

This profile classification system conveniently groups many types of work into three categories that define the whole sphere of information technology: software solutions, hardware solutions, and information management. The fundamental advantage of this classification is that it's highly probable that these profiles will continue to be relevant in the long term and, therefore, are less prone to obsolesce.

That said, the personal abilities for each profile are flexible, due to their generality, and we might discover that all the occupational profiles require a set of similar skills. For this reason, we opted to look for more specific profiles and then group them within the more general profiles, consequently benefiting from the advantages of both approaches.

Revising the epistemology, we found and selected several research papers that helped us refocus our subject. The goal wasn't to conduct a study of existing occupational profiles, but rather to ascertain which skills best fit each profile.

In light of this, we referred to the Sectoral Study of Telecommunications, conducted by the European Social Fund (www.ccoo.es) and the Tripartite Foundation, as well as the three PAFET reports (see the related sidebar), which were endorsed by the Board of National Association of Electronic and Telecommunications Industries (ANIEL), the Official College of Telecommunications Engineers, and the Board of Universities. We also paid particular attention to research by the Career Space consortium (<http://mural.uv.es/luisupa/Career-Space.zip>).

Table 1. Occupational profiles in the information and communication technology (ICT) field.

Occupational profiles	Mintzberg's categories
Applications design for processing digital signals	C
Design of communication networks	C
Design of ICT products	C
Development and maintenance of software and applications	C
Development of research and technology	B
Digital design	C
ICT consultancy	B
ICT management	A
ICT sales and marketing management	B
Integration and implementation testing engineering	B
Management of ICT projects	B
Network and data communication engineering	C
Programming and multimedia design	C
Radiofrequency engineering	C
Security specialist in telematics	B
Systems software design	C
Systems specialist	C
Technical assistance	C

From all the cited literature, we compiled a list that we believe epitomizes all the possible occupational profiles of the Spanish ICT sector. We specify the resulting 18 categories in the next section, but the objective of the study wasn't to identify occupational profiles in relation to a set of tasks or certain areas of knowledge. Instead, we identified occupational profiles with regard to the personal abilities they call for. To achieve this, we introduced a second filter that let us incorporate the 18 profiles into three homogenous groups or sets of similar jobs, paying attention to the skills and personal abilities required to perform them.

The method of categorization we used corresponds to Mintzberg's classification of business organizations:²⁴

- Group A (*strategic apex*) includes senior managers who take overall responsibility for management and formulation of strategy.
- Group B or (*middle line*) includes middle managers with formal authority and responsibility who coordinate and see that strategic policies are implemented throughout the rest of the organization.
- Group C (*operating core*) includes the people who carry out the work directly related to the production of goods and services, or company output.

Table 1 indicates to which group each profession belongs.

Expert Panel

Our expert panel included ICT specialists who had extensive work experience, prestige within the sector, a general overview of the sector, and, at the same time, were knowledgeable of matters regarding engineer instruction and training. We interviewed 10 experts, including general directors of significant companies in the ICT sector, public institutions, and administration managers, along with university professors such as the dean of the Official College of Computer Engineering of Catalonia and the dean of the Faculty of Computer Engineering of Barcelona. (The number of experts we selected fits with similar studies based on expert panels.¹⁵) Their expertise has been established by their status among their peers, their years of professional experience, their own self-appraisal of relative competence with regard to our questions, and the amount of relevant information to which they have access.

We presented the experts with the list of skills and abilities and the list of occupational profiles for Spanish IT professionals. (Each list underwent a prior analysis to check its validity.) We asked them if the lists were either excessive or if we had omitted any skills or occupational profiles. Finally, we asked the experts to confirm that both lists were valid, needing no amendment.

Table 2. Assessment of abilities by homogeneous group.

Abilities	Homogeneous groups		
	A	B	C
Change management	0	0	-20
Commitment to customer service	-2	16	16
Commitment to excellence	0	2	12
Communication	1	8	10
Creativity	-5	-6	15
Decisiveness	2	2	-2
Empathy	2	1	-5
Innovation	0	5	16
Leadership	5	-6	-28
Knowledge management	-1	4	-4
Motivation	-2	-3	-2
Negotiation	4	-6	-22
Objective oriented	0	5	13
Personal development	0	-12	-16
Persuasiveness	0	-1	-36
Proactive	-2	-3	0
Problem-solving skills	-2	0	28
Strategy and planning	5	0	10
Teamwork	1	2	22
Mean average (m)	0.32	0.42	0.37
Standard deviation (sd)	2.47	5.92	17.45
Most valued (m + sd)	2.79	6.34	17.82
Least valued (m - sd)	-2.16	-5.50	-17.08

Next, we asked them to indicate which three abilities they considered most important to satisfy the tasks and objectives relevant to each occupational profile, and which three they considered least important, or less relevant, for that post. We added a positive point when the expert considered an ability relevant and a negative point if they judged the ability less relevant.

We transferred the sum of the experts' marks for each ability and profile to a 2D plane and analyzed the Euclidean distances to check against the possibility of inconsistent values that could have affected the subsequent conclusions. The result of the analysis established the viability of the opinions of all the experts who participated. (Various studies and scientific articles support this method of analysis.^{15,25}) Subsequently, we computed and analyzed each profile's assessments and then categorized the results into the three homogeneous groups. Table 2 presents the results alphabetically.

Finally, we noted the abilities rated as most important for the job, or more highly valued, that exceeded the mean average of each homogeneous group plus the standard deviation, as well as

those rated as least important, or less valued, that fell below the mean average minus the standard deviation.

Results

The most and least valued abilities for the three homogeneous groups A, B, and C (strategic apex, middle line, and operating core) were as follows:

- *Group A.* The most valued abilities were strategy and planning, leadership, and negotiation. Creativity was the least valued.
- *Group B.* The most valued abilities were a commitment to customer service and communication. Personal development, creativity, negotiation, and leadership were the least valued.
- *Group C.* The most valued abilities were problem-solving skills and teamwork. Persuasiveness, leadership, negotiation, and change management were the least valued.

These results demonstrate that the most valued abilities differ for each group. Leadership, strategy and planning, and negotiation abilities are most important for the occupational profile

of general directors and managers. Commitment to customer service and knowing how to communicate are highly valued for middle managers. Finally, problem-solving skills and teamwork are the most important for the operating core.

On the other hand, the least valued skills coincide across the groups. In the management Groups A and B, creativity is the least valued ability. Leadership and negotiating ability are less significant for Groups B and C. Furthermore, for Group B, less importance is given to personal development, and for group C, the least critical skills are persuasiveness and change management.

The two main ways to maintain competitive advantage in dynamic markets such as ICT are through innovation and strategic flexibility.²⁶ Therefore, it seems reasonable to conclude that workers in this sector should possess abilities and skills consistent with flexibility and innovation, especially those with the most management responsibility. Intermediate-level managers must also be responsible for strategy and all operational activity.

Acknowledging that premise and our previous studies,²⁷ the results we obtained in this study are somewhat surprising. Creativity plays an important role in innovation and strategic flexibility, but it isn't highly valued. In fact, it's considered the least important for the professional groups that have the most responsibility.

Again, it's surprising that abilities related to innovation and strategic flexibility (such as change management, knowledge management, and the capacity to innovate) don't appear among the most valuable skills. Moreover, the notion that change management is least important for the workers in core operations is also unexpected.

We intentionally chose an expert panel for this study because we believed it would help us forecast the tendency of the professional needs, especially considering how changeable the ICT sector is. Therefore, we must acknowledge that our conclusions are based on the knowledge and intuition of the specialists we consulted. There seems to be a clear contradiction between the panel of experts' evaluations, those suggested by strategic theory, and the case that Castells makes in his work. Because our results also seem to clearly contradict what was initially expected ac-

ording to our literature review, it would be wise for future research to contrast them with data coming from primary sources based on surveys in the ICT sector. Also, due to the limitations related to the number of experts we consulted, our conclusions are preliminary. A quantitative study would help reinforce our conclusions.

If we base European competitive advantage on a knowledge-based economy, so that technological activities and knowledge are a real alternative to the exodus of the mass production industry, perhaps we must more clearly establish what has to be contributed and, consequently, how we should train our future IT professionals. If technical competence is a commodity, and character is defined at an early age, we must establish, between interpersonal skills and competency, what will add value and give a greater return for Spanish IT companies. ■

References

1. C.K. Prahalad and G. Hamel, "The Core Competence of the Corporation," *Harvard Business Rev.*, vol. 68, May/June 1990, pp. 79–91.
2. R.M. Grant, "Prospering in Dynamically-Competitive Environments: Organizational Capability as Knowledge Integration," *Organization Science*, vol. 7, no. 4, 1996, pp. 375–387.
3. D. Leonard-Barton, *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*, Harvard Business School Press, 1995, p. 334.
4. M. Castells, End of Millennium, *The Information Age: Economy, Society and Culture*, vol. III, 2nd ed., Blackwell, 2000.
5. Lisbon European Council, "Presidency Conclusions," Mar. 2000; www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm.
6. M. Castells, "¿Ingenieros o antropólogos?" [Engineers or Anthropologists?], *La Vanguardia*, 19 Mar. 2005.
7. D.C. McClelland, *Talent and Society: New Perspectives in the Identification of Talent*, Van Nostrand, 1958, p. 275.
8. C. Lévy-Leboyer, "Gestión de las Competencias: Cómo Analizarlas, Cómo Evaluarlas, Cómo Desarrollarlas" [Competences Management: How to Analyze, Evaluate, and Develop Them], *Gestión 2000*, 2003, p. 161.
9. C. McCauley, M. Lombardo, and C. Usher, "Diagnosing Management Development Needs: An Instrument Based on How Managers Develop," *J. Management*, vol. 15, no. 3, 1989, pp. 389–403.

10. D. Bragg, "Educator, Student and Employer Priorities for Tech Prep Student Outcome," Office of Vocational and Adult Education, Univ. Calif., Berkeley, 1997; <http://vocserve.berkeley.edu/abstracts/MDS-790/MDS-790.html>.
11. J. Arnold et al., "Students' Perceptions of Competence Development in Undergraduate Business-Related Degrees," *Studies in Higher Education*, vol. 24, no. 1, 1999, pp. 43–59.
12. G. Kuh, "The Other Curriculum: Out of Class Experiences Associated with Student Learning and Personal Development," *J. Higher Education*, vol. 66, no. 2, 1995, pp. 123–155.
13. N. Bennet, E. Dunne, and C. Carré, "Patterns of Core and Generic Skill Provision in Higher Education," *Higher Education*, vol. 37, no. 1, 1999, pp. 71–93.
14. M.K. Badawy, *Developing Managerial Skills in Engineers and Scientists, Succeeding as a Technical Manager*, John Wiley & Sons, 1995.
15. C. Cabello et al., "Tipología estratégica de Miles y Snow y factores competitivos: un análisis empírico" [Miles and Snow's Strategic Typology and Competitive Factors: An Empirical Analysis], *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, no. 7, 2001, pp. 365–381.
16. Oficina d'Orientació i Inserció Laboral. Associació d'Amics de la UPC, "Observatori del mercat de treball 2001-2002, observatori de les empreses 2002, memòria AAUPC 2002: rendició de comptes" [Labor Market Report 2001–2002, Labor Market Observatory 2002, AAUPC2002 Annual Report], 2002.
17. J. Casanovas et al., "Libro Blanco sobre las Titulaciones Universitarias de Informática en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior del Proyecto EICE" [Informatics Degrees in the New European Higher Education according to EICE Project], white paper, ANECA, 2004, p. 347.
18. Nat'l Agency for Quality Assurance and Accreditation (Spain), "Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación" [Telecommunication Engineering Project, Final Document], white paper, ANECA, 2005, p. 703.
19. Nat'l Agency for Quality Assurance and Accreditation (Spain), "Libro Blanco para los futuros títulos de grado en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones" [Future ICT Degrees], white paper, 2004; www.uc3m.es/CG/EEES/azcorr33-4754.pdf.
20. J. Liebowitz, W.W. Agresti, and G.R. Djavanshir, *Communicating as IT Professionals*, Prentice Hall, 2005.
21. R. Cordero, G.F. Farris, and N. Di Tomaso, "Supervisors in R&D Laboratories: Using Technical, People, and Administrative Skills Effectively," *IEEE Trans. Eng. Management*, vol. 51, no. 1, 2004, pp. 19–30.
22. M.A. Soderstrand, "The New Electrical and Computer Engineering Curricula at University California, Davis," *IEEE Trans. Education*, vol. 37, no. 2, 1994, pp. 136–146.
23. J.C. Dueñas, V. Burillo, and J.L. Ruiz, "PAFET 4: Perfiles profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales" [Professional ICT Profiles to Implement Services and Digital Content], 2005; www.coit.es/index.php?op=estudios_215.
24. H. Mintzberg, *The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research*, Prentice-Hall, 1983, p. 561.
25. D. Gregory, G. Davis, and S. Peter, "Porter's (1980) Generic Strategies as Determinants of Strategic Group Membership and Organizational Performance," *Academy of Management J.*, vol. 27, no. 3, 1984, pp. 467–488.
26. Z. Shaker and G. Gerard, "Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension," *Academy of Management Rev.*, vol. 27, no. 2, 2002, pp. 185–203.
27. A. Llorens, X. Llinàs, and J. Olivella, "Análisis de las competencias profesionales y de las estructuras organizativas en el entorno de las tecnologías de la información y la comunicación" [Analysis of Professional Competences and Organizational Structures in the ICT Sector], *IX Congreso de Ingeniería de Organización*, David de la Fuente García, 2005, pp. 327–328.

Ariadna Llorens-García is an associate professor of management at the Technical University of Catalonia (UPC). Her research is in innovation methodologies for education in the knowledge society. Llorens has a degree in industrial engineering from UPC. Contact her at ariadna.llorens@upc.edu.

Xavier Llinas-Audet is a professor of economics and head of the doctorate program at the Technical University of Catalonia (UPC). His research is on worker profiles in the knowledge society. Llinas has a PhD in informatics from UPC. Contact him at xavier.llinas@upc.edu.

Ferran Sabate is an associate professor of negotiation, decision-making, and project management at Technical University of Catalonia (UPC) and is coordinating the Telefonica-UPC team force in the tendencies and evolution of the information society. His research is on e-commerce. Sabate has a PhD in business administration from UPC. Contact him at ferran.sabate@upc.edu.

The ICT Skills Gap in Spain: Industry Expectations Versus University Preparation

ARIADNA LLORENS,¹ XAVIER LLINÀS-AUDET,² ANTONI RAS,³ LUÍS CHIARAMONTE¹

¹*Technical University of Catalonia (UPC), Business Administration Department, Av. Víctor Balaguer, s/n (EPSEVG, VG1, Office 111), 08800 Vilanova i la Geltrú, Spain*

²*Technical University of Catalonia (UPC), Business Administration Department, C/Jordi Girona 1-3 (Campus Nord, C5-010a), 08034 Barcelona, Spain*

³*Technical University of Catalonia (UPC), Applied Mathematics IV, Av. Víctor Balaguer, s/n (EPSEVG, VG1, Office 113), 08800 Vilanova i la Geltrú, Spain*

Received 19 March 2010; accepted 21 May 2010

ABSTRACT: This article distinguishes which generic skills are the key to enable newly graduated engineers, basically computer and telecommunication engineers, to enter the information and communication technology (ICT) sector, satisfying industry demand in Spain. It also demonstrates significant differences between the engineering degrees (at graduate level) and the engineering master degrees (at post-graduate level) related to skills needs. Furthermore, this work establishes the fact that there is a gap between the expectations of the ICT sector and the computer-based engineering curricula and telecommunication engineering curricula the graduated receives, and where this gap appears in relation to generic competences or skills. © 2010 Wiley Periodicals, Inc. *Comput Appl Eng Educ*; Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com); DOI 10.1002/cae.20467

Keywords: computer-based engineering curricula; skills development; information and communication technologies

INTRODUCTION

This work appears at a historical moment, in which the technical universities of Europe are charged with the challenges associated with the establishment of the European Higher Education Area (EHEA).¹ Engineers in general, and more specifically, computer engineers specializing in the information and communication technology (ICT) sector, also grapple with ambiguities regarding the new curricula. [1–3].

¹The creation of the European Higher Education Area (EHEA) originated from the Sorbonne Declaration (1998) and the Bologna Declaration (1999), where a process of convergence between national higher education systems was initiated. The system is expected to be in place by 2010. This process has been reaffirmed in the following declarations: the Prague Communiqué (2001), the European Universities Rector's Conference, Salamanca (2001), the Student's Convention in Gothenburg (2001), the Berlin Communiqué (2003), the Bergen Conference (2005), the London Conference (2007), and the recent Leuven & Louvain-la-Neuve Communiqué (2009).

It seems, therefore, timely to clarify the expectations held in the realm of business and by employers in relation to the principal educational parameters that respond to the employment needs of the ICT market in Spain, then to reflect on and evaluate the current performance of the academic world in this respect. The professional attributes of engineers determine the approach towards the specific professional skills that graduates are expected to assimilate by end of their university studies. This could perhaps be one of the reasons why the European study known as the Tuning Project² [4] did not prioritize engineering degrees.

Nevertheless, it is in the generic or transferable dimension that there seem to be more ambiguities. In the Spanish university system in particular there is another element to consider, given that an important professional distinction currently exists between

²The Tuning Educational Structures in Europe project was developed with the aim of implementing the process outlined in the Bologna Declaration (1999) at university level. Amongst its other objectives, Tuning aspires to determine common points of reference for European universities. It seeks to include the generic and specific skills of every discipline, at bachelor's and master's levels, across a range of academic fields.

Correspondence to: A. Llorens (ariadna.llorens@upc.edu).
© 2010 Wiley Periodicals, Inc.

the “technical engineer” (bachelor’s degree level) and the “senior engineer” (master’s level).

The objective of this article is to distinguish which generic skills are the key to enable, newly graduated engineers, basically computer and telecommunication engineers, to enter the ICT sector, satisfying industry demand in Spain. It also seeks to explore whether there is evidence of significant differences between the engineering degrees (at graduate level) and the engineering master degrees (at post-graduate level).

The article questions the role of the Spanish university, from an educational point of view, for newly graduated ICT engineers. Furthermore, it will examine whether a gap exists between the expectations of the ICT sector and the curricular profile the graduated receives, in relation to generic competences or skills. Finally, it raises the issue of whether the sector demands what it theoretically needs. Logic might indicate that the two would be very similar, but previous studies question this assumption [5–7].

GENERIC COMPETENCES OR SKILLS

The concept of professional competence first appeared in the 1970s [8], with the discussion arising in the context of professional training. It concerned the important relationship between the educational system and its application in the work environment. This duality carried over to other stages of learning, such as higher education. It is at this point that the university converts the concept a professional competence into that of “generic competences” or “generic skills.” In fact, the relationship between what the production system demands and what the university system imparts has been the object of much research. [9]

There are numerous definitions of the concept of competence and a definite confusion in terminology, due to inconsistency, nuances and interpretation. See, for example, Refs. [10–21].

To define the concept of generic competence or skill, the authors use a mnemonic aid, known as the “4C approach” [6]. It states that: competence is equal to the sum of knowledge, capacity, and character. Graduates must acquire these attributes which will enable them to carry out professional duties efficiently. [Translator’s note: This article was originally written in Spanish, where the word for “knowledge” begins with the letter C.]

It is not possible to generalize or formulate one single classification of the concept of competence. To illustrate the lack of consensus on this subject, Bragg [22] defines 98 statements about “outcomes”; Arnold et al. [23] define 15 competences; Kuh [24] based his work on in-depth analysis of interviews with graduates, using only five categories of basic competences that include a total of 13 skills. Bennet et al. [25] propose four categories of competence. Badawy [26] groups these basic competences in terms of administrative, technical, and interpersonal skills. Alternatively the classification by Birenbaum, quoted by Tait and Godfrey [27] they can be divided into four categories: cognitive, social, meta-cognitive, and affective skills. According to the Tuning Project competences can be divided into three skill sets: instrumental, interpersonal and systemic [4].

Rodríguez et al. [28] propose the AQUC model³ in the “General Guide to Conducting Pilot Studies for the Adaptation of EHEA Qualifications: Degrees,”⁴ which establishes the following typol-

ogy of competences: the transferable or generic skills common in the majority of qualifications, but weighted differently; and the specific skills for the qualification, which are related in a more direct way to the handling of the concepts, theories or desirable skills in a researcher or a professional, and which could be more academic or a more vocational character, according to the situation. This classification is in line with many of the “White Books” assembled by the ANECA.⁵

The explanation of the term, in its generic or transversal sense, is also dealt with in “Framework for the Design and Implementation of Curricula for Degrees at UPC”⁶ [29]. This document defines generic skills as those transferable to a wide range of duties and tasks that allow the student to integrate successfully into work and social life, and which can be applied to many areas of learning.

Joan Mateu offers an interesting classification (quoted in “Approach to the Design of Competence-Based Qualifications,” 2007 [30]). He distinguishes the key skills as those necessary to acquire other skills easily; the transferable or generic skills which are present across many disciplines without necessarily being exclusive to any in particular; the specific skills associated to a discrete discipline; and basic skills, which are those necessary in a social context and which should be guaranteed by any educational system.

The ICT Sector

The ICT sector is characterized by its enormous diversity of highly technical products and services, and for being a market which is continuously evolving and expanding, mainly due to constant technological advances. It incorporates the following sub-sectors: telecommunication services, information technologies, telecommunication equipment, consumer electronics, electronic components, professional electronics, and part of the audio-visual sector. Further detail can be found in the DigiWorld report [31], published by IDATE.⁷

According to the above-mentioned report, ICT contributed directly to 7.3% of the global GDP⁸ in 2008, a percentage which has remained quite stable during recent years. This stability also holds for the contributions of the different sub-sectors that make up the ICT market. Particularly notable are: the telecommunication services with 2.7%, followed by information technologies with 2.6%. Within this category software and services account for 1.8%, and equipment reflects the remaining 0.8%.

With regard to Europe the ICT sector is one of the most dynamic economic sectors, with a considerable amount of research and one of the highest growth indexes. According to the 2007 EITO report⁹ [32], in recent years the growth of the ICT market in the European Union has been consistently higher than that of growth in the GDP.

⁵ National Agency for Evaluation and Accreditation.

⁶ Polytechnic University of Catalonia, www.upc.edu.

⁷ IDATE is a consortium of the most important consultancy companies in the European ICT sector that has, for eight years, published the “Digiworld Yearbook,” one of the most detailed and prestigious reports on the state of the sector on a global scale.

⁸ The Gross Domestic Product.

⁹ European Information Technology Observatory is a portal which gives online access to information concerning the European ICT sector. The information is presented at the European level, by country or by market segment. See www.eito.com.

³ Quality Assurance Agency for the Catalan University System.

⁴ Available at www.upc.edu/eees/contingut/arxiu/WebEEES-AQU_GuiaDissenysGaus.pdf.

With reference to the Spanish ICT market, according to the 2007 AETIC¹⁰ report [33], more than 101.300 million € were generated, which represents an increase of 6 per cent with regard to the previous year. The most significant area was telecommunication services with 44%; other important sectors were automobile electronics and e-commerce with 23%, and the sub-sector of information technologies with 17%.

As for growth in the Spanish ICT sector, a definite deceleration is taking place, dropping from 10% in 2005 to 6% in 2007. Nevertheless, this is definitely a sector which requires professionals, creates jobs and generates wealth for other sectors.

An important issue this article seeks to highlight regarding the Spanish ICT sector is that only 57.5% of employees working in it are graduates, the remaining 42.5% do not have university qualifications. The AETIC report also comments on this issue.

Of all the graduates employed in ICT, it is the computer scientists or computer engineers that dominate the sector, making up 28.9% of the total. Telecommunication engineers follow with 21.5%, then graduates in economics and business studies with 10.3%. It is notable that more than 50% of graduates who work in the ICT sector come from the two branches of engineering.

Generic Skills and the ICT Sector

Competence is a capacity which is demonstrated in certain circumstances, and therefore should not be taken to signify competence in other areas of professional activity. In other words, training all engineers with the same generic skills could seem erroneous. Several studies defend this position [34–36].

It should be emphasized that this article is limited to a study conducted in a specific context, in one sector—that of information and communication technologies, so the conclusions do not necessarily reflect the situation in other sectors.

Establishing 20 Generic Skills for the ICT Sector

An exhaustive analysis of the literature was carried out to determine current understanding concerning this issue and to define an initial filter of competences.

Of the different studies relating to Spain, some of the foremost are those of PAFET¹¹ [37], the PESIT¹² reports [38], “The White Book of the Computer Sciences” [39], and the “The White

¹⁰ The Association of Spanish Information and Communication Technology Companies is the result of a merger between the National Association of Electronic and Telecommunication Industries (ANIEL) and the Spanish Association of Information Technology Companies (SEDISI). It publishes an annual report of the Spanish electronic information technology and telecommunication sector. It can be found at www.aetic.es/es/inicio/actualidad/58/contenido.aspx.

¹¹ One of the most important national studies in relation to the qualification and profile requirements for professionals in computer science, electronics and communications companies, is the study called PAFET: Proposal of Activities for Training Electronics, Computer and Telecommunication Engineers. It is promoted by COIT (Official College of Telecommunication Engineers); AETIC (Association of Spanish Electronics and Information Communication Technology Companies); and AEIT (Spanish Association of Telecommunication Engineers).

¹² Published by the Official College of Telecommunication Engineers and the Spanish Association of Telecommunication Engineers (from the 1984, and subsequently every 4 years), the reports illustrate the socio-professional position of the engineers. The most recent version “PESIT 6” corresponds to the survey conducted in 2004 and published 2005. See www.coit.es/index.php%3Fop=estudios.

Book on Telecommunication Engineering: final document of the Telecommunication Engineering Project [40,41] was also taken into consideration.

At a European level, another useful source of information was the study on “Profiles of Professional Skills Generic to ICT” [42] conducted by the Career Space consortium.¹³

The Tuning Project or “Tuning Educational Structures in Europe,”¹⁴ also known as “Refining Educational Structures in Europe,” is a project addressing the academic world, which seeks to offer a standardized approach that makes the application of the Bologna process possible in higher education institutions across many areas of study. Although this project includes universities specializing in a wide range of disciplines (business administration, geology, history, mathematics, physics, chemistry and education) no school of engineering participated. Nevertheless, had the work of ECET [43], the Socrates-Erasmus network, been taken into consideration, the Tuning methodology could have been applied to computer sciences.

Another source of information taken into account was the “Dublin descriptors” [44] which aim to set out general criteria relative to the development of the skills that must be demonstrated for qualifications at the end of each Bologna cycle.

At international level, the ABET¹⁵ [45] criteria relative to engineering qualification, acknowledged by CHEA¹⁶ in the United States, was considered, particularly the recommendations concerning the various computer sciences curricula defined by the IEEE/ACM¹⁷ [46].

After conducting bibliographic research focusing on articles published in the higher ranking index-linked journals, with particular attention to the number of citations, an analysis and review of deferential works is offered. Table 1 presents articles in order of the number of times they were cited.

To conclude this comprehensive review of the international literature, the fact that the articles were published between the years 1988 and 2001 indicates the obsolescence of the results clearly, although it is interesting to note that they do, to some extent, illustrate a trend.

With regard to skills and the ICT sector, other noteworthy articles informed this part of the study [64–68]. Using all these references, an initial short list was established to propose 20 generic skills that engineering graduates (basically in telecommunication and computer sciences) should acquire in order to find their way in the Spanish ICT sector. It is shown in Table 2.

OBJECTIVES

Using a representative sample of companies in the Spanish ICT sector, field work was conducted to verify the list of skills identified in Table 2. It also sought to evaluate its suitability and assess the importance of each of the skills.

At the same time, and as an innovate factor since there are previous bibliographic references on this topic, a further objective was to determine if there are significant differences between the

¹³ Career Space. Profiles of generic professional skills in ICT (www.career-space.com/privacy/index.htm).

¹⁴ www.tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php%3Foption=content%26task=view%26id=173.

¹⁵ Accreditation Board for Engineering and Technology, www.abet.org.

¹⁶ Council for Higher Education Accreditation, www.chea.org.

¹⁷ Association for Computing Machinery, www.acm.org.

Table 1 Most Cited Articles

Title	Year	No. of citations
Critical Skills and Knowledge Requirements of IS Professionals: A Joint Academic/Industry Investigation [47]	1995	28
The Evolution of IS Job Skills: A Content Analysis of IS Job Advertisements From 1970 to 1990 [48]	1995	15
Educational Needs as Perceived by IS and End-User Personnel: A Survey of Knowledge and Skill Requirements [49]	1991	13
The IS Expectation Gap: Industry Expectations Versus Academic Preparation [50]	1993	13
MIS Skills for the 1990s: A Survey of MIS Managers' Perceptions [51]	1992	13
Perceived Importance of Systems Analysts' Job Skills, Roles, and Non-Salary Incentives [52]	1989	12
Requisite skills for new MIS hires [53]	1990	7
Knowledge, skills and abilities of information-systems professionals—past, present, and future [54]	1990	7
An Exploratory Analysis of the Value of the Skills of IT Personnel: Their Relationship to IS Infrastructure and Competitive Advantage [55]	2001	5
Relationships between job skills and performance: A study of webmasters [56]	2001	4
Career orientations of MIS employees—an empirical-analysis [57]	1991	4
Knowledge as a basis for expertise in systems-analysis—an empirical-study [58]	1985	4
MIS careers—a theoretical perspective [59]	1988	3
Performance ratings and importance of performance measures for IS staff: The different perceptions of IS users and IS staff [60]	2000	3
The relative importance of technical and interpersonal skills for new information systems personnel [61]	1996	3
Skill coverage in project teams [62]	1999	3
Strategic management of technical functions [63]	1992	3

skills demanded from engineering degrees (at graduate level) in the Spanish ICT sector and those which are sought at post-graduate level or master degrees.

The article also seeks to explore whether the sector believes that universities are providing the necessary training in Generic skills to satisfy market demand, specifically, to identify whether any gaps exist between the sector's expectations and the academic training newly qualified graduates have received. It seeks, then, to be the only study in Spain to explore this little-researched theme in an international context.

The final question to be posed is whether sectoral demands, concerning both business strategy and methods of maintaining competitive advantage, coincide with those recommended by the scientific literature. Logic suggests that they should be very similar, but previous studies question this assumption [5–7].

Table 2 The 20 Generic Skills for ICT Professionals

Assertiveness
Communication skills
Negotiation skills
Planning skills
Information research skills
Teamwork
Company loyalty
Commitment to learning
Self-control
Creativity
Empathy
Flexibility
Taking the initiative; being proactive
Innovation
Leadership
Empowerment
Objective or task oriented
Customer oriented
Analytical thought
Problem solving

METHODOLOGY AND TECHNICAL DATA

This report is based on a survey completed by 43 companies. Before selecting a suitable sample, it should be pointed out that the structure of this economic sector in Spain is extremely unbalanced: 98% companies are small (i.e., less than 50 employees), whereas the remaining 2% employ more than 70% of people in this market.

The study focuses on the opinions of employers and managers when recruiting their technical staff, so stratified sampling was rejected because small companies neither have structured organizations, nor employ many graduates. The sample included 25 big companies (i.e., more than 250 employees) which represents 13% of such companies; 11 small companies (0.03% of the total) and 7 medium sized companies (1.32%). In fact, more than 60% of the people in the ICT sector work in these 43 enterprises.

The size of this sample was adequate for the subsequent statistical analysis. For instance, where scores range from 1 to 5, the mean scores are determined with an error ranging between 0.18 and 0.27 (calculated as twice the estimated standard deviation of the sample mean).

Moreover, analysis of variance shows no difference in scores due to the company size: the critical level is very high in each case (typically between 0.80 and 0.99).

The internal integrity of the survey was also controlled, in terms of homogeneity and coherence between the questions. That was achieved by an item analysis of the 20 skills that were proposed. The results were encouraging, as the Cronbach's alpha value was 0.89, significantly higher than the usual benchmark of 0.7. In fact, only the capacity for communication skills shows a weaker correlation to the other variables. Conversely, their high correlation (0.8) suggests that leadership and empowerment are superfluous qualities. The value assigned to assertiveness is difficult to assess as some companies gave no response concerning that ability. Such an omission could be due to a lack of comprehension regarding the exact meaning of the term.

The survey was conducted by email, and then a follow-up telephone call was made if necessary.

Table 3 Profile of Respondents

Managing director, manager, president, or chief executive	51.16%
Operational or technical manager	23.26%
HR manager or HR specialist	13.95%
Commercial or marketing manager	6.98%
Engineer	4.65%

Table 4 Description of the Sample According to the ICT Sub-Sector

Telecommunication services	44.19%
Information technologies	20.93%
Telecommunication equipment	16.28%
Professional electronics	6.98%
Consumer electronics	4.65%
Audiovisual	4.65%
Electronic components	2.32%

The findings of the survey can be substantiated as the respondents held strategic or middle management positions within their organizations (according to Mintzberg's model [69]) and were therefore suitably knowledgeable and had a deep understanding of their companies. Table 3 shows the respondents' profiles.

As you will observe in Table 4, the sample was also representative of the entire range of sub-sectors that make up the vast ICT sector, although it should be pointed out that conventional categories are becoming increasingly obsolete, given the difficulties of establishing clear distinctions which unequivocally determine the grouping of different activities involved in the diverse ICT sector.

RESULTS

Assessment of Generic Skills

Figure 1 shows the mean value scores for the 20 skills that were chosen, at degree level, master's level and the average of the combined scores.

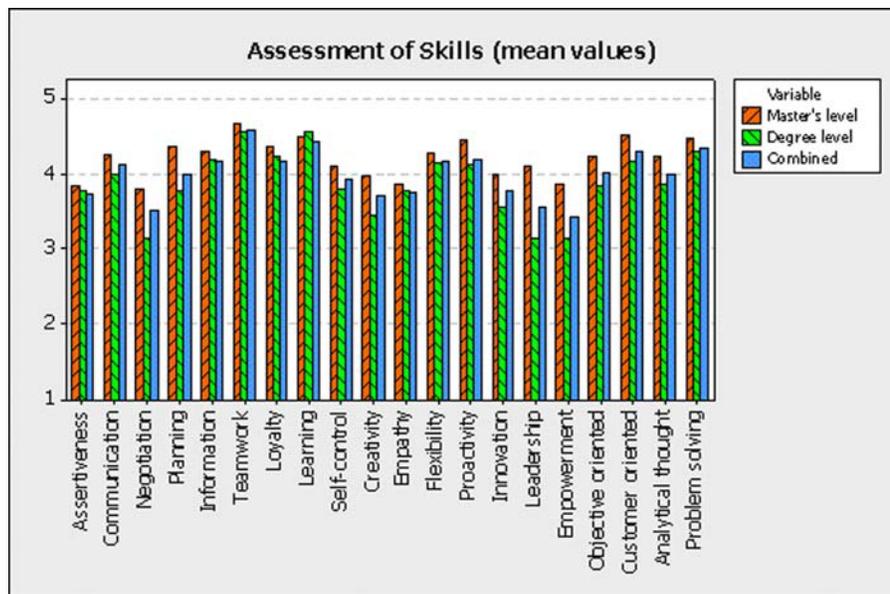


Figure 1 Assessment of generic skills. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at www.interscience.wiley.com.]

Table 5 Most and Least Valued Skills

Post-graduate level	Graduate level	Combined
Most valued skills		
Teamwork	Teamwork	Teamwork
Customer oriented	Commitment to learning	Commitment to learning
Problem solving	Problem solving	Problem solving
Commitment to learning		Customer oriented
Least valued skills		
Negotiation skills	Empowerment	Empowerment
Empathy	Negotiation skills	Negotiation skills
Assertiveness	Leadership	Leadership
Empowerment		

An initial conclusion is that the 20 skills selected are considered to be important, because in each case, the average value exceeded 3.

To measure the relative position between the scores, they can be standardized. Therefore, Table 5 shows, for each category, the most and least valued skills, using the criterion of being more than one standard deviation from the combined mean value.

Differences When Assessing Skills at Graduate and Post-Graduate or Master's Level

When assessing competence it is interesting to examine whether there are differences between graduate and postgraduate levels, so *t*-tests were administered for each skill. As shown in Figure 1, all except commitment to learning were highly valued at postgraduate level. Thus, with this exception, the alternative hypothesis H_1 in the *t*-test will be $\mu_M - \mu_G > 0$. It follows that:

- There were eight skills which had similar scores at both academic levels: assertiveness, empathy, commitment to learning, company loyalty, information research skills, flexibility, teamwork, and problem solving (listed here in decreasing order of the *P*-value, from 0.37 to 0.20).

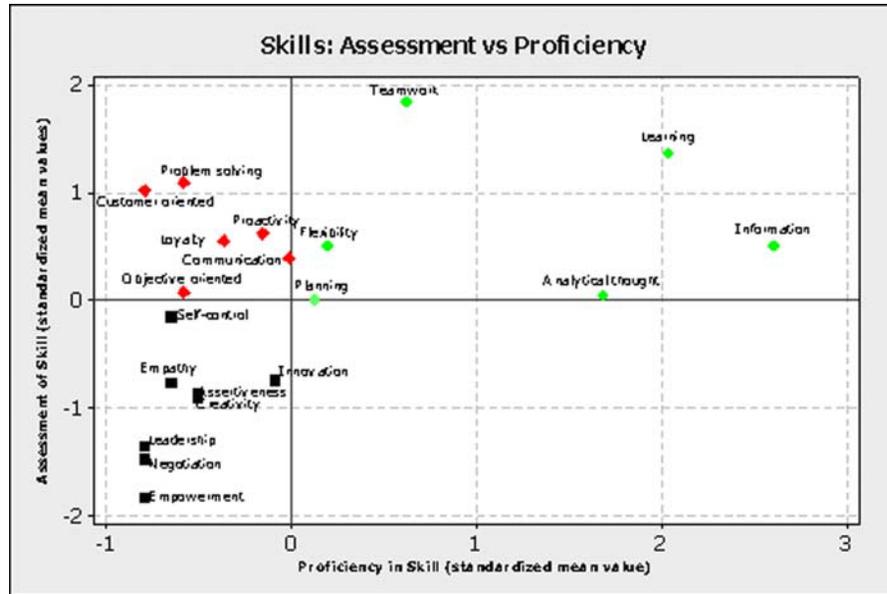


Figure 2 University's role in the acquisition of skills. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at www.interscience.wiley.com.]

- There were six skills which had significantly different values: leadership, planning skills, empowerment, negotiation skills, creativity, and being objective oriented (listed here in increasing order of the *P*-value, from 0.00 to 0.01).
- There was no statistically significant difference between the remaining variables: being proactive, innovation, analytical thought, self-control, communication skills, and being customer oriented.

educational training: these are skills that graduates do not usually have, but that are sought after by companies. That is to say, employers would be grateful if university curricula put more emphasis on issues such as problem solving, company loyalty, being customer oriented, and being proactive. It should also be noted that typically academic characteristics like analytical thought, the ability to learn, and information research skills are usually demonstrated by graduates, and also highly valued by companies.

Analysis of the University's Role in the Acquisition of Skills

It can be seen that the skills acquired by recently qualified graduates are, in order, information research skills, the ability to learn and think analytically, the aptitude for teamwork, flexibility and planning skills. The results show that the rest are not usually attained by graduates at either level of degree.

It would be useful for the university to understand the relationship between the employers' most highly valued and least valued skills, compared to the skills that graduates have acquired by the time they leave the university. As stated above, respondents were asked which characteristics new graduates demonstrate, and which are generally missing. In fact, there were two questions which demanded a response of 1 or 0 for each competence: 1 signifying skills they considered that graduates had, 0 indicating those in which the graduates were not competent.

To make the results easier to understand, the following method was adopted: firstly the mean value score was calculated for each skill, at three levels (assessment, proficiency, and lack of competence); secondly those values were standardized to avoid ranking errors; finally the scores were presented on the scatter diagram in Figure 2, which plots what assessment responders give to each skill against proficiency graduates have in that skill.

In Figure 2, scores in the first quadrant correspond to sound academic results, as both assessment and proficiency are greater than the mean value. Scores in the third quadrant do not represent a problem, as both measures have a value lower than the mean. It is the scores in the second quadrant that indicate a weakness in

CONCLUSIONS AND LIMITATIONS

It can be concluded that it is appropriate to define a total of 20 skills illustrating the wide range of generic competences that the Spanish ICT sector demands of an engineer newly qualified in computer sciences or telecommunication.

Of these 20, the most valued skills (both at degree and master's level) are consistent, being, in both cases: teamwork, the capacity to learn, being problem solving oriented and being customer oriented. Therefore, in planning which generic skills should be included in the computer-based engineering curricula and telecommunication engineering curricula, at graduate level, these four qualities are essential.

Referring to the importance of these skills, it should be emphasized that they are rated more highly for engineering master degrees (at post-graduate level) than for engineering degrees (at graduate level), with the exception of the capacity to learn. Specifically, for engineering master degrees, those given greater significance are leadership and negotiation skills, the ability to motivate others, the capacity for planning, being target-oriented and creativity. These are therefore the skills that should be prioritized during subsequent stages of training.

It can also be concluded that Spanish universities fulfill their role of training computer and telecommunication engineers in generic skills, satisfying the needs and expectations of the sector. The academic profile of ICT graduates satisfies the following standard: they are capable of finding the information they require,

thinking analytically, participating in team work, and making plans, whilst allowing for some degree of flexibility.

It is reassuring that graduates acquire the two most highly valued skills: the capacity for teamwork and the ability to learn.

On the other hand, despite being highly valued attributes, graduates are not usually client-oriented, or problem solving oriented. There is also evidence of gaps in communication skills, being proactive, and the capacity to make compromises—either on a personal level or with respect to organizational issues.

Finally, the authors assert that the Spanish ICT sector's expectations are coherent with those suggested by the theoretical approaches relating to strategic decision-making and methods of maintaining competitive advantage. As two of the methods of maintaining competitive advantage in dynamic markets (such as the ICT sector) are through strengthening innovation and strategic flexibility [70–72], it seems feasible to conclude that employees in this sector should be obliged to develop skills and competences consistent with flexibility and innovation.

It appears, then, contradictory that the Spanish ICT sector does not rank the skills directly related to these business success factors very highly: creativity, innovation, flexibility, and the capacity for leadership were not prioritized. Unfortunately, considering the results, with the exception of flexibility (which is intrinsically inherent in young people anyway), Spanish university does not insist graduates acquire these qualities, either.

At this point, the route the Spanish ICT sector will follow to secure competitive advantage and develop its strategy for the future could be questioned. The fact that being client focused is one of the most highly rated qualities could be part of the answer, and indicates a trend in the Spanish market which seems to reject innovation and creativity, concentrating on services instead.

It should be emphasized that this article is limited to a study conducted in a specific context, in one sector—that of information and communication technologies (ICT), so the conclusions do not necessarily reflect the situation in other sectors.

REFERENCES

- [1] B. Suarez Arroyo, “Las titulaciones técnicas y el Espacio Europeo de Educación Superior”, Cursos de verano de la Universidad Complutense de Madrid, El Escorial, Julio 2002.
- [2] La declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España, Acuerdo de la Asamblea General de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), Julio 2002.
- [3] Ministerio de Educación Cultura y Deportes, “La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior”, 2003. Disponible a www.unizar.es/eees/doc/Doc_Ministerio_12feb03.pdf.
- [4] J. González and R. Wagenaar, “Tuning educational structures in Europe. Informe final, fase uno”, Universidad de Deusto y Universidad de Gröningen, Deusto 2003. Disponible a: www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%2520Educational.pdf.
- [5] A. Llorens, X. Llinàs, and J. Olivella, “Análisis de las competencias profesionales y de las estructuras organizativas en el entorno de las tecnologías de la información y la comunicación” IX Congreso de Ingeniería de Organización, David de la Fuente García, 2005, pp. 327–328.
- [6] A. Llorens, X. Llinàs, and J. A. Navarro, “Estudi de la demanda competencial de los recientes titulados que absorbeix el sector TIC a Catalunya”, V Congrés Internacional de Docència Universitària y Innovació, Ed. V CIDUI, Depòsit Legal: GI-733-2008, Julio 2008, p. 169.
- [7] A. Llorens, X. Llinàs, and F. Sabate, Professional and Interpersonal Skills for ICT Specialists, *IT Professional*, Nov./Dec. 2009, pp. 23–30.
- [8] CEDEFOP (Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional). Formación para una sociedad en cambio. Informe acerca de la situación actual sobre la formación profesional en Europa. CEDEFOP, Salónica, 1998.
- [9] R. López F-Feal, Mundialización y perfiles profesionales. HORSORI, Barcelona, 1998.
- [10] D. C. McClelland, Talent and society: New perspectives in the identification of talent. Van Nostrand, Princeton, NJ, 1958, p. vii, 275 pp.
- [11] C. Lévy-Leboyer, Gestión De Las Competencias: Cómo Analizarlas, Cómo Evaluarlas, Cómo Desarrollarlas. Gestión; Barcelona, 2000, 161 pp.
- [12] C. McCauley, M. Lombardo, and C. Usher, Diagnosing management development needs: An instrument based on how managers develop, *J Manage* 15 (1989), 389–403.
- [13] E. C. Short, Competence reexamined, *Educ Theory* 34 (1984), 201–207.
- [14] R. Stuart and P. Lindsay, Beyond the frame of management competences: Towards a contextually embedded framework of managerial competence in organizations, *J Eur Ind Training* 21 (1997), 26–33.
- [15] L. Mertens, “Competencia Laboral: Sistemas, surgimiento y modelos.” Montevideo: CINTEFOR- OIT, 1996. ISBN 92-9088-060-8.
- [16] J. Stewart and B. Hamlin, Competence-based qualifications: The case against change, *J Eur Ind Training* 16 (1992), 10.
- [17] P. Perrenoud, Diez Nuevas Competencias Para Enseñar: Invitación Al Viaje, Vol. 196. Graó, Barcelona, 2004, 168 pp.
- [18] G. Le Boterf, L'Ingénierie Des Compétences., 2ème éd, revue et augmentée ed. Éditions d'Organisation, Paris, 2000, 445 pp.
- [19] M. A. Zabalza, Los contenidos: Diseño y desarrollo curricular. Narcea, Madrid, 1991.
- [20] G. P. Bunk, La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA, *Revista Europea de Formación Profesional* 1 (1994).
- [21] A. Navío Gámez, Las competencias del formador de formación continuada. Análisis desde los programas de formación de formadores, Tesi Doctoral, Dic. 2001.
- [22] D. Bragg, “Educator, student and employer priorities for tech prep student outcome.” University of California at Berkeley: The Office of Vocational and Adult Education, 1997. Available: vocserve.berkeley.edu/abstracts/MDS-790/MDS-790.html.
- [23] J. Arnold, J. Logan-Clarke, A. Harrington, and C. Hart, Students perceptions of competence development in undergraduate business-related degrees, *Stud Higher Educ* 24 (1999), 43–59.
- [24] G. Kuh, The other curriculum. Out of class experiences associated with student learning and personal development, *J Higher Educ* 66 (1995), 123–155.
- [25] N. Bennet, E. Dunne, and C. Carré, Patterns of core and generic skill provision in higher education, *Higher Educ* 37 (1999), 71–93.
- [26] M. K. Badawy, Developing managerial skills in engineers and scientists, succeeding as a technical manager, Wiley, New York, 1995.
- [27] H. Tait and H. Godfrey, Defining and assessing competencies in generic skills, *Qual Higher Educ* 5 (1999), 245–253.
- [28] S. Rodríguez, J. Grifoll, A. Prades, and O. Pujolràs, “Guia general per dur a terme las proves pilot d'adaptació de las titulaciones a l'EEES [en línia]: titulaciones de grau”. 2 ed. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2005. [Consulta: 8 juny 2007]. C.K. Prahalad, and G. Hamel, “The Core Competence of the Corporation”, *Harvard Business Review*, Vol. 68, pp. 79–91, 1990.
- [29] Vicerectorat de Política Acadèmica, “Marc per al disseny y la implantació de los plans d'estudios de grau a la UPC”, Abril 2008.
- [30] J. Córdoba, I. del Corral, J. Domingo, R. Piqué, and I. Torra, “Aproximació al disseny de titulaciones basat en competencias”, Institut

- de Ciències de l'Educació, Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, Diciembre 2007.
- [31] IDATE, DigiWorld Yearbook 2008: The digital's world challenges, IDATE, Montpellier, 2008. ISBN 978-2-84822-162-5.
- [32] EITO, European Information Technology Observatory yearbook 2007, EITO, Frankfurt, 2007. ISSN 0947-4862.
- [33] AETIC, Informe anual del sector español de electrónica, tecnologías de la información y telecomunicaciones 2007, AETIC, Madrid, 2008.
- [34] Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, "Guia per al disseny d'un perfil de formació: Ingeniería Química". Barcelona, AQU, 2005. p. 15 [Consulta: 7 juny 2006]. [Online]. Available: www.aqucatalunya.org/uploads/publicacions/arxiu%20pdf/DissenyQuimica_cat.pdf.
- [35] Definition and selection of competences (DeSeCo), Theoretical and conceptual foundations. Paris: OECD, 2002. [Online]. Available: mt.educarchile.cl/MT/jjbrunner/archives/libros/Competencias/Estrategia.pdf.
- [36] Ministerio de Educación y Ciencia, "Proposta borrador: Directrices para la elaboración de títulos universitarios de grado y máster", 2006. [Online]. Available: www.mec.es/mecd/gabipren/documentos/directrices.pdf.
- [37] J. Dueñas, V. Burillo, and J. Ruiz, "PAFET 4: Perfiles profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales". 2005. [Online]. Available: www.coit.es/index.php?op=estudios_215.
- [38] PESIT, Nuevos escenarios profesionales del ingeniero de telecomunicación: Informes regionales Cataluña.
- [39] J. Casanovas, J. Colom, I. Morlán, A. Pont, and M. Ribera, Libro Blanco Sobre Las Titulaciones Universitarias De Informática En El Nuevo Espacio Europeo De Educación Superior Del Proyecto EICE. ANECA, Madrid, 2004, 347 pp.
- [40] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (España), Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: Documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación, Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación, Madrid, 2005, 703p.
- [41] Varios autores, Libro Blanco Para Los Futuros Títulos De Grado En El Ámbito De Las Tecnologías De La Información y Las Comunicaciones, 2004. [Online]. Available: http://www.uc3m.es/CG/EEES/azcorr_33-4754.pdf.
- [42] "Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC" realizado por el consorcio Career Space: Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC. [Online]. Available: www.career-space.com/privacy/index.htm.
- [43] European Computing Education and Training, ecet.ecs.ru.acad.bg/ecet/index.php. Última consulta, Mayo de 2009.
- [44] Complete Set Dublin Descriptors 2004. [Online]. Available: www.jointquality.org. Última consulta, mayo de 2009.
- [45] Accreditation Criteria. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. [Online]. Available: www.abet.org/accredited_programs.shtml. Última consulta, Mayo de 2009.
- [46] IEEE/ACM Curricula Recommendations. [Online]. Available: www.acm.org/education/curricula.html. Última consulta, Mayo de 2009.
- [47] D. Lee, E. Trauth, and D. Farwell, "Critical skills and knowledge requirements of IS professionals: A joint academic/industry investigation," *MIS Quarterly*, Vol. 19, no. 3, 1995, pp. 313–340. [Online]. Available: www.jstor.org/stable/249598.
- [48] P. Todd, J. McKeen, and R. Gallupe, "The evolution of IS job skills: A content analysis of IS job advertisements from 1970 to 1990," *MIS Quarterly*, Vol. 19, no. 1, 1995, pp. 1–27. [Online]. Available: dx.doi.org/10.2307/249709.
- [49] R. Nelson, Educational needs as perceived by IS and end-user personnel: A survey of knowledge and skill requirements, *MIS Quart* 15 (1991), 502–525.
- [50] E. Trauth, D. Farwell, and D. Lee, The IS expectation gap—Industry expectations versus academic preparation, *MIS Quart* 17 (1993), 293–307.
- [51] R. Leitheiser, MIS skills for the 1990s: A survey of MIS managers' perceptions, *J Manage Inform Syst* 9 (1992), 69–91.
- [52] G. Green, Perceived Importance of Systems Analysts' Job Skills, Roles, and None-Salary Incentives, *MIS Quart* 13 (1989), 115–133. [Online]. Available: www.jstor.org/stable/248918.
- [53] H. Watson, D. Young, S. Miranda, B. Robicahux, and R. Seerley, Requisite skills for new MIS hires, *SIGMIS Database* 21, (1990), 20–29. [Online]. Available: doi.acm.org/10.1145/95367.95374.
- [54] P. Cheney, D. Hale, and G. Kasper, Knowledge, skills and abilities of information systems professionals: Past, present, and future, *Inform Manage* 19, (1990), 237–247. [Online]. Available: [dx.doi.org/10.1016/0378-7206\(90\)90033-E](http://dx.doi.org/10.1016/0378-7206(90)90033-E).
- [55] T. Byrd and D. Turner, An exploratory analysis of the value of the skills of IT personnel: Their relationship to IS infrastructure and competitive advantage, *Decision Sci* 32 (2001), 21–54.
- [56] M. Wade and M. Parent, Relationships between job skills and performance: A study of webmasters, *J Manage Inform Syst* 18 (2002), 71–96.
- [57] M. Igbaria, J. Greenhaus, and S. Parasuraman, Career orientations of MIS employees: An empirical analysis, *MIS Quart* 15 (1991), 151–169. [Online]. Available: dx.doi.org/10.2307/249376.
- [58] N. Vitalari, Knowledge as a basis for expertise in systems analysis: An empirical study, *MIS Quart* 9 (1985), 221–241.
- [59] M. Ginzberg and J. Baroudi, MIS careers: A theoretical perspective, *Commun ACM* 31 (1988), 586–594. [Online]. Available: doi.acm.org/10.1145/42411.42422.
- [60] J. Jiang, M. Sobol, and G. Klein, Performance ratings and importance of performance measures for IS staff: The different perceptions of IS users and IS staff, *IEEE Trans Eng Manage* 47 (2000), 424–434.
- [61] D. Young and S. Lee, The relative importance of technical and interpersonal skills for new information systems personnel, *J Comput Inform Syst* 36 (1996), 66–71.
- [62] G. Klein, J. Jiang, R. Shelor, and J. Balloun, Skill coverage in project teams, *J Comput Inform Syst* 40 (1999), 69–75.
- [63] P. Adler, D. McDonald, and F. MacDonald, Strategic management of technical functions, *Sloan Manage Rev* 33 (1992), 19–37.
- [64] R. Brown, Incorporating computer-aided design into an electrical engineering/computer science curriculum, *IEEE Trans Educ* 35 (1992), 182–189.
- [65] D. Moore, Curriculum for an engineering renaissance, *IEEE Trans Educ* 46 (2003), 452–455.
- [66] D. Evans, S. Goodnick, and R. Roedel, ECE curriculum in 2013 and beyond: Vision for a metropolitan public research university, *IEEE Trans Educ* 46 (2003), 420–428.
- [67] D. Baez-López and O. Montero-Hernández, An interdisciplinary currículum in electronics and computer engineering, *IEEE Trans Educ* 36 (1993), 184–186.
- [68] M. Soderstrand, The new electrical and computer engineering curricula at University California-Davis, *IEEE Trans Educ* 37 (1994), 136–146.
- [69] H. Mintzberg, La estructura de las organizaciones. Ariel, Barcelona, 1984, 561 pp.
- [70] K. Eisenhardt and J. Martin, Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Manage J* 21 (2000) 1105–1121. [Online]. Available: [dx.doi.org/10.1002/10970266\(200010/11\)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E](http://dx.doi.org/10.1002/10970266(200010/11)21:10/11%3C1105::AID-SMJ133%3E3.0.CO;2-E).
- [71] D. Teece, G. Pisano, and A. Shuen, Dynamic capabilities and strategic management, *Strategic Manage J* 18 (1997) 509–533. [Online]. Available: dx.doi.org/10.2307/3088148.
- [72] S. Zahra and G. George, Absorptive capacity: A review, reconceptualization and extension, *Acad Manage Rev* 27 (2002), 185–203.

BIOGRAPHIES



Ariadna Llorens is an associate professor of management at the Technical University of Catalonia (UPC). Her research is on innovation methodologies in higher education in the knowledge society. Llorens has a Master's degree in Industrial Engineering from UPC and an MBA from ESADE.



Xavier Llinàs-Audet is a professor of economics and head of the doctorate program at the Technical University of Catalonia (UPC). His research is on worker profiles in the knowledge society. Llinàs has a PhD in informatics from UPC.



Antoni Ras is a professor of mathematics at the Technical University of Catalonia (UPC). His research is mainly in control theory and applications of statistics.



Luís Chiamonte is an associate professor of Management at the Technical University of Catalonia (UPC). His research is on worker profiles in the knowledge society.

Higher education needs for the information and communication technology Spanish market

Ariadna Llorens, Xavier Llinas-Audet, Antoni Ras

Universitat Politècnica de Catalunya (Spain)

ariadna.llorens@upc.edu, xavier.llinas@upc.edu, ras@mat.upc.es

Received January, 2011

Accepted May, 2011

Abstract

Purpose: The main objective of the paper is to clarify the expectations held in the realm of business and by employers, in relation to the main educational parameters that respond to the employment needs of the Information and Communication Technology (ICT) market in Spain, considering both technical and managerial knowledge. It also assesses whether the Spanish Technical University is providing its graduates with the knowledge currently demanded by the sector.

Design/methodology/approach: The report is based on a survey completed by 43 companies, which constitutes more than 60% of the sector and is representative of the entire range of subsectors that constitute the vast ICT industry in Spain. According to the sample construction, post-stratification has been used for analyzing global results. Responses have been weighted according to the proportion that represents the employees' population of the Spanish ICT sector.

Findings: As a first conclusion of the current research it should be noted that in terms of technological knowledge, the gap between what the industry requires and the skills graduates can offer is, in general, much smaller than the gap relating to business management skills, where differences exceeding 25% have been demonstrated. This would suggest that the Spanish ICT sector needs to improve learning in the subjects related to business management.

Originality/value: Finally, as an innovate factor since there are no previous bibliographic references on this topic, a surprising conclusion is that a significant segment of the Spanish ICT sector, specifically 51,2 % of the companies surveyed, did not distinguish between professional profiles, expressed indifference, and were equally likely to employ graduates as postgraduates. Although when the market was asked about the preferred profile for managerial positions, the results are quite different: 83.7% of respondents preferred a superior engineer qualification; 16.3%

Keywords: telecommunication engineering curriculum, future engineering education, information and communication technologies

Jel Codes: M15

1. Introduction

In the new higher education environment in USA and in Europe, ICT engineers of the future will carry out their work in the Information and Communication Society and therefore in the knowledge society. Consequently, it is essential that engineering curricula are revised, enabling them to contribute to the harmonious development of that society.

Sharing a similar approach, the National Academy of Engineering reflects that "If the United States is to maintain its economic leadership and be able to sustain its share of high-technology jobs, it must prepare for this wave of change", (Clough, 2004: page 3).

In the same strategic vein in Europe, and within the European Higher Education Area (EHEA), it has been proposed that new degrees could be defined according to the skills, both generic and specific, that students are expected to develop during their training, and the professional experience they are required to gain.

In both instances, a notable feature of the new educational paradigm is the strengthening of relationships between universities and the labour market. Given that in engineering those relationships are particularly important, being essential to ensure specialised work experience, such strong links are already common in the sector (Llorens, Llinas, Ras & Chiaramonte, 2010).

This article is contextualised within a specific working environment, the field of information and communication technology (ICT), which basically refers to telecommunication engineers and computer scientists completing shorter graduate courses and longer postgraduate courses at master's level. The aim of this study is to present the views of a representative sample of 43 companies, which constitute more than two thirds of the workers in the Spanish ICT sector. Such a broad sample allows the authors to ascertain companies' management practices and technological knowledge, in relation to what the industry requires, whilst also highlighting any relevant limitations in recently graduates' skills. In this sense, then, the article assesses whether the University is providing its students with the knowledge the sector really values.

This is achieved by comparing the differences across the broad ICT industry, in relation to the various subsectors and also to the size of organizations surveyed.

Finally, the distinction the market makes in relation to graduates and postgraduates in terms of their current and future employability will be assessed. Since the EHEA has modified the system to differentiate between the two levels of degree and postgraduate studies, certain resistance has arisen in countries such as Spain, France and Germany (Marin-Garcia et al., 2009).

If competitive advantage in Europe and the USA is built on the economy of knowledge, so that technological achievement becomes a real alternative to the exodus of the mass production industry, perhaps the contribution required of future ICT engineers can be more clearly established. This, in turn, could inform how they are trained.

2. Key figures in the ICT sector

The ICT sector is characterized by its enormous diversity of highly technical products and services, and for being a market which is continuously evolving and expanding, mainly due to constant technological advances. It incorporates the following sub-sectors: Telecommunication Services, Information Technologies, Telecommunication Equipment, Consumer Electronics, Electronic Components, Professional Electronics, and part of the Audio-visual sector. Further detail can be found in the DigiWorld report (DigiWorld, 2009), published by IDATE. IDATE is a consortium of the most important consultancy companies in the European ICT sector that has, for eight years, published the "DigiWorld Yearbook", one of the most detailed and prestigious reports on the state of the sector on a global scale.

According to the above mentioned report, ICT contributed directly to 7 % of the global GDP (Gross Domestic Product) in 2008, a percentage which has remained quite stable for some time. However, an apparent deceleration in growth during recent years has led some experts to suggest that the cycle is coming to an end. The contributions of the different sub-sectors that made up the ICT market in 2008 were: the Telecommunication Services with 37%, followed by Software and Computer Services with 24 %, Computer Hardware with 11%, TV Services with 10%, Consumer Electronics with 10%, and Telecommunications Equipment with 8%.

It is interesting to note that, according to the international DigiWorld report (DigiWorld, 2009), on a global level, Europe and America exhibit less buoyancy due to their advanced level of maturity. Despite an expansion of 2.9% in 2008, in terms of its global influence, the U.S. market seems to have fallen by 0.6 points to 30.6%. The European market grew by 3.4% in 2008, but also lost 0.5 points universally, representing 32.9% of the global market.

Although the ICT markets are concentrated in the more advanced economies, those in emerging regions are far more dynamic.

As for the European market, the growth rate has fallen below 5% since 2006, mainly due to the impact of the deceleration of growth in the telecommunications markets and also the inauspicious economic climate.

The work of AETIC serves to illustrate the Spanish ICT market. AETIC, the Association of Spanish Information and Communication Technology Companies, is the result of a merger between the National Association of Electronic and Telecommunication Industries (ANIEL) and the Spanish Association of Information Technology Companies (SEDISI). It publishes an annual report of the Spanish electronic information technology and telecommunication sector.

According to the 2008 AETIC report (AETIC & the Ministry of Industry, Tourism and Trade, 2009), approximately 102.668 million Euros were generated, so it maintained the same value with regard to the previous year. The market shares were as follows: Telecommunication Services with 44%, Information Technologies with 17%, Automobile Electronics and E-commerce with 15%, Telecommunication Industries with 5%, Consumer Electronics with 4%, Electronics Equipment with 3%, Professional Electronics with 2% and Digital Content with 10%.

In terms of growth in the Spanish ICT sector, a definite deceleration has taken place, with growth dropping from 10% in 2005, to 6% in 2006, 5% in 2007, and then falling to 1% in 2008. Nevertheless, this is for good a sector which employs professionals, creates jobs and generates wealth for other sectors.

Despite it already being a consolidated employment sector, the last five years have seen a growing demand for professionals in the Spanish ICT industry, especially in Research and Development, currently reaching the point of a perceived deficit in the availability of engineers and technical engineers qualified in telecommunications and computer sciences. One of the main causes of this deficit is a decline in the number of university entrants inclined to pursue scientific or technological studies, particularly in courses focusing on ICT.

An important issue this article seeks to emphasize regarding the Spanish ICT sector is that only 57.5% of employees working in it are graduates, the remaining 42.5% do not have university qualifications (AETIC & the Ministry of Industry, Tourism and Trade, 2008).

Of all the graduates employed in ICT, it is the computer scientists who dominate the sector, making up 28.9% of the total. Telecommunication engineers follow with 21.5%, then graduates in economics and business studies with 10.3%. It is notable that almost the 50% of graduates who work in the ICT sector come from these two branches of engineering (AETIC & the Ministry of Industry, Tourism and Trade, 2009).

3. Studies relating to ICT requirements

The range of parameters that respond to the employment needs of the ICT market in Spain that a professional can bring to the workplace varies widely. For this reason, we felt it necessary to establish an initial list, based on the relevant conclusions provided by the literature. We present the main report on this matter next.

Of the different studies relating to Spain, one of the foremost is PAFET (Dueñas, Burillo & Ruiz, 2005). One of the most important national studies in relation to the qualification and profile requirements for professionals in computer sciences, electronics and communications companies is the study called PAFET: Proposal of Activities for Training Electronics, Computer and Telecommunication Engineers. It is promoted by COIT (Official College of Telecommunication Engineers); AETIC

(Association of Spanish Electronics and Information Communication Technology Companies); and AEIT (Spanish Association of Telecommunication Engineers).

A further indispensable work relating to Spain is known as the PESIT report. Published by the Official College of Telecommunication Engineers and the Spanish Association of Telecommunication Engineers (first published in 1984, and then subsequently every 4 years), the reports illustrate the socio-professional position of engineers. The most recent version, "PESIT VI", reflects the survey conducted in 2004 and published 2005 (Carranza & Segovia, 2005).

Another equally important reference that was taken into consideration when defining which personal skills are most valued by engineers concentrated in the Spanish ICT sector is known as the "White Book of the Computer Sciences" (Casanovas, Colom, Morlán, Pont & Ribera, 2004), chapter 9, funded by ANECA (Spanish National Agency of Quality, Evaluation and Accreditation). As well as dealing with other occupations, it sets out generic skills in relation to the professional profiles relative to management, and the development of information technologies.

A project by ANECA, presented by 46 schools from 36 universities relating to the "The Design of Course Outlines and Official Qualifications in Engineering and Telecommunication Adapted by the EHEA" (which resulted in the "The White Book on Telecommunication Engineering: final document of the Telecommunication Engineering Project" (ANECA, 2004; ANECA, 2005) was also a valuable point of reference.

At a European level, another useful source of information was the study on "Profiles of Professional Skills Generic to ICT" (Career Space, 2001) conducted by the Career Space consortium. This work had the same objectives as the PAFET study, but was conducted on a European scale.

The Tuning Project or "Tuning Educational Structures in Europe", also known as "Refining Educational Structures in Europe", is a project addressing the academic world, which seeks to offer a standardized approach that makes the application of the Bologna process possible in higher education institutions across many academic subjects. Although this project includes universities specializing in a wide range of disciplines (business administration, geology, history, mathematics, physics, chemistry and education) no school of engineering participated. Nevertheless, had the work of ECET (European Computing Education and Training), the Socrates-

Erasmus network, been taken into consideration, the Tuning methodology could have been applied to computer sciences.

Another source of information taken into account was the "Dublin descriptors" (Joint Quality Initiative, 2004) which aims to set out general criteria relative to the development of the skills that must be demonstrated for qualifications at the end of each Bologna cycle.

At international level, the ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) criteria relative to engineering qualifications, acknowledged by CHEA (Council for Higher Education Accreditation) in the United States, were born in mind - particularly the recommendations concerning the various computer sciences curricula defined by the IEEE/ACM (*Institute of Electrical and Electronics Engineers / Association for Computing Machinery: Curricula Recommendations*).

4. Objectives

Using a representative sample of companies in the Spanish ICT sector, field work was conducted to clarify the expectations held in the realm of business and by employers in relation to the principal educational parameters that respond to the employment needs of the ICT market in Spain, considering both technical and managerial knowledge.

At the same time, and as an innovate factor since there are no previous bibliographic references on this topic, a further objective was to determine whether there are significant differences between the market expectation from graduate level engineering degrees in the Spanish ICT sector and that which is sought at postgraduate level from students with master degrees.

In order to reflect upon and evaluate the current performance of the academic world, the article also seeks to explore whether the sector believes that universities are providing the necessary training.

A further matter to be explored is whether any differences between sector demands and the demands of different sized of companies can be distinguished.

5. Methodology and technical data

This report is based on a survey completed by 43 companies. Regarding the suitability of the sample, it should be pointed out that the structure of this economic sector in Spain is extremely unbalanced: 98% companies are small (i.e.

less than 50 employees), whereas the remaining 2% employ more than 70% of people in this industry (AETIC & the Ministry of Industry, Tourism and Trade, 2009). The selected sample represents more than 60 % (in number of employees).

The study focuses on the opinions of employers and managers when recruiting their technical staff, so stratified sampling was rejected because small companies neither have structured organizations, nor employ many graduates. The sample included 25 big companies (i.e. more than 250 employees) which represents 60.37% of the sector global population; 11 small companies (0.26%) and 7 medium sized companies (0.12%). Thus, the sample is very suitable for the big companies' stratum, but may misrepresent medium and small companies. In fact, this is not a problem, as the study focuses on the opinions of employers and managers when recruiting their technical staff.

According to the sample construction, post-stratification has been used for analyzing global results: responses have been weighted according to the proportion that big, medium and small companies in the survey represent on the employees population of the Spanish ICT sector.

From a statistical point of view, the approach is quite qualitative and usually we show graphical representations instead of more technical issues, such as ANOVA tables. We believe that this choice is more adequate to the scope of this report and to the sample characteristics. However, references to ANOVA are also included when this method is suitable according to the data available.

The survey was conducted by email, and then a follow-up telephone call was made if necessary. The findings of the survey can be substantiated as the respondents held strategic or middle management positions within their organizations. According to Mintzberg's model (Mintzberg, 1984) this meant that they were therefore suitably knowledgeable and had a deep understanding of their companies. Table 1 shows the respondents' profiles.

Managing director, manager, president or chief executive	51.16%
Operational or technical manager	23.26%
HR manager or HR specialist	13.95%
Commercial or marketing manager	6.98%
Engineer	4.65%

Table 1. Profile of respondents

As can be seen in Table 2, the sample includes the entire range of subsectors that make up the vast ICT sector, although it should be pointed out that conventional categories are becoming increasingly obsolete, given the difficulties of establishing

clear distinctions which unequivocally determine the grouping of different activities involved in the diverse ICT industry. Table 3 shows that the sample was well-balanced, including companies of different sizes.

	Sample
Telecommunication services	44.19%
Information technologies	20.93%
Telecommunication equipment	16.28%
Professional electronics	6.98%
Consumer electronics	4.65%
Audiovisual	4.65%
Electronic components	2.32%

Table 2. Description of the sample according to the ICT subsector

	Sample
Large companies	58.14%
Medium companies	16.28%
Small companies	25.58%

Table 3. Description of the sample according to company size

As some subsectors within the sample are not so well-represented, those of “Professional electronics”, “Consumer electronics” and “Electronic components” have been merged into a class called “Electronics”. Figure 1 shows the structure of the sample, according to the ICT subsector classification and the size of the companies.

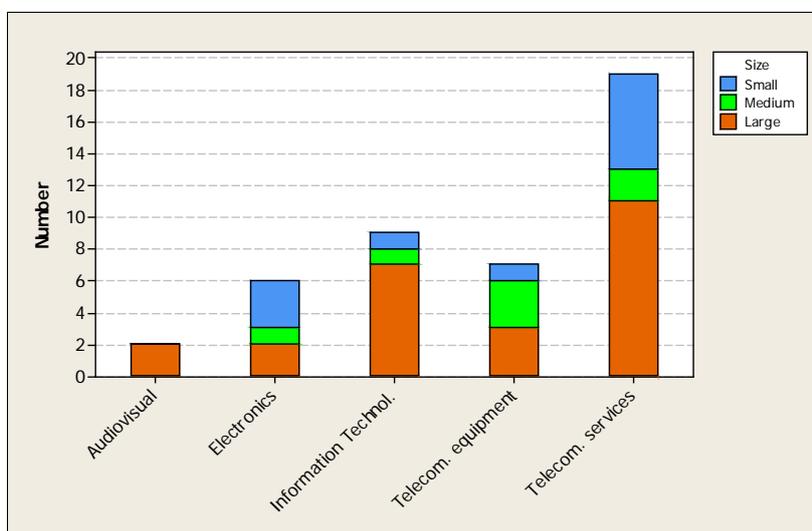


Figure 1. Sample structure

6. Results

Graduates' characteristics: requirements and limitations, from technological and business perspectives

The results illustrated in Figure 2 show the main sector requirements, and the main limitations that recently graduates in computer sciences and telecommunications have, in terms of technological knowledge.

Vertical scale in Figure 2 shows weighted number of responses. As pointed out before, weight corresponds to the proportion that big, medium and small companies in the survey represent on the employees population of the ICT sector. This kind of statistical post stratification gives a more accurate portrait of the whole sector, assuming that big companies, collecting more than 90% of employees, should set the pattern.

It is evident that knowledge about telecommunication networks and information processing, followed by programming languages and internet technologies are the main requirements demanded by the sector. Conversely, the most common limitations identified during the study are telecommunication networks, internet technologies and programming languages.

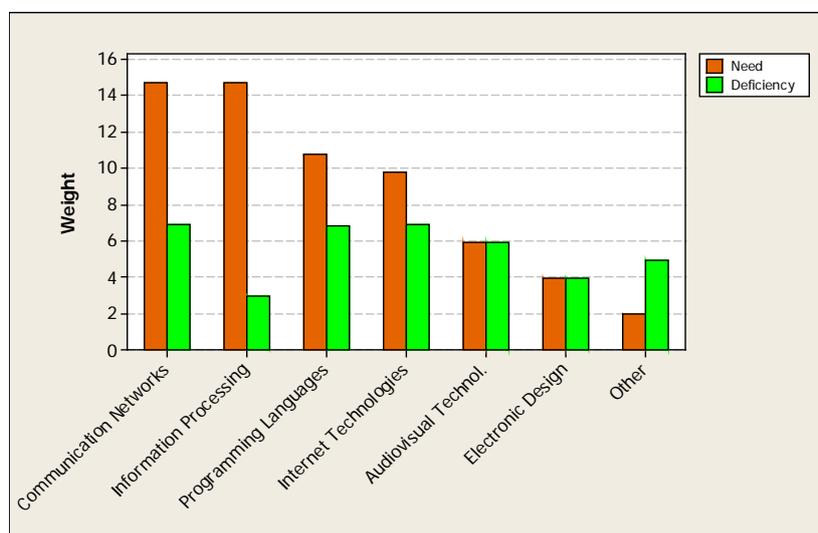


Figure 2. Requirements and limitations: technological knowledge

The results illustrated in Figure 3 show the main sector requirements, and the main limitations recently graduates in computer sciences and telecommunications have, in terms of business knowledge.

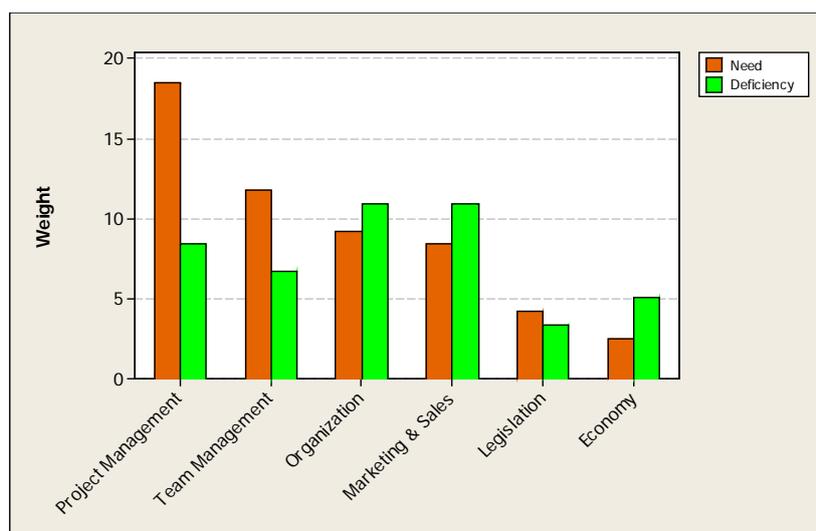


Figure 3. Requirements and limitations: business knowledge

In this case, project management, team management and organization and marketing & sales are identified as the most important requirements for the sector. However, the most notable limitations are marketing & and business organization.

It is interesting to examine how these requirements and limitations relate to the different subsectors. To explore these issues ANOVA statistical testing was applied.

A priori, it might be suspected that deficiencies were neither dependent on size nor on sector, for example, weaknesses might be the result of poor training rather than being related to the expectations of the industry. This is generally reflected in the analysis, although there are some exceptions: audiovisual technologies, information processing and business organization. As may be expected, every company in the audiovisual sector detected a shortage of skills in audiovisual technologies, whereas this deficiency was not reported by other sectors:

Source	DF	SS	MS	F	p
Sector	4	1,6062	0,4016	4,37	0,005
Error	38	3,4890	0,0918		
Total	42				
Level			Mean	StDev	
Telecom. equipment			0,1420	0,3756	
Telecom. services			0,1049	0,3132	
Information technologies			0,1109	0,3311	
Electronics			0	0	
Audiovisual			0,9937	0,0000	

Table 4. ANOVA for deficiencies in audiovisual technologies

Similarly, and more surprisingly, companies in both the electronics and audiovisual arenas claimed a considerable shortfall in information processing:

Source	DF	SS	MS	F	p
--------	----	----	----	---	---

Sector	4	0,5036	0,1259	2,13	0,096
Error	38	2,2504	0,0592		
Total	42	2,754			
Level				Mean	StDev
Telecom. equipment				0,0006	0,0016
Telecom. services				0,0525	0,2279
Information technologies				0	0
Electronics				0,1663	0,4054
Audiovisual				0,4969	0,7027

Table 5. ANOVA for deficiencies in information processing

In contrast to this, some significant differences appear when observing the requirements for technological knowledge throughout the ICT subsectors. The most relevant case is electronic design, which is a very important requirement in the electronics and audiovisual industries (Table 6). A similar and quite obvious situation appears with audiovisual technologies and audiovisual companies (Table 7).

Source	DF	SS	MS	F	p
Sector	4	0,8971	0,2243	3,18	0,024
Error	38	2,6827	0,0706		
Total	42	3,5798			
Level				Mean	StDev
Telecom. equipment				0,0003	0,0007
Telecom. services				0,0002	0,001
Information technologies				0,1104	0,3312
Electronics				0,3326	0,5121
Audiovisual				0,4969	0,7027

Table 6. ANOVA for need in electronic design

Source	DF	SS	MS	F	p
Sector	4	1,9204	0,4801	5,75	0,001
Error	38	3,1753	0,0836		
Total	42	5,0957			
Level				Mean	StDev
Telecom. equipment				0,2845	0,4845
Telecom. services				0,1046	0,3133
Information technologies				0	0
Electronics				0,0007	0,0018
Audiovisual				0,9937	0,0000

Table 7. ANOVA for need in audiovisual technologies

There is also a remarkable difference of opinions with respect to business organization skills: companies belonging to the information technologies and, mostly, audiovisual sector detected more deficiencies and needs in organization and, partially, in project management (see Table 8):

Source	DF	SS	MS	F	p
Sector	4	2,301	0,575	3,29	0,021
Error	38	6,645	0,175		
Total	42	8,946			
Level				Mean	StDev
Telecom. equipment				0	0
Telecom. services				0,2619	0,4493
Information technologies				0,5525	0,5232

Electronics	0,1663	0,4054
Audiovisual	0,9937	0,0000

Table 8. ANOVA for deficiencies in organization

In terms of evaluating the relevance of university training, it would be desirable those organizations' major requirements are satisfied, and that there are few omissions in graduates' skill sets. Therefore the ideal outcome (graduates are adequately trained in this important skill) and the less-appealing outcome (graduates do not have sufficient skills in this key area) have been plotted in Figures 4 and 5.

The results are generally positive for technological knowledge, as the key needs are satisfied in five out of six cases. However, the results relating to business skills show a very different situation. Respondents reported significant gaps in the graduates' skills sets, particularly in the areas of organization, marketing and sales, economics and team management. This deficit echoes a well-known trend in engineering education in Spain, where undergraduates show little interest in business skills and the curricula tend not to include the topic.

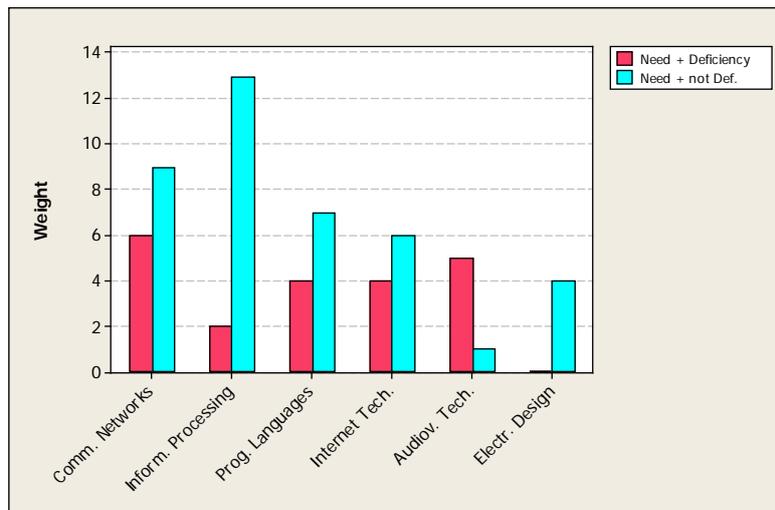


Figure 4. Training outcomes, technological skills

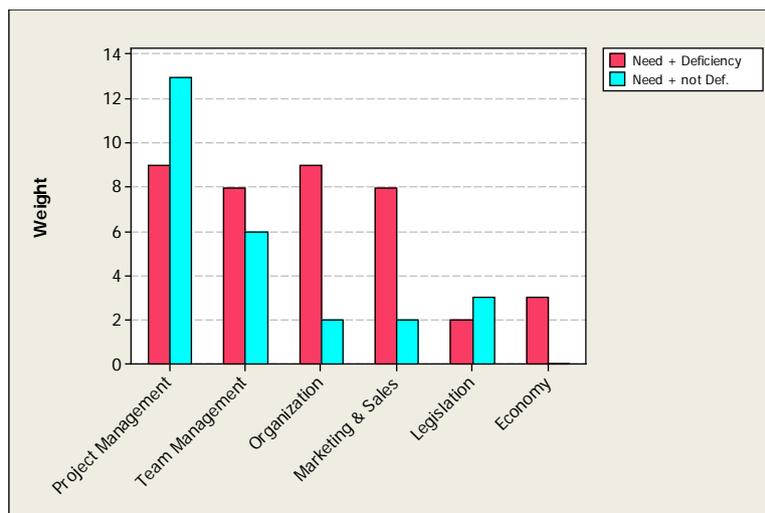


Figure 5. Training outcomes, business skills

Differences from the Perspective of Employers at Graduate and Postgraduate or Master's level

Employers were asked about their preferences when hiring. As there are two main levels of qualification in the Spanish university system, "technical engineer" (which compares to a degree level) and "superior engineer" (which compares to a postgraduate level), the response categories included four options:

- We generally employ technical engineers,
- We generally employ superior engineers,
- We employ the same proportion of technical and superior engineers,
- We are indifferent as to the employee's level of qualification

The responses are presented in Figure 6: in most cases (41.9%), there is no preference between the levels of qualification and, when a preference is specified, superior engineers are preferred (37.2%).

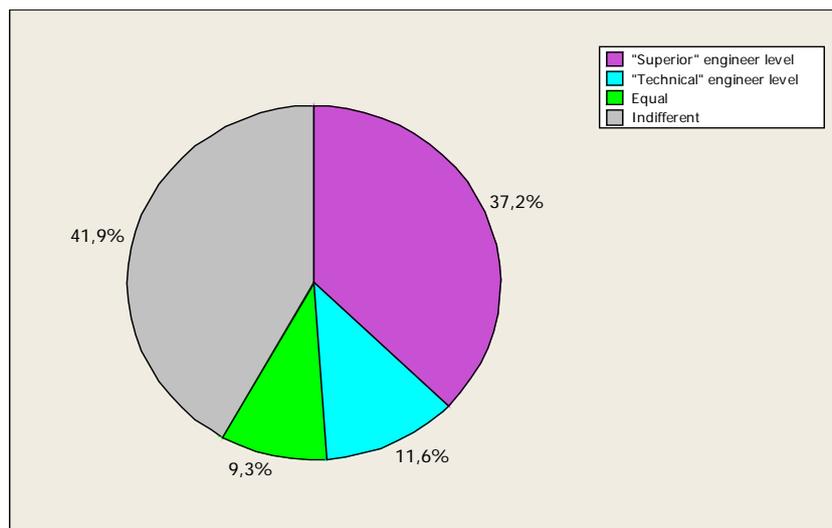


Figure 6. Preferences when hiring

The possibility of differences in recruitment preferences according to sector or the size of the company was further examined. The findings are illustrated below. Although from a statistical point of view (as ANOVA, for instance, will demonstrate), there are few notable differences (Figure 7), it is evident that employers in the Information Technologies sector tend to hire superior engineers. With regard to company size, Figure 8 shows that large companies tend to be either indifferent or employ superior engineers; medium-sized enterprises clearly prefer to employ superior engineers level staff, and the small companies display a relatively equal balance between technical and superior engineers (in the two later cases statistical significance, is difficult to determine because there are so few in the sample).

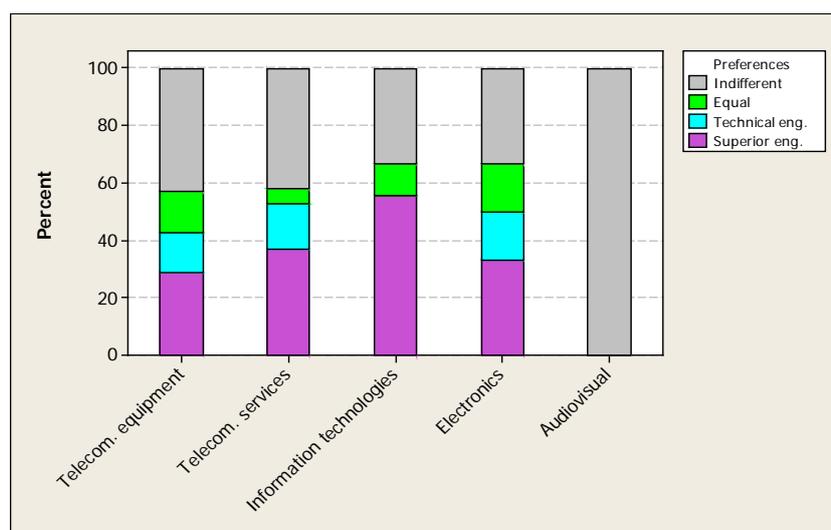


Figure 7. Preferences when hiring, by sector

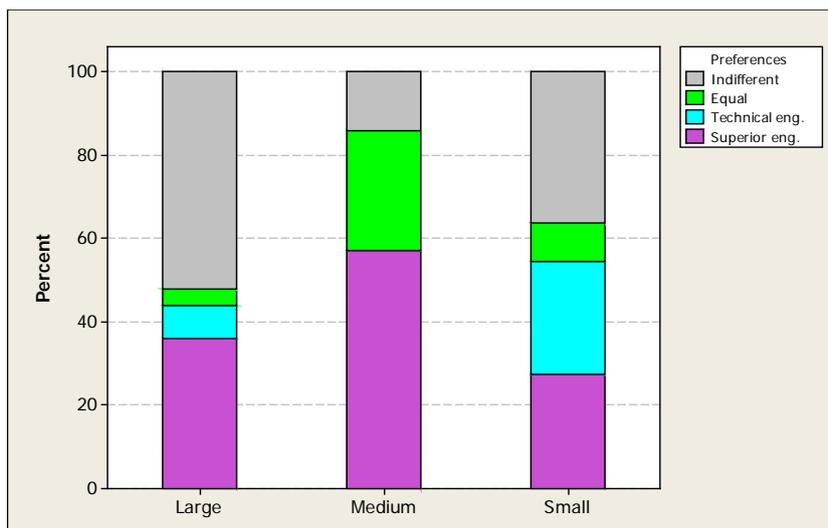


Figure 8. Preferences when hiring, by company size

To develop a more in-depth understanding of this theme, the survey included other questions, asking if postgraduate level training (what was called in Spain, superior engineers) brings added value when filling new positions. The analysis distinguished between new employees with experience and those without experience. As may be expected, affirmative responses were obtained in more than 60% of cases. However, when the person they wanted to employ already had experience, the level of their qualification was not so important (Figure 9).

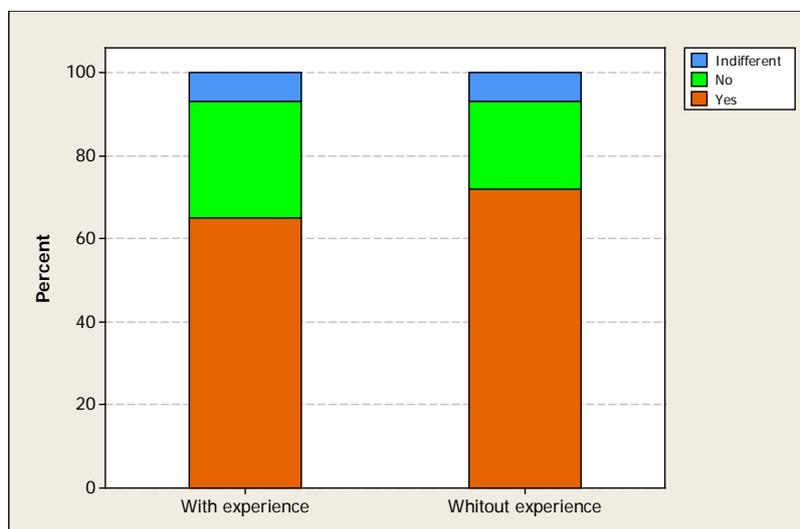


Figure 9. Added value provided by superior engineers

As with the previous topics, the potential influence of sector and the size of the company were considered. Figures 10 and 11 show the results according to those factors.

Less than half of the smaller companies predicted added value as a result of longer training, whereas most of the medium-sized organizations expected that benefit (Figure 10).

When the same characteristic is observed through sector clustering, the most striking fact is that when considering staff without experience, Electronics enterprises did not anticipate much added value from superior level training (Figure 11). As pointed out previously, the results in the audiovisual sector are not significant because very little data was collected for this category.

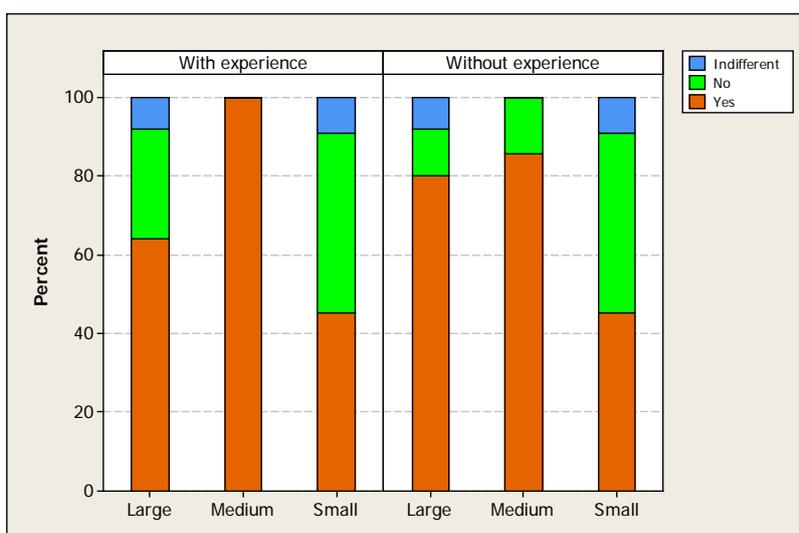


Figure 10. Added value provided by superior engineers, by company size

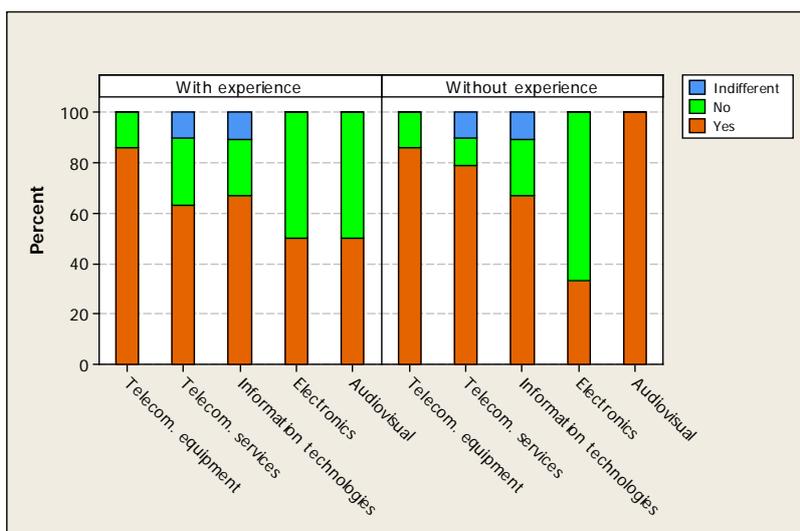


Figure 11. Added value provided by superior engineers, by sector

The final question dealt with the preferred profile for managerial positions. The results are quite clear: 83.7% of respondents preferred a superior engineer qualification; 16.3% were indifferent; and no one opted for the technical engineer level.

Clustering by size (Figure 12) does not show significant differences between the different sized companies, although, the larger the company is, the more likely they are to demand superior qualifications for managerial appointments. Neither were there significant differences when the various sectors were considered; the only fact worth mentioning was that higher level training for managers seemed less important in the Telecommunication Services (Figure 13).

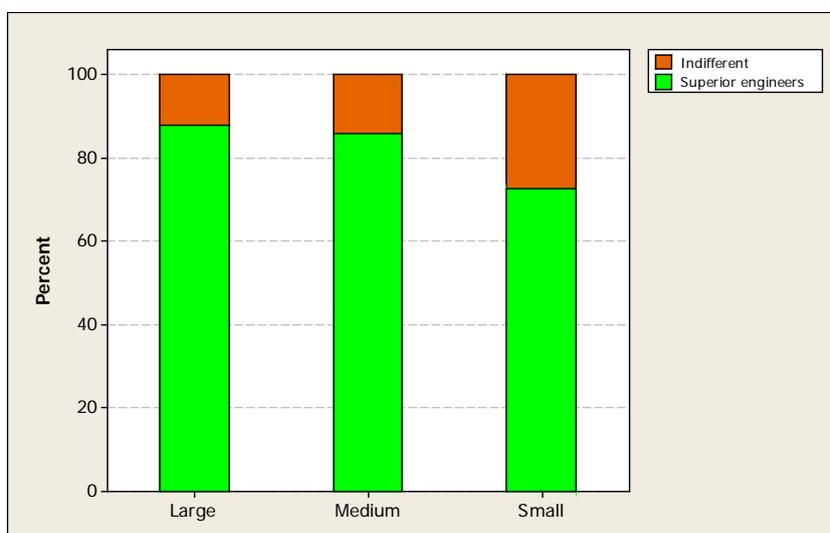


Figure 12. Managerial positions, by company size

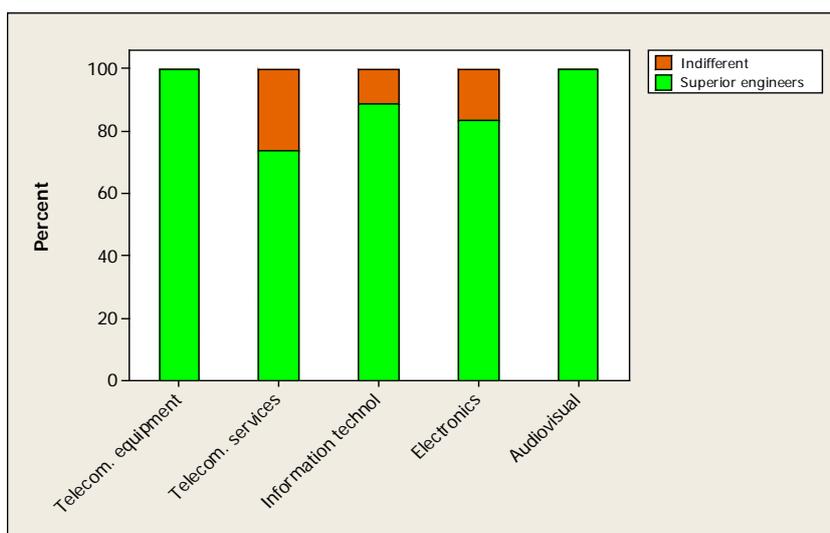


Figure 13. Managerial positions, by sector

7. Conclusions and limitations

As a first conclusion of the current research it should be noted that in terms of technological knowledge, the gap between what the industry requires and the skills graduates can offer is, in general, much smaller than the gap relating to business management skills, where differences exceeding 25% have been demonstrated. This would suggest that the Spanish ICT sector needs to improve learning in the subjects related to business management.

More specifically, it can be seen that the ICT sector highlights the necessity for expertise in telecommunication networks and Internet technologies, while the results indicate an underperformance by graduates in both subject areas. Similarly, in terms of business management skills, the sector requirements include project management, marketing and sales, and business organization, all of which have been stressed as areas where graduates have most weakness.

It is therefore important to reconsider how the University should respond to these "gaps" in knowledge, whether the gaps could be eliminated or at least reduced, and also how the first generation of graduates from the EHEA should be assessed.

By examining the results of this study in terms of the sector preferences relating to employing engineers, there are some very interesting conclusions regarding the level of qualifications. Firstly, the ICT sector expected to contract more graduates than postgraduates, which initially made sense. Small companies have a stronger tendency towards this employment practice.

Finally, a more surprising conclusion is that a significant segment of the Spanish ICT sector, specifically 51.2% of the companies surveyed, did not distinguish between professional profiles, expressed indifference, and were equally likely to employ graduates as postgraduates.

Also in the same vein, in most cases, the added value that the company expects to gain through the recruitment of postgraduate level engineers, telecommunication engineers and computer scientists, is less than at graduate level.

Lastly, the limitations of this research should be pointed out. As explained in the methodology section, this paper has presented results and conclusions which are specifically representative of the ICT sector in Spain. Furthermore, the time frame in which it was carried out coincided with closing stages, or perhaps the final phase, of an educational paradigm. Also, it should be pointed out that sample was rather

small in some sub cases and for this reason sometimes we have made a qualitative study instead a deep statistical analysis.

This article, therefore, is a timely reflection of the reality of higher education in the field of telecommunication engineering and computer sciences; a field that is perhaps no longer applicable, and fast becoming obsolete. However, it cannot be neglected, because it serves as a platform to determine and evaluate the true magnitude of the changes taking place in the Technical University of Spain and Catalonia, led by the introduction of the common European model and the implementation of the new pedagogical model associated with it. The assessment of this new system will be a research topic of the future.

References

- ABET (2007). Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. http://www.abet.org/accredited_programs.shtml, consulted: 2010-September 12th.
- AETIC; MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2009). Informe anual del sector español de electrónica, tecnologías de la información y telecomunicaciones 2008. Madrid. http://www.aetic.es/CLI_AETIC/ftpportalweb/documentos/Datos%202008_22%20abril.pdf
- AETIC; MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (2008). Informe anual del sector español de electrónica, tecnologías de la información y telecomunicaciones 2007. Madrid. <http://www.aetic.es/es/inicio/actualidad/58/contenido.aspx>
- ANECA (2005). Libro blanco sobre ingeniería de telecomunicación: documento final del Proyecto Ingeniería de Telecomunicación. Madrid p. 703. http://sestud.uv.es/varios/ope/libroblanco_telecomunicaciones.pdf
- ANECA (2004). Libro Blanco Para Los Futuros Títulos De Grado En El Ámbito De Las Tecnologías De La Información y Las Comunicaciones. http://www.epsig.uniovi.es/Academica/Planes%20de%20Estudio/teleco-calidad/aneca_teleco/Propuesta%20de%20las%20Subcomisiones.pdf
- CARRANZA, S.; SEGOVIA, M. (2005). Nuevos escenarios profesionales del ingeniero de telecomunicación (PESIT VI): informes regionales: Cataluña. http://www.coit.es/pub/ficheros/pesit_catalunya.pdf
- CARRER SPACE (2001). Perfiles de capacidades profesionales genéricas de TIC. http://www.fi.upm.es/docs/estudios/grado/901_CareerSpace-Profiles.pdf

- CASANOVAS, J.; COLOM, J.; MORLÁN, I.; PONT, A.; RIBERA, M. (2004). Libro Blanco sobre las titulaciones universitarias de informática en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior del Proyecto EICE. Madrid: ANECA, 2004, pp. 347. http://www.diic.um.es:8080/diic/eees/documentos/Libro_Blanco_EICE_v114.pdf
- CLOUGH, W. (2004). The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century, National Academy of Engineering, Washington.
- DIGIWORLD (2009). Digiworld yearbook 2008: The digital's world challenges. Montpellier: IDATE. ISBN: 978-2-84822-162-5. http://www.idate.fr/private/idate/UserFiles/File/telechargements_associes/pages/DigiWorld-Yearbook/DW2008_Eng.pdf
- DUEÑAS, J.; BURILLO, V.; RUIZ, J. (2005). PAFET 4: Perfiles profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales. http://www.coit.es/index.php?op=estudios_215
- EUROPEAN COMPUTING EDUCATION AND TRAINING. <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/ecet/index.php>, consulted 2010-September 12th.
- IEEE/ACM CURRICULA RECOMMENDATIONS. <http://www.acm.org/education/curricula.html>, consulted 2010-September 12th.
- JOINT QUALITY INITIATIVE (2004). Complete Set Dublin Descriptors. <http://www.jointquality.org/>, consulted 2010-September 12th.
- LLORENS, A.; LLINAS, X.; RAS, A.; CHIARAMONTE, L. (2010). ICT skills' gap facing Bologna Process: Industry expectations versus University preparation in Spain. *Computer Applications in Engineering Education*, May 2010. In press. <http://dx.doi.org/10.1002/cae.20467>
- MARIN-GARCIA, J.A.; GARCIA-SABATER, J.P.; PERELLO-MARIN, M.R.; CANOS-DAROS, L. (2009). Propuestas de competencias para el Ingeniero de Organización en el contexto de los nuevos planes de estudio. *Intangible Capital*, 5(4): 387-406. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.2009.v5n4.p387-406>
- MINTZBERG, H. (1984). La estructura de las organizaciones. Barcelona: Ariel, 1984, pp. 561.

Appendix A

Tic Questionnaire:

Name :

Job :

Company :

Date :

1. If we think about the recently graduated ICT engineers' technical knowledge, what are the most important needs?

Electronic Design	<input type="checkbox"/>
Programming languages	<input type="checkbox"/>
Telecommunication Networks	<input type="checkbox"/>
Internet technologies	<input type="checkbox"/>
Audiovisual and multimedia technologies	<input type="checkbox"/>
Information processing	<input type="checkbox"/>
Other (indicate):	<input type="checkbox"/>

2. If we think about the recently graduated ICT engineers' technical knowledge, what are the most important lacks?

Electronic Design	<input type="checkbox"/>
Programming languages	<input type="checkbox"/>
Telecommunication Networks	<input type="checkbox"/>
Internet technologies	<input type="checkbox"/>
Audiovisual and multimedia technologies	<input type="checkbox"/>
Information processing	<input type="checkbox"/>
Other (indicate):	<input type="checkbox"/>

3. If we think about the recently graduated ICT engineers' business knowledge, what are the most important needs?

Marketing - Commercial	<input type="checkbox"/>
Workgroup Management	<input type="checkbox"/>
Project Management	<input type="checkbox"/>
Interpreting legal rules	<input type="checkbox"/>
Economy	<input type="checkbox"/>
Business organization	<input type="checkbox"/>
Other (indicate):	<input type="checkbox"/>

4. If we think about the recently graduated ICT engineers' business knowledge, what are the most important lacks?

Marketing - Commercial	<input type="checkbox"/>
Workgroup Management	<input type="checkbox"/>
Project Management	<input type="checkbox"/>
Interpreting legal rules	<input type="checkbox"/>
Economy	<input type="checkbox"/>
Business organization	<input type="checkbox"/>
Other (indicate):	<input type="checkbox"/>

5. If your company was to hire recently graduated ICT engineers, which would be, approximately, the proportion of superior engineers (5 years of training) and technical engineers (3 years of training)?

More superior engineers (5 years) than technical engineers	<input type="checkbox"/>
More technical engineers (3 years) than superior engineers	<input type="checkbox"/>
Indifferent	<input type="checkbox"/>

6. Do you consider that the training received in superior engineering degrees, compared to the training in technical engineering, adds value to the company when hiring 'recent' graduates in the ICT sector?

Yes	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

7. Do you consider the training received in the superior engineering degrees, compared to technical engineering, add value to the company when hiring 'experienced' graduates in the ICT sector?

Yes	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

8. If we talk about managerial positions, what would be the best profile?

Superior Engineers (5 years):	<input type="checkbox"/>
Technical Engineers (3 years):	<input type="checkbox"/>
Indifferent or you do not care:	<input type="checkbox"/>

Intangible Capital, 2011 (www.intangiblecapital.org)



Article's contents are provided on a Attribution-Non Commercial 3.0 Creative commons license. Readers are allowed to copy, distribute and communicate article's contents, provided the author's and Intangible Capital journal's names are included. It must not be used for commercial purposes. To see the complete licence contents, please visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/>