

# Informática y telecomunicación: el acicate de la sobrenota

Germán Santos Boada, Josep Solé Pareta  
Departamento de Arquitectura de Computadores  
Universidad Politécnica de Cataluña  
Campus Nord, mòdul D6  
C/Jordi Girona Salgado s/n, Barcelona 08034  
german@ac.upc.edu, pareta@ac.upc.edu

## Resumen

En el plan de estudios de Ingeniería Informática de la Facultad de Informática, de la Universidad Politécnica de Cataluña, hay una asignatura denominada *Servicios Públicos de Datos* (SPD) que es un puente entre la Informática y las Telecomunicaciones, en la que se estudian conceptos de redes de telecomunicación que van a ser de gran utilidad para los futuros ingenieros en informática.

La asignatura está concebida como semestral e implementa desde hace algún tiempo un sistema de evaluación basado en el concepto de sobrenota que se ha mostrado como un método eficaz para encontrar la complicidad del estudiante en su evaluación, aspecto considerado de alto interés en el Espacio Europeo de Enseñanza Universitaria.

En la presente ponencia, se desarrolla la metodología y el contenido de la asignatura, y se analiza la importancia de facilitar al estudiante su implicación personal en una materia, las redes de telecomunicación, que en la mayoría de los casos resulta poco atractiva para el informático, pero que se ha convertido en un complemento muy importante para sus posibilidades de empleo.

## 1. Introducción

Lo fundamental para los profesionales de la Informática es disponer de las competencias propias de las tecnologías de la computación, tanto a nivel hardware como software, y desarrollar su inteligencia en busca de los procesos lógicos aptos para tal fin. Pero para ellos, lo accesorio, es que vivimos definitivamente en un mundo conectado, en el cual las telecomunicaciones (otra rama de la tecnología compleja en sí misma), forman parte del entramado tecnológico que permite transmitir a distancia todos los datos informáticos. Esta misma idea se puede extrapolar a los profesionales de las

telecomunicaciones, los cuales invierten su enfoque en cuanto a lo fundamental y lo accesorio respecto a los informáticos. Existe una simbiosis clara entre estas dos actividades profesionales y se produce una sinergia entre ellas que hacen confluir la informática y las telecomunicaciones en las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

*¿Podemos diferenciar una red de telecomunicación de telefonía de una red de datos informáticos?*

Seguramente podríamos contestar, que en poco tiempo será que no. Los alumnos de SPD lo saben al iniciar el curso, ya que por ejemplo, los primeros días estudian las bases de transmisión del sonido por las redes de forma que éste puede ser descompuesto en unidades básicas, fonemas, que se pueden almacenar debidamente clasificados en fonotecas, y que es suficiente con enviar la codificación digital de cada fonema para que el receptor se encargue de reproducirlo, acudiendo a la fonoteca común, y decodificar su significado sonoro. Los estudiantes saben que lo que estamos transmitiendo son datos digitales codificados sobre una red de telecomunicación que transmite bits. En este entorno las redes de telecomunicación son en realidad redes informáticas de gran alcance. A partir de este momento saben que van a analizar unos soportes de comunicaciones, que aunque antaño fueran estrictamente de telecomunicaciones analógicas y pensadas para soportar voz y datos, hoy son verdaderos troncales pensados para transmitir bits informáticos, y que las redes en sí, son dispositivos informáticos distribuidos. Estas redes son para ellos, informáticos, algo accesorio. En muchos casos los estudiantes llegan a la asignatura reacios, sin demasiado interés, considerándola un mal necesario para el currículo.

Ante este panorama, es necesario motivar a los estudiantes para que se convenzan de que las materias que van a estudiar van a ser una herramienta muy importante para su posterior desarrollo profesional.

La asignatura *Servicios Públicos de Datos (SPD)*, optativa en los planes de estudios de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática de Sistemas e Ingeniería Técnica Informática de Gestión, proporciona a los estudiantes los conocimientos necesarios para entender el funcionamiento y los protocolos de comunicaciones de las redes de acceso a Internet, de las redes troncales de las operadoras de telecomunicaciones soporte de Internet, y de las redes de área metropolitana. Incluso se inician en las tecnologías ópticas, base para futuros trabajos de proyectos final de carrera o de investigación más avanzada en aspectos relacionados con la calidad de servicio.

## 2. Estructura de la asignatura Servicios Públicos de Datos (SPD)

Servicios Públicos de Datos (SPD) es una asignatura opcional, con teoría y problemas, dentro del plan de estudios en ingeniería informática de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña, con periodicidad semestral, y forma parte del conjunto de asignaturas englobadas en el grupo de redes. Del cuerpo central de las asignaturas obligatorias de Redes de Computadores (XC)<sup>1</sup> y Proyectos de Redes de Computadores (PXC) ambas enfocadas a los protocolos de Internet, aplicaciones distribuidas y a las redes de Área Local, cuelgan como optativas las asignaturas de Protocolos Interactivos y Multimedia (PIAM) y Servicios Públicos de Datos (SPD). - Figura 1-. Esta última, es dentro de ellas, la que estudia los niveles más bajos en configuración de las redes y por tanto la que analiza con detalle la estructura de las redes de telecomunicación de gran alcance. Es la más cercana al concepto de las tecnologías que se estudian en ingeniería de telecomunicación.

El programa de la asignatura SPD analiza los aspectos físicos y los protocolos de comunicaciones de las redes de datos que permiten la interoperabilidad de los sistemas

informáticos a distancias superiores a los centenares de metros. No considera ni las problemáticas de comunicación de sistemas multiprocesadores ni de las redes de área local.

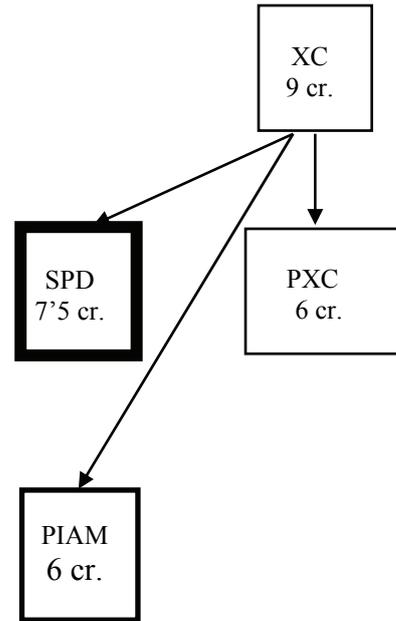


Figura 1. Asignaturas de redes de computadores

Para ello en primer lugar se estudian una serie de conceptos previos como la regulación comunitaria de las redes públicas de datos, se analiza el modelo de interconexión de sistemas abiertos que permite definir de forma abstracta los conceptos de protocolo de comunicaciones entre sistemas informáticos y el concepto de interconexión mecánica, eléctrica y funcional (interface) a cualquier nivel, el análisis frecuencial de señales, los sistemas de modulación digital y las técnicas de uso compartido de medios de transmisión comunes (MUX). También se estudia la digitalización de la voz y los interfaces físicos normalizados.

Se inicia el estudio de las Redes de telecomunicación públicas (WANs) analizando las redes telefónicas para transmisión de datos o red digital de Servicios Integrados (ISDN), las redes especializadas para la transmisión de datos (Frame Relay), y las tecnologías actualmente residentes en las redes troncales, núcleo de las operadoras de

<sup>1</sup> En catalán "Xarxes de Computadors" ( XC )

telecomunicaciones, para transmitir datos (ATM i SDH). Se continúa con el concepto de redes de acceso a la Internet pública: a través de las redes domóticas en el hogar (USB, IEEE 1392, X10, PLC), a través de redes telefónicas (ADSL), de televisión por cable (HFC) y de fibra óptica (FTTH), y a través del aire y sin hilos para entornos pequeños (WIFI), de telefonía móvil (GPRS, UMTS) e inalámbricas de media distancia (WIMAX). Y se finaliza con las redes troncales de operación pública de redes de datos basadas en el protocolo IP de Internet sobre redes de señales eléctricas y ópticas: Internet sobre troncal IP/ATM, IP/SDH, IP/WDM, Redes multiprotocolo MPLS y Redes de área metropolitana (RPR y Gigabitethernet).

### 3. El espacio común europeo de enseñanza universitaria (EEES) y SPD

Desde el año 2004 el Libro Blanco sobre las titulaciones universitarias de Informática en el nuevo espacio europeo de educación superior (EEES), dentro del Proyecto EICE, especifica entre otros aspectos fundamentales, la situación actual de las diversas universidades españolas y su nivel de adaptación al nuevo EEES en los estudios superiores de informática, haciendo todo tipo de recomendaciones para una rápida y eficaz integración al nuevo sistema abriendo líneas de actuaciones adecuadas.

Por otro lado el EEES especifica las bases de los cambios trascendentales en la educación universitaria relacionados con titulaciones y planes de estudios armonizados en Europa, con modificaciones en la estructura de los estudios y sus duraciones buscando un conjunto de instrumentos comunes a nivel europeo que permitan el análisis de la oferta y de los resultados de los programas universitarios, la movilidad dentro del sistema, y una mayor visibilidad exterior, y finalmente, con el cambio de la estructura de créditos actual basada en horas de clase, pasando a un sistema de créditos basados en las competencias que los estudiantes sean capaces de adquirir, denominados European Credits Transfer System (ECTS). [2]

Pero además de lo que son cambios de forma administrativa y formal de las titulaciones oficiales, existe un gran trasfondo de cambio del paradigma de la docencia magistral actual, en el

que el profesor enseña y es el centro del acto profesional de transmisión de conocimientos, a otro modelo en el que el núcleo vital es el estudiante, el cual aprende en la universidad a aprender, y el profesor se convierte en una herramienta más para conseguirlo, produciéndose un desplazamiento del centro de gravedad del profesor al alumno, tal como queda reflejado en la valoración de los créditos ECTS.

Actualmente la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña, y por medio del ICE (Instituto de Ciencias de la Educación), está desarrollando actividades tendentes a actualizar el paradigma de enseñanza por parte del profesorado, y a modificar la estructura de las asignaturas y la formalización de créditos para adaptarse al EEES.

Con anterioridad a este proceso, y desde el curso 2003-2004, se han introducido en la asignatura SPD algunas experiencias que persiguen iniciar la adaptación del desarrollo de la asignatura al nuevo marco del EEES, pero manteniendo todavía el paradigma docente actual. No se han redactado objetivos con formulación jerárquica multinivel [5] ni se ha aplicado la taxonomía de Bloom [6], no se ha programado la asignatura centrándose en el aprendizaje siguiendo el método Pigmalión [1] no se ha realizado el aprendizaje cooperativo con el trabajo en grupo, y no se ha establecido un procedimiento de evaluación consecuencia de todo lo anterior [1], pero, tratando de profundizar en la experiencia de acercar el modelo del nuevo paradigma lo más posible al estudiante se ha buscado motivarlo para conseguir ese interés por la asignatura que inicialmente se consideraba pobre.

Para ello se ha estado utilizando una metodología de *complicidad*, con un *modelo docente compartido* entre profesor y estudiante. Los estudiantes disponen desde el primer día de clase, y conforme al ritmo de avance en el programa de la asignatura, de la documentación del contenido del programa que se va a estudiar en los próximos días. El formato es de transparencia documentada, autosuficiente en sí misma para su comprensión aunque elaborada en forma esquemática, proviniendo de la bibliografía especificada en el programa de la asignatura.

El profesor introduce los temas con un método expositivo y siguiendo estrictamente la documentación, sin añadidos ni saltos, pero

utilizando lo menos posible la pizarra, estableciendo un diálogo con los estudiantes para que sean ellos mismos los que vayan desarrollando sus notas sobre la documentación que les va a servir como base de estudio.

La metodología de explicación del profesor busca la máxima interactividad entre estudiantes, tanto entre ellos como con el profesor, intentando encontrar la participación del estudiante, en base a tres conceptos:

*El ejemplo.*

Las redes de telecomunicación y la informática forman parte del panorama vital de todos los estudiantes, tanto por sus estudios como por su vida social. Existen en todos los casos infinidad de ejemplos que permiten al estudiante relacionar lo que está aprendiendo con sus experiencias, que le van a permitir reflexionar sobre los conocimientos que está adquiriendo.

Un ejemplo: Para explicar el caso de la transmisión de la voz digitalizada con el modelo de fonemas indicado al principio de esta ponencia, se puede analizar el ejemplo del funcionamiento del teléfono convencional de casa ( tanto sobre red telefónica como sobre red de cable ) y se compara con las experiencias que muchos estudiantes pueden haber tenido con la telefonía IP. Algún estudiante podrá explicar cómo cree que funciona la telefonía convencional y algún otro la telefonía IP. Siempre habrá alguno que conoce algo sobre cómo se envía la voz en la telefonía móvil. El profesor corrige aclarando, y como última alternativa explica él el ejemplo.

*El caso de estudio.*

Difícil es el día que en los medios de comunicación social no hay alguna referencia importante sobre el mundo de la Sociedad de la Información, sobre los avatares de la liberalización de las telecomunicaciones, sobre la regulación que afecta a las operadoras de redes o sobre los movimientos de capitales relacionados con el sector. Los casos de estudio sobre todo ello enriquece de forma importante el conocimiento y asienta los conocimientos adquiridos.

Un caso: Un ordenador transmite un fichero de 1 Kbyte con una conexión ADSL, cuánto tiempo.... Surge inmediatamente la duda de si 1

Kbyte es 1000 bytes o 1024 bytes. El caso que los estudiantes no olvidarán es el que explica que en EEUU, hay una demanda judicial pendiente por resolver contra algunos fabricantes de hardware, por la que se les acusa de que la capacidad de almacenamiento que informan en sus productos no coincide con la realidad. Sabrán para siempre que no hay unanimidad en la forma de indicar este dato.

Otro caso: En las redes telefónicas, los sistemas de señalización analógicos internacionales de redes dentro de banda vocal, utilizaban señales multifrecuencia o tonos para indicar sus operaciones. Uno de estos sistemas no funcionaba siempre bien en Cataluña. Cuando el usuario llamado descolgaba y contestaba se cortaba la comunicación. Al final se supo que la frecuencias de señalización que correspondían a "usuario llamado ha colgado" coincidían con "diguí diguí" (diga diga en catalán). Por supuesto esto no pasaba con los modems que no hablan en catalán. El caso consolida el concepto de la señalización digital entre los estudiantes.

*Los problemas y la participación.*

La asignatura estudia redes de cable, redes ADSL, modems, todo ello conceptos que los estudiantes pueden manejar en su vida cotidiana. El profesor busca constantemente en los problemas de la asignatura aquellos aspectos que pueden ser familiares a los alumnos para generar polémica o incluso discrepancias que puedan ser analizadas en clase conforme se va avanzando en el programa de desarrollo de problemas. Muchos de ellos empiezan "Una empresa quiere conectar su red de área local...", o "una persona tiene en su domicilio una línea ADSL y desea transmitir un fichero a velocidad de pico...".

Un problema: Al estudiar ADSL, se incide en la tecnología ATM como soporte del protocolo de comunicación entre el usuario y la red. Un estudiante detecta que en el modem ADSL de su casa, el operador que le da servicio asigna un protocolo que en su configuración aparece una elección entre A y E. Tiene elegido E y cree que entonces no funciona sobre ATM (A) tal como ha asimilado en clase. El estudiante comparte esta reflexión con los demás y efectivamente tiene razón. Eso da pie a que el profesor ponga en común la evolución que están siguiendo las

operadoras de telecomunicaciones en el acceso ADSL hacia soluciones Ethernet (E).

#### 4. Modelo de evaluación flexible. La sobrenota

La asignatura presenta un modelo de evaluación basado en el examen. El examen sigue siendo la base fundamental por la que el estudiante superará la asignatura, pero matizado con la adquisición de competencias.

En primer lugar existe evaluación continuada con dos controles equidistantemente ubicados en el periodo lectivo semestral y un examen final. Es suficiente que el estudiante apruebe la media de los dos controles para superar la asignatura, y en cualquier caso, el examen final queda para subir nota o para conseguir el aprobado.

$Nota = [Máximo \{Nota \text{ media controles}, Nota \text{ examen final}\}] + Nota \text{ trabajo}$

Los exámenes están basados en la documentación base de la asignatura y en los objetivos de aprendizaje, discutidos en clase, y no en la bibliografía adicional, y se permite la utilización de cualquier libro, apuntes o documentación en los mismos.

Buscando la mayor implicación del alumno en el proceso de evaluación, con el fin de hacer más atractiva la asignatura, y con el objetivo de que aquellos estudiantes verdaderamente interesados de por sí, o aquellos a los que se les ha transmitido y les ha llegado la importancia de la materia en su futuro profesional, se ha creado el concepto de *sobrenota*. Además del máximo de puntuación de hasta diez como resultado de los exámenes parciales o del final, los estudiantes pueden añadir a su nota final, independientemente de cuál sea ésta, una nota adicional, que llegado el caso incluso les puede permitir aprobar la asignatura. Esta nota suplementaria la pueden conseguir con un esfuerzo dirigido, el cual supone una adquisición de competencias en base a un trabajo especial relacionado con la asignatura.

##### *Trabajo voluntario adicional*

Los estudiantes, después del primer mes de clase, tienen la posibilidad de desarrollar un trabajo voluntario relacionado con la asignatura. El

objetivo del trabajo es que el alumno adquiera alguna competencia especial sobre los objetivos de la asignatura, considerándolo como un complemento al programa de la misma. -Figura 2-

Es el propio alumno el que elige el tema con la única condición de que sea un complemento al programa oficial y por tanto no conste en la documentación de la asignatura o que en cualquier caso sea una profundización de los temas tratados en clase. En función de sus inquietudes, el estudiante presenta al profesor durante el segundo mes el índice de la actividad que desea desarrollar.

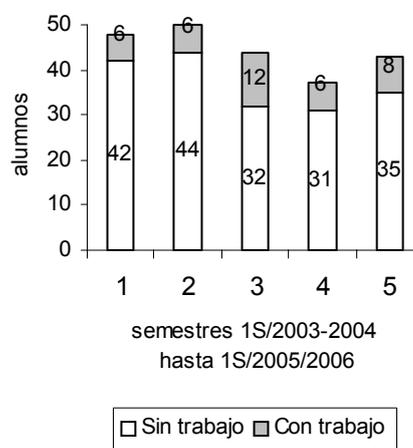


Figura 2. Alumnos con trabajo voluntario

El profesor lo valida y a partir de su aprobación inicia un proceso de tutoría, facilitándole la obtención de información y la síntesis de la misma. El resultado final ha de ser un documento de un máximo de 30 transparencias, con figuras y notas explicativas. El objetivo es que el estudiante lea mucho y escriba muy poco, es decir, incentivar la capacidad de abstracción y de recogida de referencias bibliográficas.

Finalmente el trabajo se entrega antes del examen final, y debe prepararse para que el alumno pudiera presentarlo públicamente si fuera preciso, siendo el profesor el que lo evalúa con la posibilidad de una entrevista con el estudiante.

Es de destacar que los estudiantes han de decidir realizar el trabajo voluntario antes de saber si van a tener dificultades en aprobar la asignatura en función de los resultados de los controles o del seguimiento de la misma, por lo que se intuye un

alto grado de interés en el tema por parte de aquellos que deciden hacerlo. Los resultados desde la aplicación de este método han sido esperanzadores. Los estudiantes se implican seriamente en el tema elegido, y generalmente se centran en aspectos del mercado de redes de datos, por lo que acuden con frecuencia a empresas y operadores para la obtención de información. Ver tabla 1.

Temas elegidos	Cantidad
Bluetooth	6
Power Line Communications (PLC)	6
MPLS generalizado (GMPLS)	2
Protocolos UMTS	2
Redes Ópticas	3
Protocolos MAN (RPR)	2
USB	4
IEEE1394	2
Seguridad WIFI	5
Televisión Digital Terrestre (TDT)	4
Redes Vídeo sobre IP	2

Tabla 1. Temas elegidos como trabajo voluntario

Frases como “he aprendido mucho desarrollando el trabajo”, “nunca hubiera pensado que resultara tan fácil asimilar algo tan complejo”, “me matriculé a la asignatura por error y después de ver su evolución me he dado cuenta de la importancia de las redes en mi futuro y además he profundizado en un tema que me ha gustado” son el reflejo de los objetivos conseguidos. La sobrenota ha hecho que aumente el interés, no sólo por el incremento de la posibilidad de aprobar, sino por la posibilidad de adquirir una competencia no reglada de interés para el estudiante.

##### **5. Las telecomunicaciones: ¿son realmente accesorias para el ingeniero informático?**

Volviendo al hilo conductor de la introducción de la presente ponencia, y como aspecto final de la misma, se ha intentado estudiar la importancia en la empleabilidad futura de los ingenieros informáticos, de los conocimientos en redes de telecomunicación, basándonos en los grados de

penetración de estos profesionales en empresas de telecomunicaciones.

El estudio “Perfiles Profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales” [4] analiza los perfiles profesionales requeridos y la formación necesaria para cumplimentar las nuevas necesidades en TIC. En relación a este estudio la Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC) manifiesta que “nunca ha sido más perentorio que ahora la adaptación de todos los perfiles profesionales al uso inteligente y creativo de las TIC”. Este estudio se enmarca en la Propuesta de Acciones para la Formación de Profesionales de Electrónica, Informática y Telecomunicaciones y es el cuarto de una serie de informes que tratan de profundizar en las necesidades de empleo tecnológico y en la evolución de los perfiles profesionales. Las conclusiones son muy elocuentes: se requieren especialistas informáticos, en telecomunicaciones y telemáticos: las telecomunicaciones van a desempeñar un papel fundamental en la informática y viceversa.

Por otro lado el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de España ha publicado las características del empleo de sus profesionales. En el caso de Cataluña el 67 % trabajan en el sector TIC, donde el 24.5 % lo hacen en empresas operadoras de telecomunicaciones, el 21 % en consultoría TIC, el 12 % en empresas proveedoras de servicios TIC y el 11 % en empresas proveedoras y de servicios informáticos [3].

El Colegio Oficial de Ingenieros Informáticos de Cataluña indica que no dispone de información estadísticamente fiable sobre la participación laboral de ingenieros informáticos en empresas de telecomunicaciones, pero afirma que “es bastante complicado intentar delimitar las empresas y organismos del sector de las telecomunicaciones ya que normalmente hablamos del sector de las TIC que es un concepto más amplio”.

##### **6. Conclusiones**

Los Colegios Oficiales Profesionales de Informática y Telecomunicaciones coinciden en la importancia del sector de las TIC para la empleabilidad de sus profesionales. Esto indica que ambos van a convivir en el mundo profesional

de una forma muy estrecha. Una buena formación de los ingenieros informáticos en redes de datos y telecomunicación supondrá una garantía de desarrollo profesional en el sector de las TIC.

Con el fin de mejorar la adquisición de conocimientos relacionados con redes de datos para los ingenieros informáticos, la asignatura Servicios Públicos de Datos (SPD) de la Universidad Politécnica de Cataluña hace de puente entre la informática y las telecomunicaciones. Para hacer más atractiva la asignatura, se ha incorporado un sistema de docencia participativo entre profesores y alumnos y un sistema de evaluación continuado complementado con el acicate de la sobrenota, que ha resultado ser un mecanismo muy eficaz para desarrollar competencias adicionales a aquellos estudiantes más motivados.

La asignatura no ha sido preparada hasta el momento siguiendo las pautas que sugiere el EEES en el cambio de paradigma educativo con la introducción de la enseñanza cooperativa, pero la experiencia participativa permite acercar y mentalizar a los estudiantes sobre la importancia de las telecomunicaciones en su devenir profesional informático.

## Referencias

- [1] Bloc Bàsic de Formació per l'EEES. Institut de Ciències de l'Educació (ICE). UPC 2006.
- [2] Casanovas, Josep et al.. *Los estudios de informática y la convergencia europea*. ANECA. Libro Blanco sobre las titulaciones de informática en el EEES. 2004.
- [3] Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de España. *Estudio PESIT VI*. Diciembre 2005.
- [4] Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. *Perfiles Profesionales TIC para la implantación de servicios y contenidos digitales (PAFET IV 2005)*., Noviembre 2005.
- [5] Navarro, Juan J. et al.. *Formulación de los objetivos de una asignatura en tres niveles jerárquicos*. Departamento de Arquitectura de Computadores. UPC 2005.
- [6] Valero, Miguel y Navarro, Juan J. *Niveles de Competencia de los Objetivos Formativos en Ingeniería*. Departamento de Arquitectura de Computadores. UPC 2005.

