

# Objetivos formativos del primer curso de las ingenierías informáticas y estrategias docentes relacionadas

Fermín Sánchez Carracedo  
Dept. de Arquitectura de Computadors  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Campus Nord, c/Jordi Girona 1-3, Mòdul D6  
08034 Barcelona  
Tel: 93 4017234, Fax: 93 4017055  
e-mail: fermin@ac.upc.edu

Ricard Gavaldà Mestre  
Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Campus Nord, c/Jordi Girona 1-3, Edifici Omega  
08034 Barcelona  
Tel: 93 4017294, Fax: 93 4017014  
e-mail: gavaldada@lsi.upc.edu

## Resumen

En este artículo se expone una propuesta de objetivos formativos para el primer curso de las titulaciones universitarias de informática y se define un conjunto de estrategias docentes para conseguirlos. Los objetivos formativos se han clasificado en tres grupos: (i) *contenidos técnicos*, (ii) *capacidades y aptitudes* y (iii) *actitudes, valores y normas*. El artículo se centra en los objetivos relativos a capacidades y aptitudes, en particular en aquéllos que pueden comenzar a conseguirse ya desde el primer curso, y describe algunas estrategias docentes que contribuyen a alcanzar dichos objetivos.

## 1. Introducción

La universidad española está tomando conciencia de una verdad aceptada desde hace ya tiempo en otros niveles del sistema educativo: el protagonista del proceso de aprendizaje es el alumno y la tarea del profesor es facilitar este proceso, no ser su centro. Así, los *objetivos formativos* de un proceso de aprendizaje deben expresar claramente qué debe haber aprendido el alumno al terminar dicho proceso. La tarea del profesor (y de la universidad) es poner los medios para que el alumno alcance estos objetivos.

La definición precisa de objetivos formativos es un paso crucial en todo proceso de aprendizaje, sea cual sea su ámbito (una clase, una asignatura, un curso o una titulación entera).

En este artículo se describe el trabajo realizado por un grupo de profesores de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) para definir los objetivos formativos del primer curso

de la Ingeniería en Informática y las Ingenierías Técnicas en Informática. Consideramos que estos objetivos son también válidos para el primer curso de la ingeniería informática en la futura titulación de Grado. El artículo se centra en los objetivos relacionados con la adquisición de capacidades y aptitudes, más que en los relacionados con la adquisición de conocimientos técnicos.

Algunas asignaturas del primer curso de la FIB habían definido anteriormente sus propios objetivos formativos, pero nunca se habían definido objetivos globales para el curso completo. De hecho, creemos que es una iniciativa pionera en este sentido.

Tener una definición conjunta de objetivos para el primer curso es interesante porque:

- El primer curso universitario representa un cambio importante para los estudiantes, tanto en el grado de exigencia como en el método de trabajo. Es fundamental que el estudiante sepa qué se espera de él.
- En el primer curso se ponen las bases, tanto a nivel conceptual como procedimental, para asimilar el resto de la carrera. Las distintas asignaturas deben trabajar con los contenidos y procedimientos de una manera coherente.
- Los objetivos del curso son algo más que la suma de los objetivos de las asignaturas. Para tener una coherencia global, lo lógico es diseñar primero los objetivos del curso y, a partir de ellos, diseñar los propios de cada asignatura (y no al revés, cómo suele hacerse).

Este artículo se basa en un trabajo desarrollado por los profesores responsables de las nueve asignaturas de primer curso de la FIB (entre los cuales se cuenta el primer autor) y el jefe de estudios del primer curso (el segundo autor) desde noviembre de 2000 hasta julio de 2002. El documento resultado del trabajo puede encontrarse

en [1]. Para elaborarlo, se contó con la experiencia docente en primer curso de los propios autores, con las opiniones recogidas –explícitamente– de otros profesores (de primer curso y de cursos superiores) y con distintos documentos en que se definen objetivos formativos para carreras afines a la ingeniería informática [2,3].

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: en la Sección 2 se exponen las ventajas de tener objetivos formativos bien formulados en cualquier proceso de aprendizaje y se describe la taxonomía de Bloom para clasificar los distintos niveles de competencia; en la Sección 3 se clasifican los objetivos en tres grupos, se explica brevemente cada grupo y se detallan los objetivos de dos de los grupos (*capacidades y aptitudes* y *actitudes, valores y normas*), tanto para el primer curso como para toda la ingeniería informática; la Sección 4 explica algunas estrategias docentes para empezar a conseguir, ya en el primer curso, los objetivos de tipo *capacidades y aptitudes*, y la Sección 5 concluye el artículo.

## 2. La importancia de los objetivos formativos y algunos antecedentes

La definición de los objetivos de una asignatura es una herramienta fundamental para determinar el nivel de profundidad al que debe impartirse cada tema y qué deben saber los alumnos sobre ese tema. A partir de los objetivos deben elaborarse los contenidos, definir la metodología y estrategias docentes más apropiadas para cada tema y establecer los métodos de evaluación más adecuados. La definición de objetivos facilita, además, la coordinación entre asignaturas.

La definición del Espacio Europeo de Educación Superior supondrá grandes cambios en las nuevas titulaciones de informática [8]. Las recomendaciones de la Unión Europea para diseñar las nuevas titulaciones, que deben estar en funcionamiento antes de 2010, parten de la definición de las competencias que debe adquirir un alumno en cada carrera para llegar a una definición de objetivos y, a partir de ellos, diseñar los contenidos de las asignaturas.

De todos los esquemas propuestos en la literatura para clasificar los objetivos formativos, el más extendido es la taxonomía de Bloom [4]. En esta taxonomía se distinguen seis niveles. A continuación se detalla lo que se espera del

alumno (qué debe ser capaz de hacer) para cada uno de los niveles:

- *Conocimiento*: recordar y reproducir información previamente suministrada.
- *Comprensión*: interpretar los conocimientos adquiridos y extraer conclusiones propias.
- *Aplicación*: utilizar los conocimientos adquiridos para resolver problemas reales (de complejidad media).
- *Análisis*: modelar y explicar sistemas o procesos usando conocimientos adquiridos.
- *Síntesis*: formular y aplicar modelos para resolver una situación compleja.
- *Evaluación*: emitir un juicio crítico sobre la validez de un modelo o una solución a un problema determinado.

Tanto ACM como IEEE [2,3] consideran que el nivel de competencia que debe alcanzar un ingeniero es el nivel de *Aplicación* y, en algunas materias, el de *Análisis*. Los niveles de *Síntesis* y *Evaluación* pertenecen al ámbito del doctorado.

Bloom trabajaba en el contexto de las humanidades, y aplicar su taxonomía en una titulación técnica no es tarea sencilla. La Universidad de Pittsburgh actualizó esta taxonomía en el año 2000 para diferentes campos de la ciencia y la ingeniería [5]. En el contexto de la informática, existen dos trabajos recientes. En [6] se describe un esquema de definición de objetivos basado en tres niveles jerárquicos. Un primer nivel de objetivos asignados por el centro a los departamentos, un segundo nivel de objetivos que los departamentos encargan a sus profesores y un tercer nivel de objetivos que los profesores exigen a sus alumnos. La formulación es jerárquica porque a cada objetivo de un nivel determinado le corresponden uno o varios objetivos del nivel inmediatamente inferior. En [7] se presenta una definición de objetivos basada en competencias profesionales, coherente con las ideas presentadas en [4]. Se redefine la taxonomía de Bloom, adaptándola a la ingeniería informática, y para cada uno de los niveles de competencia se detallan las capacidades que deben adquirir los alumnos y las habilidades que deben desarrollar.

## 3. Clasificación de objetivos formativos

La taxonomía de Bloom [4] distingue básicamente dos clases de objetivos: *generales* y *específicos*. Los objetivos generales tienen una granularidad

mucho más gruesa que los específicos y hacen referencia a capacidades que el alumno debe desarrollar de forma genérica. Los objetivos específicos, por el contrario, detallan de forma precisa los conocimientos y aptitudes que el alumno debe adquirir en un tema determinado.

En otros contextos educativos se distinguen tres tipos de objetivos: (i) *cognitivos*, (ii) *procedimentales* y (iii) *referentes a actitudes, valores y normas*. En este artículo clasificaremos los objetivos en tres grupos:

- *Relacionados con los contenidos técnicos de la carrera*: referidos al ámbito propio de la titulación (la ingeniería informática). En este grupo hay tanto objetivos *cognitivos* (por ejemplo, “el estudiante debe conocer el concepto de variable en un lenguaje de programación”) como *procedimentales* (por ejemplo, “el estudiante debe ser capaz de diseñar un circuito sumador a partir de puertas lógicas elementales”).
- *Relacionados con capacidades y aptitudes*: hacen referencia a capacidades generales, no ligadas a conceptos técnicos de la carrera, necesarias para un estudiante de ingeniería informática y posiblemente de muchas otras carreras. Por ejemplo, “el estudiante debe adquirir la capacidad de organizar su tiempo” o “el estudiante debe adquirir la capacidad de estudiar a partir de distintas fuentes de información”.
- *Relacionados con actitudes, valores y normas*: se refieren a la disposición personal del estudiante con respecto a la sociedad. Por ejemplo, “el estudiante debe aceptar y seguir las normas de integridad académica que fije la universidad”.

La clasificación en estas tres categorías permite presentar conjuntamente los objetivos *cognitivos* y *procedimentales* en el grupo de *contenidos técnicos*.

Los objetivos citados en la documentación consultada tienen un ámbito distinto del que se pretendía definir (el primer curso). O bien se refieren a una titulación completa (son mucho más ambiciosos) o a un tipo de conocimiento técnico muy concreto que abarca varias asignaturas monográficas de distintos cursos (por ejemplo, “la enseñanza de la programación”).

En la mayoría de los casos, los objetivos formulados para asignaturas individuales suelen concentrarse exclusivamente en la categoría

“contenidos técnicos propios de la informática”. Es más, incluso dentro de los objetivos de tipo técnico, en muchas fuentes se recogen únicamente los que son de tipo *cognitivo* y se olvidan los (importantísimos) objetivos *procedimentales*.

Los autores no han encontrado ninguna fuente que haga explícitos aquellos objetivos relacionados con *capacidades* y *aptitudes* o referentes a *actitudes, valores y normas* que serían deseables para un primer curso de una carrera técnica. Sin embargo, es una opinión muy extendida que el fracaso universitario se explica más por deficiencias en *capacidades, aptitudes y actitudes* que por deficiencias en conocimientos iniciales. Por tanto, las principales aportaciones de este trabajo son:

- Citar explícitamente algunos objetivos relacionados con *capacidades* y *aptitudes* y relacionados con *actitudes, valores y normas*.
- Describir algunas estrategias docentes que favorecen la consecución de los objetivos relacionados con *capacidades* y *aptitudes*.

Muchas de estas técnicas y metodologías se aplican ya de manera habitual en la mayoría de los centros de enseñanza universitaria en informática. Por tanto, nuestra intención no es proponer técnicas novedosas, sino relacionarlas con los objetivos formativos a los que contribuyen.

### 3.1. Objetivos formativos relacionados con los contenidos técnicos de la carrera

Estos son los objetivos que tienen que ver con los conceptos, técnicas y procesos propios de la ingeniería informática. Aunque son los que de manera más directa se reflejan en los contenidos de las asignaturas, no es intención de este artículo discutirlos en detalle. En [1] se han dividido en cinco bloques temáticos:

- Razonamiento y lenguaje lógico-matemático
- Fundamentos matemáticos de la informática
- Fundamentos físicos de la informática
- Programación y algoritmia
- Estructura y funcionamiento de los computadores

Estos cinco bloques contienen, en total, unos 30 objetivos de tipo *cognitivo* y unos 30 de tipo *procedimental* (que, por motivos de espacio, no podemos indicar).

El detalle de estos objetivos es, sin duda, lo que permite identificar que la carrera es “de

informática”. Paradójicamente, estos objetivos son los más variables y volátiles. Escuelas distintas podrían establecer contenidos substancialmente diferentes para su primer curso y, sin embargo, impartir una ingeniería informática coherente. En cambio, los objetivos de las otras dos categorías (*capacidades y aptitudes y actitudes, valores y normas*) se refieren a la adquisición de capacidades aceptadas sin discusión como muy convenientes, o incluso imprescindibles, en un estudiante de cualquier carrera científica o tecnológica: por ejemplo, la capacidad de resolución de problemas o el uso de métodos de estudio eficaces. Sin embargo, no parece haber unanimidad sobre si este tipo de objetivos deberían ser objetivos explícitos de un primer curso universitario: por ejemplo, suele cuestionarse si es misión de la universidad el enseñar valores a sus estudiantes, o si los hábitos correctos de estudio deberían suponerse adquiridos en niveles educativos anteriores (en cuyo caso la universidad puede legítimamente no preocuparse de los estudiantes de primer curso que tienen hábitos de estudio deficientes).

### 3.2. Objetivos formativos relacionados con capacidades y aptitudes

Los objetivos que se plantean a continuación son demasiado ambiciosos para ser asignados exclusivamente al primer curso. La meta, ya en sí bastante difícil, es que al acabar los estudios el alumno los haya alcanzado en un grado satisfactorio para el ejercicio profesional. No obstante, las bases para alcanzarlos deben ponerse precisamente en el primer curso, de forma que una vez acabado éste se haya hecho un cierto progreso en la consecución de cada uno de los objetivos. En la Sección 4 se detallan algunas estrategias para conseguir alcanzar (parcialmente) cada uno de estos objetivos al finalizar el primer curso.

Los objetivos formativos relacionados con capacidades y aptitudes que se identificaron para el primer curso son los siguientes:

- Incrementar la capacidad para resolver problemas
- Incrementar la capacidad para planificar y organizar el estudio
- Adquirir o reforzar hábitos de trabajo y estudio eficaces
- Incrementar la capacidad de trabajo en equipo a pequeña escala

- Incrementar la capacidad de razonamiento crítico
- Adquirir o reforzar la capacidad de búsqueda e integración de información
- Incrementar la capacidad de comunicación oral y escrita
- Adquirir la capacidad de usar de forma habitual y eficaz los servicios que ofrece la Universidad

Algunos de estos objetivos se formulan en [1] con mayor grado de precisión y detalle. No obstante, estos no son los únicos objetivos relacionados con *capacidades y aptitudes* que se deben exigir en una ingeniería informática. Al definir los objetivos de toda la carrera habría que incluir, sin duda, el incremento o adquisición de una lista de capacidades y aptitudes mucho más larga, entre las que destacan las capacidades de:

- Análisis y síntesis
- Organización y planificación
- Dirección de equipos y organizaciones
- Impartir formación (a los colaboradores)
- Comunicación efectiva en inglés
- Gestión de la información
- Toma de decisiones
- Trabajo en equipos multidisciplinares y/o en un contexto internacional
- Gestión de relaciones interpersonales
- Aprendizaje a lo largo de la vida y gestión de la trayectoria profesional

Se consideró que en un primer curso estas capacidades podían trabajarse en menor grado y que la lista de objetivos era ya suficientemente ambiciosa.

### 3.3. Objetivos formativos relacionados con actitudes, valores y normas

Existen unos valores básicos que todo alumno debería haber adquirido durante la enseñanza obligatoria, ya que definen lo que se entiende por ser “un buen ciudadano”, y no debería ser misión de la universidad inculcarlos. No obstante, opinamos que el paso por la universidad es una gran oportunidad para reforzarlos o, como mínimo, para dar al estudiante la oportunidad de vivir en una organización que respeta y promueve activamente estos valores.

Los objetivos relacionados con *actitudes, valores y normas* deben tenerse en cuenta desde el primer día de clase, ya que definen tanto el

comportamiento del estudiante durante su etapa en la universidad como la postura que adoptará en sociedad cuando finalice sus estudios. Como objetivos más importantes queremos destacar que el estudiante debe:

- Aceptar las normas de integridad propias de un estudiante universitario, tanto en lo que se refiere a actos de evaluación como respecto a las normativas de utilización de los equipos, laboratorios y recursos materiales de la universidad.
- Aceptar que los estudios en una universidad pública tienen un coste para la sociedad y que, en contrapartida, la sociedad espera del estudiante dedicación y un buen rendimiento académico.
- Adquirir un cierto compromiso con valores como la solidaridad, la justicia y el progreso.
- Adoptar una actitud activa respecto al proceso de aprendizaje, asumiendo un papel protagonista en su propia formación.
- Respetar a la comunidad universitaria y a todas las personas en general, y evitar comportamientos que perturben el desarrollo normal de la docencia.

Como en el caso de las *capacidades* y *aptitudes*, hay otra serie de actitudes, valores y normas que un estudiante debería haber adoptado al terminar la carrera, pero que se consideró difícil formulación para el primer curso. Algunos ejemplos podrían ser:

- Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad
- Motivación por la calidad y la mejora continua
- Sensibilidad por el medio ambiente

#### **4. Estrategias docentes para conseguir los objetivos formativos relacionados con capacidades y aptitudes**

En esta sección se proponen algunas técnicas y metodologías docentes que pueden emplearse para conseguir los objetivos formativos relacionados con *capacidades* y *aptitudes* descritos en la Sección 3.2.

##### **4.1. Resolución de problemas**

Para aumentar la capacidad de resolver problemas del estudiante es preciso que, desde el principio, se acostumbre a resolver los problemas por sí mismo, y no a copiar de la pizarra la resolución propuesta por el profesor u otro estudiante, ni a mirar las soluciones publicadas en los apuntes o en la página web de la asignatura.

Para ello, deben dedicarse suficientes horas a resolver problemas, tanto de clase como de trabajo personal. Consideramos muy importante dejarles leer por sí mismos los enunciados para aumentar su capacidad de comprensión del lenguaje técnico.

Esta metodología docente tiene como consecuencia que el número de problemas resuelto en clase es reducido. No obstante, este inconveniente puede paliarse proponiendo los problemas con suficiente antelación, de forma que el estudiante pueda tomarse en casa el tiempo necesario para pensar y tratar de resolverlos. Este método tiene además la ventaja de que cada estudiante puede dedicar a cada problema el tiempo que él necesite, de forma que el tiempo disponible en clase no es una limitación.

Resolver los problemas de este modo contribuye a mejorar la capacidad de abstracción del alumno y lo prepara para enfrentarse a problemas nuevos usando estrategias similares a las que ya ha usado en problemas anteriores.

Por otro lado, en clase se debería hacer énfasis explícito en las técnicas de resolución de problemas (en el sentido, por ejemplo, del clásico libro de Pólya [9], o de la Wikipedia [10,11]). De esta manera, se contribuye a mejorar la capacidad de abstracción del alumno y se lo prepara para enfrentarse a problemas nuevos.

##### **4.2. Capacidad para planificar y organizar el estudio**

La planificación del estudio requiere que el estudiante esté capacitado para fijar sus propios objetivos y prioridades, tanto académica como personalmente. Para ello, debe ser capaz de establecer prioridades entre las diferentes actividades que realiza y dentro de cada una de ellas. También debe ser capaz de evaluar, de una manera realista, sus propias posibilidades, sin sobrestimarse ni subestimarse. El alumno debe tomar sus propias decisiones y asumir sus errores.

Otra de las capacidades que se requieren es la capacidad de planificación (a lo largo del día, de

la semana y del curso). El alumno debe ser capaz de hacer estimaciones realistas del tiempo que le requerirá cada tarea y de modificar dicha planificación sobre la marcha. Para desarrollar esta capacidad, es conveniente dar orientaciones al estudiante sobre el tiempo que es aconsejable dedicar a cada parte de cada asignatura y sobre cuál es la metodología de trabajo más adecuada. Esta orientación es más importante al principio, en el primer curso, ya que el alumno tiene hábitos de estudio, en muchos casos, inapropiados para la universidad. Esta orientación se puede suprimir paulatinamente en cursos posteriores para fomentar la autonomía del estudiante.

La *evaluación continua* a lo largo del curso es una de las estrategias que suelen emplearse para forzar al estudiante a desarrollar esta capacidad, al exigirle un esfuerzo repartido a lo largo del curso.

Para ayudar al estudiante a evaluar sus posibilidades de forma realista, fijar sus prioridades y aprender a planificar su trabajo, la universidad puede crear la figura del tutor, un profesor que siga más o menos de cerca la carrera académica del alumno, especialmente durante el primer curso, y que le aconsejará en aquellas decisiones que deba tomar.

#### 4.3. Hábitos de trabajo y estudio

Este punto está muy relacionado con el anterior. La adquisición de hábitos correctos requiere que el estudiante sea capaz de identificar los lugares y momentos más productivos para el estudio, además de reconocer y reducir las distracciones que le hacen perder eficacia.

La evaluación continua, de nuevo, contribuye a que el estudiante adopte un correcto ritmo de estudio. Por ejemplo, puede ser conveniente exigirle semanalmente la realización de alguna tarea (preparar problemas para resolver en clase o para entregar al profesor, realizar una exposición sobre un tema, estudiar un tema que el profesor no explicará en clase, etc.).

El alumno debe también adquirir el hábito de evaluar honestamente el progreso realizado en cada materia, identificar los puntos débiles y tomar nota de los errores cometidos para no repetirlos. Debe ser capaz de autoevaluar su conocimiento de un tema para decidir si ha de seguir trabajando o no en él. Utilizando la taxonomía de Bloom, debe saber distinguir, como mínimo, entre *conocer* (nivel conocimiento),

*entender* (nivel comprensión) y *saber hacer* (nivel de aplicación).

Finalmente, el estudiante debe ser capaz de realizar un esfuerzo intelectual sostenido, trabajando en un mismo problema el tiempo necesario para obtener una solución y entendiendo que la recompensa por ese esfuerzo no tiene por qué ser inmediata.

También la evaluación continua ayuda a llevar la asignatura al día y a adquirir estos hábitos. Se pueden realizar durante el curso tres o cuatro pequeños exámenes, de 15-30 minutos, puntuables para la nota final, sin avisar previamente el día del examen, para que el alumno se acostumbre a llevar al día las asignaturas. La resolución y discusión de estos exámenes en la pizarra, por parte de los alumnos, inmediatamente después de realizarlos, contribuye a desarrollar el resto de capacidades, en especial el razonamiento crítico que se discute en la Sección 4.5.

#### 4.4. Trabajo en equipo

El alumno debe ser capaz de formar su propio grupo de trabajo para estudiar en común las diferentes asignaturas que ha matriculado. De esta forma, se adquiere el hábito de compartir información y comparar los diferentes métodos de resolución de un problema y las soluciones obtenidas. Esto le permite aprender de sus propios aciertos y errores y de los de sus compañeros, tanto en contenidos como en procedimientos.

Para desarrollar esta capacidad se puede hacer que los alumnos trabajen en grupos reducidos (dos o tres personas) para realizar y entregar las prácticas de las diferentes asignaturas. También se pueden formar grupos de tres o cuatro estudiantes en algunas clases para resolver enunciados que se presten a la discusión, tanto dentro del grupo como posteriormente con otros grupos.

#### 4.5. Razonamiento crítico

La capacidad de razonamiento crítico es fundamental en un ingeniero, y debe ser cultivada desde el primer curso y desarrollada en dos vertientes diferentes: la capacidad de analizar críticamente el proceso de solución y la capacidad de analizar críticamente la solución en sí misma.

Una forma sencilla de despertar la capacidad de analizar críticamente el proceso de solución consiste en discutir las soluciones propuestas por

los estudiantes a los problemas propuestos en la asignatura. Un alumno sale a la pizarra después de resolver el problema personalmente, explica su solución y la discute con los demás. El profesor ejerce de moderador y participa en la discusión.

Este método da muy buenos resultados, especialmente cuando el profesor “selecciona bien” al alumno. Por ejemplo, se puede escoger a un estudiante que no haya resuelto el problema correctamente, pero que se haya acercado a la solución. En este caso, es conveniente que los fallos cometidos representen adecuadamente los de un grupo significativo de estudiantes de la clase.

Para desarrollar la capacidad de analizar críticamente la solución obtenida es preciso obligar al alumno a analizar los resultados obtenidos y a decidir si “parecen” correctos. Esto supone que, en algunos casos, el estudiante debe pensar previamente acerca de la magnitud o el tipo de resultado que debe obtener. El estudiante debe meditar sobre si el resultado obtenido tiene o no sentido y si lo puede verificar por otra vía. Muchos de los estudiantes de nuestras aulas no poseen esta capacidad y se conforman rápidamente con la primera solución que obtienen, incluso cuando realizan un examen, a pesar de que la solución sea obviamente incorrecta.

#### **4.6. Capacidad de búsqueda e integración de la información**

El estudiante debe acostumbrarse a aprender de distintas fuentes y a no conformarse únicamente con los apuntes que toma, generalmente bastante mal, en las clases presenciales del profesor. Debe aprender a detectar cuándo le falta más información para comprender adecuadamente la materia o para adquirir las habilidades requeridas por cada asignatura. Puede obtener esta información de la biblioteca, de Internet, de las intranets de las asignaturas o de otros recursos docentes ofrecidos por la universidad. Las consultas con el profesor también son importantes en este punto, y el estudiante debería acostumbrarse a utilizarlas, desde primer curso, siempre que sea necesario para su progreso.

El auge de Internet ha propiciado que en la red pueda encontrarse mucha información que no ha sido convenientemente contrastada. Es común encontrar apuntes y trabajos de las asignaturas

más variopintas escritos por otros estudiantes. Lamentablemente, es también habitual que esta documentación esté plagada de errores. Es muy importante que el alumno disponga de la capacidad crítica suficiente para filtrar adecuadamente esta información errónea.

Para desarrollar esta capacidad se puede encargar a los estudiantes la realización de un trabajo sobre un tema, o bien el estudio por su cuenta de un tema que no será explicado (aunque sí discutido) en clase.

#### **4.7. Comunicación oral y escrita**

Una de las habilidades imprescindibles en un ingeniero es tener una adecuada capacidad de comunicación para presentar con claridad los resultados de su trabajo o lo que pretende conseguir de su equipo de colaboradores.

Esta capacidad debe comenzar a desarrollarse ya en el primer curso. Una estrategia posible es hacer que los estudiantes expliquen la resolución que proponen para un cierto problema, discutiéndola con el resto de la clase. También pueden presentar oralmente en la clase los trabajos que hayan realizado.

Consideramos importante que haya alguna entrega escrita de documentación en la que el aspecto formal sea importante. Puede incluso exigirse que alguna de las entregas esté redactada a mano, para conferir valor a aspectos como la pulcritud, la caligrafía y la ortografía que, de otro modo, quedan enmascarados por los procesadores de textos y correctores ortográficos automáticos.

Corregir problemas resueltos por otros compañeros de clase puede ayudar también al alumno a darse cuenta de cómo debe (y cómo no debe) entregarse una documentación.

Estos aspectos deben ser adecuadamente evaluados dentro de su nota final para que el alumno sea plenamente consciente de su importancia.

#### **4.8. Uso habitual y eficaz de los servicios que ofrece la Universidad**

La consecución de este objetivo permitirá al estudiante aumentar la probabilidad de éxito en el resto de objetivos formativos. El alumno debe conocer y usar, de acuerdo con su finalidad, los sistemas informáticos que la universidad pone a su

alcance: ordenadores, software básico, software especializado de las asignaturas, intranets y correo electrónico (para comunicarse con los profesores, la administración y otros alumnos) entre otros. También es importante que conozca a los interlocutores que la universidad le ofrece para resolver dudas y problemas: sus profesores, los profesores responsables de asignatura, su tutor, la delegación de alumnos, la secretaría académica, el jefe de estudios, etc. Este objetivo se favorece mediante una buena campaña de información desde el mismo momento de la matriculación.

## 5. Conclusiones

En este artículo se resume una formulación de objetivos formativos de un primer curso de la Ingeniería Informática presentada en detalle en [1]. Los objetivos se clasifican en tres categorías: *contenidos técnicos* de la Ingeniería Informática, *capacidades y aptitudes* y *actitudes, valores y normas*. El artículo se centra en los objetivos de adquisición de *capacidades y aptitudes* y, dentro de ellos, en los que pueden empezar a abordarse desde el primer curso. Se describen algunas estrategias para conseguir estos objetivos que son extrapolables a otros cursos de la carrera.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por el proyecto CICYT TIN2004-07739-C02-01

Además de los autores, participaron en la redacción del documento [1] los profesores Albert Avinyó, Jordi Cortadella, Jordi Martí, Montserrat Maureso, Glyn Morrill, Albert Rubio, Joan Trias y Jordi Tubella. La fase inicial del trabajo contó con una *Ayuda a la Mejora de la Calidad Docente Universitaria* de la convocatoria 2000 del *Dep. d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya*. También queremos agradecer a la Facultat d'Informàtica de Barcelona y al Departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC su ayuda durante la elaboración de este trabajo.

Versiones anteriores ligeramente distintas de este artículo se han presentado en JENUI2004 [12] y en Novática [13].

## Referencias

- [1] *Objectius de la Fase de Selecció de les titulacions de la FIB*. Facultat d'Informàtica de Barcelona, julio 2003. Disponible en <http://www.lsi.upc.es/~gavalda/docencia/dofs.pdf>
- [2] *IEEE / ACM Computing Curricula*. <http://www.computer.org/education/cc2001/>
- [3] *Accreditation Criteria*. Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc., <http://www.abet.org/>
- [4] *Taxonomía de los objetivos de la educación, Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio afectivo)*. B.S. Bloom, J.T. Hastings y G.F. Madaus, Ed. Marfil, Alcoy 1973.
- [5] *Bloom and Krathwohl Definitions of Levels and McBeath Action Verbs*. The University of Pittsburg, 2000. [http://www.engrng.pitt.edu/~ec2000/ec2000\\_downloads.html](http://www.engrng.pitt.edu/~ec2000/ec2000_downloads.html)
- [6] *Formulación de los objetivos de una asignatura en tres niveles jerárquicos*. J.J. Navarro, M. Valero-García, F. Sánchez y J. Tubella. JENUI2000.
- [7] *Niveles de competencia de los objetivos formativos de las ingenierías*. M. Valero-García y J.J. Navarro, JENUI2001.
- [8] *Las futuras titulaciones universitarias de Informática en España dentro del Marco del Espacio Europeo de Educación Superior*. F. Sánchez y M.R. Sancho, Novática 168, Abril 2004, pp. 40-45.
- [9] *How to Solve It*. G. Pólya. 1ª edición en Princeton University Press, 1945.
- [10] *How to Solve It*. Entrada en *The Wikipedia, the Free Encyclopedia*, [http://en.wikipedia.org/wiki/How\\_to\\_Solve\\_It](http://en.wikipedia.org/wiki/How_to_Solve_It)
- [11] *Problem Solving*. Entrada en *The Wikipedia, the Free Encyclopedia*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Problem-solving>
- [12] *Objetivos formativos y estrategias docentes para el primer curso de las ingenierías informáticas*. F. Sánchez y R. Gavalda. JENUI2004.
- [13] *Propuesta de objetivos formativos para el primer curso de las ingenierías informáticas y de algunas estrategias docentes para conseguirlos*. F. Sánchez y R. Gavalda, Novática, aparición prevista para Julio 2005