

## Sobre la formación no técnica en la Ingeniería Informática \*

Basart Muñoz, Josep M.

Departamento de Informática  
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
Universitat Autònoma de Barcelona  
08193 Cerdanyola del Vallès  
e-mail: josepmaria.basart@autonoma.edu

### Resumen

Nadie puede poner en duda que la naturaleza de los estudios en la Ingeniería Informática (II) convierte en fundamentales las materias de carácter técnico. Sin embargo, ni la formación técnica ni la científico-técnica, por sí solas, constituyen hoy día un curriculum satisfactorio en dicha titulación. Hace falta incorporar otras materias que ayuden al futuro ingeniero a obtener una perspectiva lo más amplia posible del contexto social, ético, legal y profesional en el cual deberá llevar a cabo su actividad.

Nuestro objetivo fundamental aquí es triple. En primer lugar, presentar cuáles son las últimas propuestas (IEEE Computer Society/ACM) relativas a la enseñanza de dichas materias no técnicas. En segundo lugar, analizar donde y como se reflejan en los planes de estudio de II vigentes en las universidades públicas españolas. Finalmente, presentar y valorar una experiencia docente en la II de la UAB: una asignatura de libre configuración (4,5 créditos) que cubre parte de los aspectos cognitivos y éticos relativos a la ciencia y a la ingeniería.

### 1. Introducción

Nuestro entorno es, cada vez más, un entorno diseñado y desarrollado en base a la tecnología y, en consecuencia, dependiente de ella. La presencia de ordenadores y de dispositivos o sistemas controlados por ordenadores resulta ya habitual en casi todas las esferas de nuestra vida, tanto privada como pública. Podemos incluso considerar que, en términos históricos, nos hallamos situados en una nueva

revolución, la tecnocientífica [3]. En [6, 7] se presenta un marco amplio —ya clásico— que permite analizar la tecnología y la ingeniería desde diversos puntos de vista (histórico, filosófico, sociológico y epistemológico). Como ocurre siempre, al lado de las ventajas que se derivan de dicha tecnología, aparecen efectos imprevistos y no deseados que acaban constituyendo problemas desconocidos hasta el momento. Dicha ambivalencia ha conducido a una reflexión profunda no ya sobre cuáles son nuestros límites en relación a lo que *podemos* conseguir sino sobre cuáles han de ser nuestros límites en relación a lo que, siendo quizás factible, *no deberíamos* intentar [5, 8].

Es por todo ello que, en el ámbito educativo, resulta inevitable pensar en la formación superior que reciben los especialistas que contribuyen al diseño, desarrollo y explotación de los componentes software y hardware propios de los equipos y sistemas basados en ordenadores. Dicha formación no puede ignorar el complejo contexto social en que dichos dispositivos y sistemas actúan. Además, no podemos olvidar que, en último término, con su actuación inciden en los intereses y los derechos de las personas. En este sentido, aparece una responsabilidad clara entre los especialistas y en particular, aunque no de forma exclusiva, en los ingenieros informáticos.

En general, en nuestro país no se ha desarrollado aún la necesaria preocupación por estas cuestiones. Dejando a un lado las tan notables como escasas excepciones que se puedan presentar, los planes de estudio muestran muy poco interés en incorporar materias y asignaturas que favorezcan el avance en la dirección antes apuntada. Las causas son diversas y también complejas, pero todavía oscilan entre la ignorancia, la indiferencia y el menosprecio de to-

\*Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TIC2003-02041 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

das aquellas materias que se consideran propias y exclusivas de las humanidades. Desde tal punto de vista, el presente trabajo pretende, en último término, contribuir al estímulo de las iniciativas que, sin duda, van a tener que llevarse a cabo en un futuro próximo para la renovación de nuestros currícula universitarios.

Al final de esta exposición se presentan algunos resultados y conclusiones, a partir de la experiencia docente obtenida en la II dentro de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), con una asignatura de libre elección pensada —en primer lugar, pero no de forma exclusiva— para los estudiantes de la II. En esta asignatura se presentan y desarrollan algunos de los aspectos y problemas no técnicos propios de la II o, en un sentido más amplio, de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

## 2. Los currícula IEEE/ACM

En el año 1998 se puso en marcha el *Joint IEEE Computer Society/ACM Task Force* destinado a revisar y actualizar los currícula elaborados en 1991 relativos a *Computer Engineering, Computer Science, Software Engineering, Information Technology and Information Systems*. En 2001 y 2002, respectivamente, se concluyeron los trabajos referentes a *Computer Science* y *Information Systems*. Los diversos comités responsables de las otras tres especialidades mencionadas no han llegado aún al documento final. Antes de continuar, merece la pena destacar que, si bien dichos trabajos parten del ámbito académico de los Estados Unidos, es interés manifiesto de sus autores el intentar definir un marco general que constituya una referencia útil más allá de sus fronteras. Se puede consultar toda la información relevante en este proceso en <http://www.computer.org/education/cc2001/>. A partir de ahora, nos centraremos en el caso de la *Computer Engineering* (CE), la cual corresponde aproximadamente a nuestra Ingeniería Informática.

### 2.1. El currículum CE

El estado de desarrollo del borrador (*Iron Man Draft* publicado el 15/2/2004) del currículum correspondiente a CE puede consultarse en <http://www.eng.auburn.edu/ece/CCCE/>. Dicho

borrador se presenta estructurado en un total de 18 *áreas*: Algorithms and Complexity, Computer Architecture and Organization, Computer Systems Engineering, Circuits and Signals, Database Systems, Digital Logic, Digital Signal Processing, Electronics, Embedded Systems, Human-Computer Interaction, Computer Networks, Operating Systems, Programming Fundamentals, Social and Professional Issues, Software Engineering, VLSI Design and Fabrication, Discrete Structures and Probability & Statistics. En ellas se contemplan las materias a tener en cuenta, ya sea como fundamentales o como complementarias, en la elaboración del currículum CE por parte de cada facultad o escuela técnica. La decisión sobre el carácter fundamental o complementario de las materias queda en función de los objetivos definidos en cada plan de estudios.

A continuación, los diversos comités pasan a describir en *unidades* los contenidos que han de estar presentes en cada una de las áreas. Finalmente, las unidades son desarrolladas indicando los *temas* a tener en cuenta. Cabe destacar que todo el proceso es público y abierto, siendo sometido a revisión y reelaboración constante a través de las sugerencias y propuestas tanto internas como externas (expertos consultados, instituciones educativas, entorno empresarial, debates en congresos, etc.) Conviene tener en cuenta que las 18 áreas cubren las materias consideradas específicas en la CE, por ello, se recogen en capítulo aparte algunas materias imprescindibles, aunque no exclusivas, en la CE:

- Cursos de formación matemática. Complementos de Matemática discreta y Cálculo diferencial e integral. Asimismo, se sugiere tener en cuenta el Álgebra lineal, las Ecuaciones diferenciales, la Lógica simbólica y los Métodos numéricos, entre otras materias complementarias.
- Descripción e ilustración del método científico. Formulación y verificación de hipótesis, diseño de experimentos y análisis de los resultados.
- Desarrollo de habilidades comunicativas, tanto orales como gráficas o escritas. Ellas incluyen el saber elaborar, presentar y evaluar argumentos racionales.

- Desarrollo de las habilidades, los procedimientos y las estrategias que se requieren para el trabajo en equipo.

Las materias no técnicas que vienen siendo aludidas quedan incluidas en el área que lleva por título *Social and Professional Issues*. Corresponde ahora indicar las unidades definidas y describir someramente algunos temas que cabría abordar en ella.

## 2.2. Cuestiones sociales y profesionales

En mayor o menor medida, todo profesional de la ingeniería es consciente de la responsabilidad que asume con la dimensión pública que es inherente a su trabajo. Ello se produce a partir del momento en que reconoce las consecuencias finales que pueden derivarse sobre las personas a partir de su actividad profesional. En el caso de los ingenieros informáticos, tal situación se agudiza con las nuevas posibilidades que abren, día a día, las tecnologías digitales. Basta con pensar, por ejemplo, en la situación fluctuante de los derechos de propiedad intelectual y de copia o reproducción; en la fiabilidad requerida al software en la medicina, el transporte público, las transacciones económicas o los contratos electrónicos; en la seguridad y la integridad necesaria en las bases de datos o en la confianza que los usuarios depositan en los agentes móviles que operan con autonomía en las redes de comunicaciones. Aparece, pues, la necesidad de tener en cuenta las muy diversas cuestiones éticas, legales, políticas y económicas que se entrecruzan con las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

En el curriculum CE se definen 10 unidades con un claro perfil social y/o profesional. Las nueve primeras se consideran fundamentales (*core*), mientras que la última se presenta como optativa o complementaria (*elective*):

1. History and overview
2. Public policy
3. Methods and tools of analysis
4. Professional and ethical responsibilities
5. Risks and liabilities
6. Intellectual property
7. Privacy and civil liberties

8. Computer crime
9. Economic issues in computing
10. Philosophical frameworks

Son estas unidades las que cabría considerar en el momento de definir las asignaturas correspondientes a un determinado plan de estudios. Dichas asignaturas podrían ser obligatorias u optativas en función de los contenidos que las definan, las unidades que cubran y el número total de asignaturas de dicha área presentes en el plan de estudios en cuestión.

Consideramos que el título de cada una de las unidades —a excepción, quizás, de la tercera— ya indica con claridad el tipo de cuestiones que cabe abordar. Por lo que atañe a la unidad titulada *Methods and tools of analysis*, los puntos a desarrollar son: a) formulación y evaluación de argumentos éticos, b) identificación y evaluación de elecciones éticas, c) comprensión del entorno social en relación al diseño y, d) identificación de premisas y valores.

## 3. El caso de las universidades públicas españolas

Pasamos ahora a considerar brevemente cual es la situación en las universidades públicas españolas. Para ello se presenta la lista siguiente, en la cual aparece la universidad en la que se imparten los estudios de II y, a continuación, la oferta de asignaturas no técnicas. Una (O) indica asignatura optativa, una (B) indica obligatoriedad, mientras que una (L) significa asignatura de libre elección específica de la titulación. Conviene destacar que dicha lista no quiere ser exhaustiva (objetivo difícil, puesto que no todos los centros tienen siempre su información disponible y actualizada en un entorno web), únicamente pretende ser representativa de la situación actual. Nuestro objetivo no es evaluar los centros docentes sino poner de manifiesto las materias y asignaturas que se ofrecen en nuestro entorno académico.

- Euskal Herriko Unibertsitatea  
*Derecho de las tecnologías de la información* (O)
- Universidad Carlos III de Madrid  
*Auditoría y control de sistemas de información* (O)  
*Métodos y técnicas de trabajo corporativo* (O)
- Universidad Complutense de Madrid

*Economía de la empresa* (O)  
 ● Universidad de Burgos  
*Gestión del conocimiento* (O)  
 ● Universidad de Castilla la Mancha  
*Gestión el conocimiento* (O)  
*Auditoría y seguridad informática* (O)  
*Historia de la ciencia y la tecnología* (L)  
 Universidad de Granada  
*Derecho e Informática* (O)  
 ● Universidad de la Laguna  
*Dirección de empresas* (O)  
*Análisis de los instrumentos financieros* (L)  
 ● Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
*Administración de Empresas* (O)  
 ● Universidad de León  
*Estructura del conocimiento* (O)  
*Informática y Sociedad* (O)  
 ● Universidad de Málaga  
*Historia social de la ciencia y la tecnología* (O)  
 ● Universidad de Murcia  
*Filosofía, tecnología digital y sociedad* (O)  
*Informática y legislación* (O)  
 ● Universidad de Oviedo  
*Auditoría y seguridad de sistemas informáticos* (O)  
 ● Universidad de Sevilla  
*Derecho de la informática* (O)  
*Tecnología, informática y sociedad* (O)  
 ● Universidad de Valladolid  
*Economía del cambio tecnológico* (O)  
*Economía de la empresa* (O)  
 ● Universidad de Zaragoza  
*Historia de la tecnología* (O)  
*Ciencia, tecnología y sociedad* (O)  
*Ética y legislación para ingenieros* (O)  
*Introducción al ejercicio profesional de la ingeniería* (O)  
*Historia de la tecnología* (O)  
 ● Universidade da Coruña  
*Aspectos jurídicos y deontológicos de la Informática* (O)  
*Auditoría informática* (O)  
*Ciencia cognitiva* (O)  
 ● Universidad de Vigo  
*Introducción a la ética aplicada* (L)  
 ● Universitat Autònoma de Barcelona  
*Auditoría y control de los sistemas de información* (L)  
*Información, conocimiento, ciencia y sabiduría* (L)  
 ● Universitat d'Alacant

*Historia de la Informática y metodología científica* (O)  
*Introducción al negocio electrónico* (O)  
 ● Universitat de Girona  
*Entornos de la Informática* (O)  
 ● Universitat de les Illes Balears  
*Introducción a la economía de la empresa* (O)  
*Las seducciones de la tecnología informática* (L)  
 ● Universitat de València  
*Antecedentes y evolución de la informática* (O)  
*Informática aplicada a las administraciones públicas* (O)  
*Normativa y políticas en tecnologías para la información y las comunicaciones* (O)  
 ● Universitat Jaume I  
*Informática, Tecnologías de la información y Sociedad* (O)  
*Aspectos socioprofesionales y éticos de la informática* (O)  
*Derecho de la Informática* (O)  
 ● Universitat Politècnica de Catalunya  
*Historia de la Informática* (O)  
*Impacto social y ética profesional de la informática* (O)  
 ● Universitat Politècnica de València  
*Valoración económica de proyectos y activos informáticos* (O)  
*Aspectos legales de la Informática* (L)  
*Historia de la informática* (L)  
*Riesgos y seguridad en sistemas informáticos* (L)  
 ● Universitat Pompeu Fabra  
*Sociedad de la información* (B)  
*Historia de la Ciencia* (O)  
 ● Universitat Rovira i Virgili  
*Tecnología y cultura* (L)

A partir de la simple lectura de los títulos de las 53 asignaturas de la lista anterior se pueden observar algunas circunstancias que nos parecen especialmente significativas. En primer lugar, que dichas asignaturas se pueden agrupar en unos cuantos bloques —o unidades, si usamos la terminología del IEEE/ACM—. Podemos reconocer cuatro grandes bloques: Informática y sociedad (11 asignaturas), Historia de la ciencia, la tecnología o la informática (9), Derecho informático (7) y Economía de la empresa (6). En segundo lugar, se observa que, contrariamente a lo recomendado en el curriculum CE del IEEE/ACM, la mayor parte de las asignaturas

(42) son optativas y que tan solo una es obligatoria. En tercer lugar, no se presenta ninguna materia específica orientada a desarrollar en el estudiante las habilidades comunicativas orales y escritas. Ellas se dan por supuestas, lo cual no se corresponde con la realidad. Muchos de nuestros estudiantes apenas son capaces de estructurar y redactar adecuadamente un informe. Con frecuencia, tampoco están en condiciones de presentar y defender oralmente, en público, un proyecto o un trabajo académico. Finalmente, llama la atención que, siendo la ética una de las unidades fundamentales en el área *Social and Professional Issues* considerada anteriormente en el curriculum CE, tan solo cuatro de las asignaturas aborden las cuestiones éticas relacionadas con las tecnologías de la información.

La ética aplicada al mundo de la tecnología y, en particular, a la informática, se halla presente, desde hace años, en muy diversos foros internacionales, ya sean asociaciones, libros, publicaciones periódicas, congresos o seminarios. Baste recordar que los códigos de ética y conducta profesional de la ACM y del IEEE aparecieron a principios de los años 90 [1, 4]. Sin embargo, parece que, en nuestro caso, dicha presencia es mucho menor y, como acabamos de ver, casi nula por lo que se refiere a la formación de nuestros ingenieros superiores en informática. No se pretende aquí y ahora analizar las causas de este desajuste —algunas reflexiones generales se presentaron en [2]— pero resulta evidente que ello no puede ser motivo de satisfacción en nuestros centros docentes universitarios y que, posiblemente, redundará en perjuicio de los futuros profesionales.

#### 4. La experiencia ICCS en la UAB

En los cursos académicos 2002/03 y 2003/04 se ha ofrecido en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de la UAB —con el título *Información, conocimiento, ciencia y sabiduría (ICCS)*— una asignatura semestral de libre elección (convalidada por 4,5 créditos) orientada, en primer lugar, a todos los estudiantes de la II. El curso consta de 13 sesiones semanales de dos horas. Si bien se pretende mantener una línea clara de continuidad a lo largo de las sesiones, también se procura que cada una forme una unidad autónoma (con un principio y un final bien delimitados). Los contenidos del curso se articulan sobre la calidad y la finalidad del *saber*

hoy día, y se desarrollan a través de una reflexión crítica sobre el significado, la distinción, las connotaciones culturales, los presupuestos y el valor de los cuatro términos que forman el título de la asignatura. Los dos objetivos principales del curso son: en primer lugar, mostrar al estudiante las características de las diversas formas de conocimiento que se pueden desarrollar en función de la materia y la finalidad considerada; en segundo lugar, hacerle descubrir que, dejando a un lado las matemáticas y la lógica formal, todo saber de las cosas cubre tan sólo una determinada perspectiva, es siempre un saber parcial y provisional.

El programa de la asignatura es el siguiente:

1. El lenguaje y las cosas. Verdad y realidad
2. Dogmatismo, racionalismo, realismo y reduccionismo
3. Relativismo, escepticismo, subjetivismo y empirismo
4. *Mythos* y *logos* (I)
5. *Mythos* y *logos* (II)
6. Lo racional y lo razonable. Argumentación y diálogo
7. El saber de la ciencia. El método y el objeto
8. Los sistemas tecnológicos
9. Ética en la tecnociencia
10. Información vs. conocimiento, pensamiento vs. procesamiento
11. Conocimiento y sabiduría
12. Una aproximación intercultural a la sabiduría
13. Revisión y conclusiones

En la primera parte de cada sesión (durante unos 50 minutos) los estudiantes ponen en común las dudas, reflexiones y cuestiones que puedan haber surgido a partir de la exposición de la semana anterior. En la segunda parte de la sesión, hasta concluir las dos horas establecidas, el profesor expone el tema que corresponde según el temario previsto. A fin de conseguir la participación activa de todos los asistentes, el grupo admite un máximo de 30 estudiantes

matriculados. Durante el curso cada estudiante debe leer, como mínimo, dos libros a escoger de entre una lista de cinco que se proponen el primer día. La evaluación se basa en la asistencia, la participación oral y la nota obtenida en un examen final escrito. Dicho examen consiste en desarrollar un tema relativo a cada uno de los dos libros que el estudiante haya escogido.

La valoración de la asignatura por parte de los estudiantes (el 90 % matriculados en la II) se ha conseguido a partir de una encuesta específica al final del curso. En líneas generales es bastante satisfactoria. Agradecen, sobretodo, el dinamismo de las sesiones, así como el llegar por sí mismos a plantearse cuestiones que nunca antes habían llamado su atención. También consideran satisfactorio el poder contrastar sus opiniones abiertamente en un entorno receptivo y acogedor. Reconocen, a veces con sorpresa por su parte, que los contenidos tratados en el curso son más importantes para su formación de lo que habían creído en un primer momento. En último término, opinan que sería bueno incorporar algunas asignaturas de este tipo en la oferta docente propia de la ingeniería.

## 5. Conclusiones

La formación no técnica en la II que se imparte en las universidades públicas españolas queda aún lejos de lo que hoy día se considera no tan solo adecuado sino del todo necesario. La escasa oferta disponible está poco diversificada y se halla relegada, casi exclusivamente, a las asignaturas optativas o a las de libre configuración. Ello comporta que el estudiante considere las materias no técnicas como poco importantes en su formación. En su lugar, a menudo son percibidas como un simple complemento —entretenido y poco exigente— que le permitirá distraerse de las obligaciones propias de las asignaturas *realmente* importantes.

Conviene pues, en conjunto, atreverse a otear horizontes mas amplios, con una mentalidad abierta, menos conservadora y, por otra parte, dejar de utilizar los planes de estudio como campo de batalla donde determinadas personas o colectivos se enfrentan para conseguir o mantener ciertas cotas de poder.

Tal vez la reflexión que ahora hay en marcha sobre el nuevo marco europeo de formación univer-

sitaria sea una buena ocasión para obrar con inteligencia y generosidad, tratando así de corregir este estado de cosas. Creemos que, en general, urge incorporar de pleno derecho a todas nuestras titulaciones técnicas implicadas en la organización, análisis o transmisión de la información, las prácticas y los contenidos no específicamente técnicos reconocidos en los principales curricula de prestigio internacional y que aquí hemos venido considerando en el caso de la Ingeniería Informática.

## Referencias

- [1] Association for Computing Machinery. ACM code of ethics and professional conduct. <http://www.acm.org/constitution/code.html>.
- [2] Basart, J. M., "Which Ethics Will Survive in Our Technological Society?", *IEEE Technology and Society Magazine*, vol. 23, n. 1, p. 36-39, 2004.
- [3] Echeverría, J., *La revolución tecnocientífica*, Fondo de Cultura Económica de España, 2003.
- [4] Institute for Electrical and Electronic Engineers. IEEE code of ethics. <http://www.ieee.org/about/whatis/code.html>.
- [5] Jonas, H., *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Herder, 1995.
- [6] Mitcham, C., *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Anthropos, 1989.
- [7] Mitcham, C., *Thinking through Technology*, The University of Chicago Press, 1994.
- [8] Weizenbaum, J., *Computer power and human reason*, W. H. Freeman and Company, 1976.