

# Propuesta de un marco para el debate sobre la educación superior en informática en un plano de estrategia social\*

Fernando Sáez Vacas  
José C. González Cristóbal  
Dep. Ingeniería de Sistemas Telemáticos  
Universidad Politécnica de Madrid  
28040 Madrid (España)

## Resumen

Este trabajo tiene por objeto plantear una base sobre la que discutir objetivos, contenidos, criterios y métodos a emplear en la enseñanza universitaria de cualquier rama de las ciencias de la computación. La discusión que se propone se sitúa en un plano de generalidad y de estrategia social, promoviendo la participación de los sectores sociales y económicos interesados y la consideración de sus intereses.

## 1 Introducción

Los centros universitarios en general, y aquellos en los que se imparten enseñanzas de informática en particular, se enfrentan de forma periódica e inexorable a la imperiosa obligación de renovar sus planes de estudios<sup>1</sup>. Lamentablemente, la Universidad suele afrontar esta tarea en solitario, al margen —cuando no a espaldas— del entorno profesional, económico y social. Por su parte, las empresas tienden a quejarse de que los titulados universitarios reciben una preparación poco adaptada a sus necesidades, pero rara vez asumen su papel y su responsabilidad en estos temas. En el caso de la informática, técnica que invade todas las actividades sociales, semejante desencuentro produce consecuencias negativas.

---

\*Esta comunicación se presentó en una versión ampliada en las *Jornadas sobre Formación en Informática Superior para los Noventa*, celebradas en Madrid los días 29 y 30 de mayo de 1991, organizadas por el Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid y el Capítulo Español de la *Computer Society* (IEEE) con la colaboración de Instituto Tecnológico Bull, Telefónica, FYCSA, Consejo Superior de Informática y CREI.

<sup>1</sup>En España esta obligación se debe en este momento a la aprobación por el Consejo de Universidades de nuevas titulaciones junto con sus materias troncales.

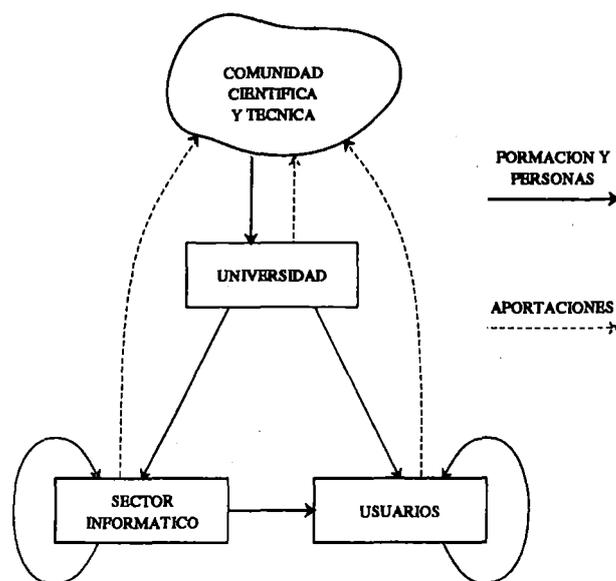


Figura 1: Sectores involucrados y sus relaciones

Frente a esta situación de hecho, parece obvio que todo debate sobre educación debe abordar objetivos, métodos, programas y estrategias **involucrando a todos los sectores sociales** interesados. Partimos del supuesto (obvio, aunque poco practicado) de que la enseñanza concierne no sólo a la administración educativa, sino a todo el sistema social. Simplificando, consideraremos este sistema compuesto por los siguientes sectores: Universidad, Sector Informático y Usuarios. La figura 1 pretende mostrar:

1. Los **canales de formación** entre sectores, donde las flechas denotan tanto actos de formación como flujo de personas.
2. Un bosquejo del marco de debate propuesto.
3. Que el debate ha de enmarcarse en un cierto **nivel de generalidad**.

El esquema anterior admite diversas interpretaciones. Primero, sugiere la idea de que la universidad podría suministrar a todos los sectores sociales los conocimientos básicos necesarios, que luego serían complementados o remodelados de acuerdo con sus necesidades específicas. También expresa una idea de jerarquía, al menos para una parte del flujo formativo, en la que un sector intermedio de profesionales (el sector informático) juega el papel de construir e inculcar, a partir de esos conocimientos básicos, otros más técnicos y especializados. El esquema permite también que la universidad juegue un papel más directo suministrando a alguno de los sectores implicados un personal o una formación más *ad hoc* y menos necesitada de complementos posteriores. En todo caso, hay en el esquema una idea latente de que la universidad debe seleccionar entre la vastedad creciente de conocimiento de la

informática un subconjunto más o menos amplio y un formato de enseñanza acordes con las características de este entorno.

Se hace imprescindible en primer lugar plantear un **modelo preliminar de análisis** que sirva de punto de referencia para la organización y desarrollo del debate. Este es el objetivo del presente documento. Concretando, desde cada sector, se deberían abordar los temas siguientes:

1. **Análisis** de la situación y problemas actuales.
2. **Contenidos:** especialidades y áreas básicas.
3. **Criterios** para:
  - Definir los objetivos de las enseñanzas.
  - Organizar los contenidos.
  - Orientar los métodos docentes.

A continuación detallaremos lo que se pretendería discutir sobre cada uno de estos temas.

## 2 Análisis

Partiendo de la figura anterior, desde cada sector se debe identificar, describir y analizar el estado actual de todos los flujos de entrada y de salida, enjuiciando su cantidad y calidad en un marco organizativo concreto y señalando de éste los parámetros y problemas más significativos. Es también conveniente que los tres sectores propuestos realicen un esfuerzo para trazar un cuadro del estado futuro ideal de todas estas características.

Esbozaremos, a modo de ejemplo, algunos problemas generales de interés:

- Tanto los centros universitarios como las empresas y organizaciones usuarias constituyen un abanico muy diverso y distribuido. Cabría deducir que una visión homogénea, centralizada y burocrática del sistema formativo sería inoperante.
- El número de Facultades, Escuelas y Departamentos especializados en este campo se ha multiplicado en los últimos tiempos. Crecimiento tan espectacular no podía por menos que ser desordenado: deficiente planificación, escasez de recursos materiales, ausencia de profesorado suficientemente preparado, etc.
- La rapidez con que se producen los avances científicos, metodológicos y técnicos en Informática ha hecho de la formación continua una necesidad para todos los sectores. Una necesidad que el sistema no parece en condiciones de poder satisfacer.

- La producción en el campo de las Tecnologías de la Información es intensiva en conocimiento. La competencia imperante en el mercado genera una gran avidez de profesionales, lo que se traduce en problemas retributivos y una movilidad laboral inusual en otros sectores.

### 3 Contenidos

El procedimiento que proponemos consiste en no entrar en detalles de programas, y mucho menos de asignaturas, pero sí en ubicar sus contenidos técnicos en relación con las áreas y temas de un modelo común admitido. Este modelo de referencia puede ser el definido por el comité conjunto de ACM y Computer Society del IEEE que ha culminado recientemente la elaboración de una propuesta curricular en Informática<sup>2</sup>.

El citado comité ha tratado de identificar el **material común a todos los programas en ciencias de la computación**. Sus recomendaciones se estructuran alrededor de nueve áreas básicas y una complementaria:

1. Algoritmos y estructuras de datos
2. Lenguajes de programación
3. Arquitectura de los ordenadores
4. Cálculo numérico y simbólico
5. Sistemas operativos
6. Metodología e ingeniería del software
7. Bases de datos y recuperación de la información
8. Inteligencia artificial y robótica
9. Comunicación hombre-máquina
10. Aspectos sociales, éticos y profesionales (complementaria)

Habría que discutir asimismo la vertebración de esas áreas básicas en relación con la necesidad de formar profesionales con distintos perfiles, de acuerdo con las demandas (actuales y futuras) del mercado. Algunos de esos perfiles de profesionales en ciencias y técnicas de la computación podrían ser éstos (y otros muchos derivados):

- Informática (*Computer Science*)
- Sistemas de Información

---

<sup>2</sup>Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force, *Computing Curricula 1991*. ACM Press & IEEE Computer Society Press, diciembre 1990.

DISEÑO CURRICULAR	CRITERIOS
1. <b>Objetivos</b>	Capacidades/Conocimientos
2. <b>Contenidos</b> - Hechos, conceptos y principios - Procedimientos	Abstracción/Realidad Generalismo/Especialismo Producción/Uso <i>Know why/ Know how</i>
- Actitudes, valores y normas	Humanismo/Tecnicismo
3. <b>Método docente</b>	Expresión/Información

Figura 2: Criterios

- Ingeniería del software
- Ingeniería de ordenadores
- Telemática
- Inteligencia artificial e Ingeniería del conocimiento
- Ofimática
- etc.

## 4 Criterios

El diseño curricular, ya sea al nivel global de titulación como al detallado de asignatura, supone algo más que una simple enumeración de contenidos. Tan importantes como éstos son los criterios de diseño, aquellas líneas maestras que deben orientar la enseñanza de toda una carrera o de una materia cualquiera. Clasificamos estos criterios de acuerdo con las tres partes en que se suele descomponer el diseño de un currículo: definición de objetivos, organización de contenidos y método docente (tabla 2).

Simplificando, cada uno de los criterios se presentará en forma de una **dimensión o eje** que reflejará dos enfoques opuestos y a la vez complementarios<sup>3</sup>.

## 4.1 Objetivos

- **Capacidades/Conocimientos**

La pujanza de la innovación en informática hace que buena parte de los conocimientos en materias especializadas queden obsoletos en poco tiempo. Por ello una opción para el largo plazo consiste en dotar a los estudiantes con bases sólidas y duraderas que soporten lo mejor posible el aprendizaje continuo durante su vida profesional. Esto supone orientar la enseñanza (y los procedimientos de evaluación) más a la adquisición de capacidades que de contenidos.

También cabe, por supuesto, la opción contrapuesta, consistente en maximizar la adquisición de conocimientos. Lógicamente, el ideal sería conseguir el máximo de ambos extremos. En la práctica hay que optar por una u otra situación intermedia en relación con estos dos polos.

## 4.2 Contenidos

En la organización de los contenidos, adoptamos la siguiente clasificación<sup>4</sup>:

- Hechos, conceptos y principios.
- Procedimientos.
- Actitudes, valores y normas.

Con respecto a los dos primeros bloques, es posible aplicar los siguientes criterios sobre su estructuración:

- **Abstracción/Realidad**

Se puede observar que, al hacerse más complejas las tareas y más sofisticadas las herramientas para afrontarlas, el trabajo del informático se ha hecho más analítico y abstracto. La simulación, las herramientas CASE, los modelos

---

<sup>3</sup>La discusión de estos criterios proviene fundamentalmente del texto de la conferencia *La formación del ingeniero de telecomunicación en el año 2000*, pronunciada por Fernando Sáez Vacas en el seminario *El Ingeniero de Telecomunicación: Horizonte 2000*, celebrado en El Escorial (Madrid), noviembre de 1991.

<sup>4</sup>Estos apartados son los que ha utilizado recientemente la administración educativa española en la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) para agrupar los contenidos de las materias en la enseñanza primaria. Pensamos que son también válidos para la enseñanza universitaria.

matemáticos, la teoría de sistemas y los lenguajes formales se han ido imponiendo y lo seguirán haciendo. Fenómeno tal distingue a un titulado superior de otro que no lo es. Como contrapartida preocupante, también lo encierra en un mundo simbólico y lo separa de la realidad. De manera que una formación mínimamente equilibrada tiene que restañar este defecto.

- **Generalismo/Especialismo**

Por poner un ejemplo, y considerando los contenidos a nivel global, citemos las proporciones que el CSAB (Computing Sciences Accreditation Board) de EEUU establece para los programas de informática: matemáticas (12.5%), ciencias o métodos cuantitativos (10%), informática (33%), humanidades, ciencias sociales, arte, etc. (27.5%) y optativas (17%).

Por supuesto, se pueden aplicar estos conceptos a cualquier materia del currículo por separado. Cualquier asignatura se puede afrontar desde una óptica más general o más especializada. Incluso podríamos hablar de elegir entre más información y más conocimiento.

- **Producción/Uso**

En la transición desde la artesanía a la ingeniería, la Informática ha forzado la especialización y la diversificación de papeles. Aún sobre la misma materia, se hace necesario formar de manera distinta a quienes deben generar productos informáticos y a quienes van a utilizarlos.

- **Know why/Know how**

*Know how* es el conjunto de conocimientos técnicos imprescindibles para llevar a cabo un proceso productivo. Complementándolo, el *know why* proporcionaría los fundamentos de esos conocimientos. Si el primero es el motor del aparato productivo, el segundo es el motor de la innovación tecnológica.

Por lo que respecta a las actitudes, valores y normas, destacaremos un criterio:

- **Humanismo/Tecnicismo**

Como en otros casos, este eje se puede interpretar a cualquier nivel. En el más elevado trataríamos de la proporción de materias técnicas y de humanidades en el currículo. En el nivel más bajo nos estaríamos refiriendo al enfoque que se da a una materia concreta.

### 4.3 Método docente

- **Expresión/Información**

El método educativo más extendido en las enseñanzas técnicas es básicamente pasivo. El estudiante recibe continuamente información, pero no se le coloca en la situación de sintetizarla, crear alguna nueva y expresarla bajo diferentes formas: proyectos, informes, seminarios, artículos, argumentaciones, etc. Un

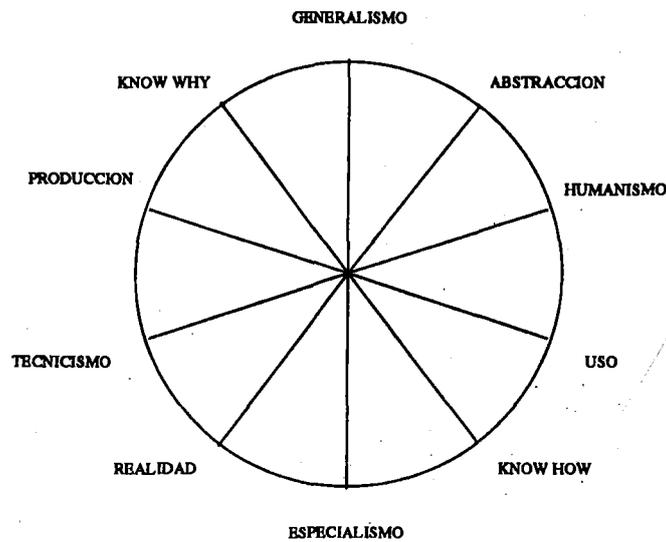


Figura 3: Criterios de enfoque de los contenidos

apartado importante de este polo expresivo tiene que ver con el desarrollo de capacidades de expresión, a las que en el mundo anglosajón se llama *communications skills*. Hace muy pocos años, una encuesta del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) demostró que los ingenieros en ejercicio colocaban estas capacidades como su principal y más sentida carencia.

#### 4.4 Utilización de los criterios

Dejando a un lado los criterios relativos a objetivos y método docente, que podrían tratarse fundamentalmente en términos globales, sugerimos aplicar a la descripción (o enumeración) de los contenidos técnicos que constituyen o deberían constituir los flujos formativos una plantilla o filtro con arreglo a puntos de vista semejantes a los expuestos. El ejercicio habría que practicarlo por cada una de las áreas o materias seleccionadas (figura 3).

Así, por ejemplo, podríamos plantearnos la organización de los contenidos de una asignatura de Programación de muy diversos modos. Según el primer eje podríamos enfatizar el uso de métodos matemáticos formales, presentando la programación como la derivación de programas a partir de especificaciones formales (el polo que hemos denominado *abstracción*). Por otra parte podríamos plantearnos una materia con una fuerte orientación práctica, sobre un lenguaje ampliamente difundido en la comunidad técnica y con un buen número de horas de prácticas con ordenador (*realidad*). Ejemplos similares se podrían plantear para las restantes dimensiones.

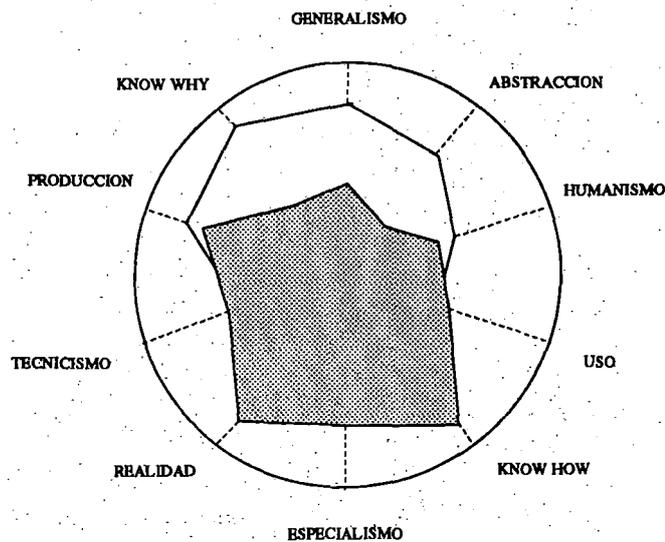


Figura 4: Diferencia de enfoques

Puede apreciarse, incluso visualmente en la figura 4, cómo la diferencia de enfoques de los mismos contenidos produce resultados formativos diferentes, lo que es coherente con (y justifica) la existencia de muy variadas demandas y necesidades, y por tanto de **nichos formativos** que alguien tiene que cubrir en el sistema. Realmente, son los parámetros de la plantilla los que marcan la diferencia y deberían establecerse en cada caso cuidadosamente, puesto que definen la *forma* de la *formación*.

Evidentemente, el aspecto de la plantilla tiene una incidencia clara sobre la misma selección de los contenidos. Decidiendo, por ejemplo, que una cierta área o materia se va a desarrollar potenciando más ciertas capacidades de los estudiantes, su nivel de expresión y el conocimiento fundamental, antes que sus polos complementarios, estableceríamos una estrategia de formación y al mismo tiempo introduciríamos un criterio sobre el qué y el cuánto de los contenidos curriculares. Todos esperamos que esa decisión estratégica sea acertada de acuerdo con las necesidades y recursos a lo largo de un período de tiempo que también hay que ponderar.

## 5 Observaciones finales

Creemos que la perspectiva propuesta en este documento puede contribuir a aflorar puntos de vista diversos, capaces de mostrar la relatividad y dependencia mutuas de los planteamientos formativos de los sectores y subsectores implicados.

Para concluir queremos volver un momento sobre los nichos formativos y los perfiles profesionales.

Es evidente que uno de los conjuntos de informaciones más valiosos con que contamos es el informe de recomendaciones curriculares de ACM/IEEE-CS. Sus requisitos comunes cubren teóricamente los mínimos obligatorios de cualquier carrera de informática (computer science, computer science and engineering, computer engineering, informatics, y otros). Por nuestra parte, sugerimos la conveniencia de no mitificar ciegamente un informe como éste —último vástago por ahora de una serie de informes por desgracia ampliamente desconocidos en el sector informático y en los sectores de usuarios— sin perjuicio de valorarlo como una contribución del mayor interés.

Al respecto, nos planteamos las preguntas siguientes. La primera: ¿debe cualquier programa de formación superior en el campo de la informática necesaria e inexcusablemente asumir todos y cada uno de los contenidos de las áreas descritas en este informe? La segunda cuestión podría ser: ¿cuántos de los perfiles profesionales que se encuentran en la práctica muy directamente integrados con la informática, y de los que en el apartado 3 hemos suministrado una muestra, se ven “tocados” de pleno por dicho informe? Una última pregunta tiene un alcance más específico: ¿poseen las titulaciones y especialidades existentes en nuestros respectivos países la estructura y los grados de libertad pertinentes para permitir generar la variedad formativa que demanda la sociedad?

A la segunda pregunta contesta en parte el mismo informe cuando reconoce, por ejemplo, no haber tomado en cuenta, entre otros, el dominio de los sistemas de información, probablemente uno de los más concurridos en el ámbito socio-económico.

Siguiendo el hilo de las respuestas a estas preguntas podría llegar incluso a cuestionar el grado de finura y de ajuste de las estimaciones relativas a la oferta y la demanda de titulados superiores en el campo de la tecnología de la información que tanto impacto están teniendo sobre la creación de nuevos centros universitarios de enseñanza, por lo menos en el país de los autores.

Por nuestra parte, queremos suscitar la idea de nicho formativo en un sentido mucho más libre y amplio que el considerado en el subapartado 4.4. Un nicho formativo podría constituirse a partir de los siguientes ingredientes: a) una **selección adecuada** de los contenidos básicos del Currículo ACM/IEEE-CS; b) otros contenidos básicos apropiados para un determinado perfil profesional; c) diversos contenidos avanzados o complementarios; y d) una especificación de criterios de diseño curricular (ver apartado 4).

En cualquier caso, creemos que uno de los resultados más interesantes de un debate desarrollado bajo el marco propuesto sería el de profundizar en la comprensión de los papeles cooperativos de los diversos sectores, quizá incluso llegando a un primer bosquejo de “geografía” de la educación informática.