

**El presente artículo trata sobre una cuestión a la que las actuales Juntas del COIT y la AEIT dan una enorme importancia, como es la formación en aspectos de gestión en nuestras escuelas, asignatura pendiente que lleva a que nuestros ingenieros de telecomunicación no lleguen a ocupar, en la medida de lo necesario y deseable, puestos de responsabilidad gerencial y directiva en las empresas del sector**

## Gestión y tecnología\*

**E**ste artículo trata de la enseñanza impartida en la Escuela de Madrid sobre materias de las áreas socioeconómicas y profesionales y en especial de la intensificación "Gestión de la Tecnología", de quinto curso del actual plan de estudios. La redacción del artículo se inició con un propósito meramente informativo, pero posteriormente hemos aprovechado la ocasión para exponer algunas consideraciones de contexto, orientadas a sugerir cierta reflexión sobre la necesidad y el futuro de la enseñanza en estas áreas. Al carecer de espacio suficiente, no se describen los contenidos de las asignaturas enumeradas, por lo que invitamos

al lector interesado a que visite a tal efecto las páginas web de la Escuela. El texto ha sido redactado en nombre de todos los profesores de las asignaturas que se mencionarán más adelante. Lo han leído y manifestado su conformidad.

### UN DÉFICIT EDUCATIVO TRADICIONAL

Desde hace por lo menos quince años, se nos viene diciendo,

y venimos diciendo y escribiendo varios de nosotros mismos, que nuestros ingenieros reciben una buena formación científico-técnica, pero que "se presta poca atención en los planes de estudio a la formación del ingeniero de Telecomunicación hacia el entorno empresarial y el ejercicio de la profesión"<sup>1</sup>. El último aviso nos lo da un editorial de la revista del Colegio de Ingenieros de Telecomunicación<sup>2</sup>, con el que estamos básicamente de acuerdo, siempre que sus planteamientos se consideren extensibles a las empresas de todos los sectores, donde operan habitualmente nuestros ingenieros, y no sólo a las empresas del específico sector de nuestras tecnologías.

El texto recién entrecomillado resume bastante bien casi todas las cosas que se han dicho a propósito de este asunto. No hace más que resaltar la necesidad cada día mayor de facilitar a nuestros futuros ingenieros su adaptación a las estructuras socioeconómicas, en las que de forma creciente las TIC juegan un papel transformador crucial, reconocido por todos (a veces por los demás antes que por nosotros). Ampliaremos este asunto con nuevas ideas en la segunda mitad del artículo.

Ahora vamos a describir la situación actual del plan de estudios a este respecto, eliminando los detalles estructurales, demasiado complejos y engorrosos para quien no esté metido en el ámbito universitario.

<sup>1</sup> Informe de evaluación conjunta de la titulación de Ingeniero de Telecomunicación de las Universidades Politécnicas de Cataluña, Valencia y Madrid, dic. 1997.

<sup>2</sup> BIT, jul.-ago. 2000.

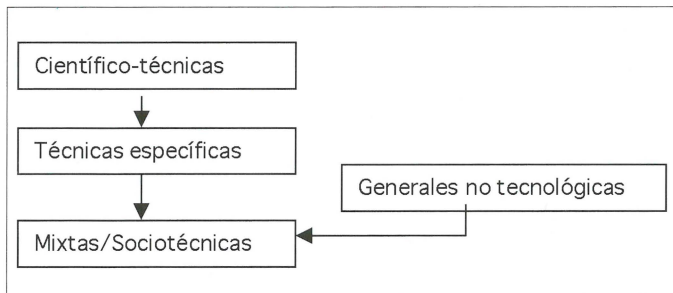


## ESTRUCTURA GENÉRICA DEL PLAN DE ESTUDIOS Y DOCENCIA ACTUAL EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA

Muy grosso modo, las asignaturas de nuestro plan de estudios se pueden clasificar en cuatro categorías: a) Científico-técnicas (Estructura de la materia, Fundamentos matemáticos I, Programación, etc.); b) Técnicas específicas (Tratamiento digital de la imagen, Comunicaciones ópticas, Redes de ordenadores, Sistemas de Telecomunicación, Instrumentación electrónica, etc.); c) Generales no tecnológicas (Economía, Organización de Empresas, Dibujo con ordenador, etc.); d) Mixtas/Sociotécnicas (Investigación de operaciones, Innovación tecnológica, Sistemas de información de la empresa, Bioingeniería (considerada no esta asignatura concreta, sino el gru-

po de asignaturas de la intensificación así llamada), Política y regulación de las telecomunicaciones, etc.).

El diagrama expresa el sentido constructivo de las asignaturas. La relación completa de las materias nos mostraría claramente que los fundamentos constructivos del currículo de nuestros ingenieros son mayoritariamente técnicos, con la excepción del conjunto de asignaturas "generales no tecnológicas", que, además de jugar su papel formativo tradicional, aquí dotarían de fundamentos específicos sobre economía y empresas a las asignaturas del tipo d), entre las que podrían considerarse las que constituyen precisamente la intensificación horizontal llamada Gestión de la Tecnología. Situada ésta, como el resto de las intensificaciones, en 5º curso, la catalogamos de "horizontal" por-



**Se ha hecho un esfuerzo para reducir el déficit de formación del ingeniero de Telecomunicación en el entorno empresarial**

que está abierta a los alumnos de cualquiera de las tres ramas de especialidad -Electrónica, Comunicaciones, Telemática- iniciadas en cuarto curso, que la prefieran a otra de las varias intensificaciones específicas de esas ramas<sup>3, 4</sup>.

Si se hace un repaso al actual plan de estudios se concluye que las asignaturas que responden aproximadamente a las dos últimas categorías, en su orientación de Gestión (incluyendo cuestiones sociales y profesionales), son, s.e.u.o., las siguientes (se señalan con \* las asignaturas que se corresponden mejor con la categoría de "generales no técnicas"):

### Obligatorias:

- Introducción a la Ingeniería (1º curso)
- Economía (3º) (\*)
- Organización de Empresas (5º) (\*)
- Ingeniería y Sociedad (5º)
- Elaboración de Proyectos de Ingeniería (5º)

**Optativas o de intensificación,** todas en 5º, pertenecientes a Gestión de la Tecnología, salvo las dos últimas:

- Investigación de Operaciones
- Dirección y Administración de Empresas (\*)
- Laboratorio de Técnicas de Soporte a la Decisión
- Sistemas de Información en la Empresa
- Laboratorio de Sistemas de Información en la Empresa
- Innovación Tecnológica
- Política y Regulación de las Telecomunicaciones
- Laboratorio de Sistemas de Información para la Gestión de Proyectos
- Planificación de Servicios Telemáticos (intensificación Telemática)

- Gestión de Redes de Telecomunicación (intensificación Telemática)

La mera lectura de los objetivos y de los programas de estas asignaturas muestra de forma incuestionable el esfuerzo que ha hecho la Escuela para reducir el déficit arriba mencionado, aportando contenidos docentes sólidos y muy actualizados. Probablemente, constituirán una sorpresa agradable para quienes en uno u otro momento nos han hecho llegar sus consejos y por supuesto una sorpresa, sin más, para todos los ingenieros que hayan terminado sus estudios hace más de tres años.

No obstante, conviene no perder el punto de vista autocrítico, con el que relativizar el impacto real de ese esfuerzo. En primer lugar, la práctica totalidad de esta clase de formación se concentra en quinto curso, en vez de distribuirse en los dos últimos (segundo ciclo), o tal vez, en los tres últimos cursos.

Además, es indudable, que, en términos cuantitativos, los mayores impactos se producen con las asignaturas obligatorias, que alcanzan, todas y cada una de ellas, de forma promediada, a unos 350 alumnos, mientras que las asignaturas de intensificación u optativas relacionadas anteriormente serán cursadas aproximadamente por unos 35 a 40 alumnos (por citar extremos, algunas asignaturas son cursadas por 25 y otras por 65 alumnos). En función de las distintas modalidades de navegación por el plan de estudios, un estudiante puede cursar desde una de estas últimas asignaturas hasta cinco o seis, incluyendo un máximo de tres asignaturas de labo-

<sup>3</sup> Existe también la intensificación horizontal titulada "Bioingeniería".

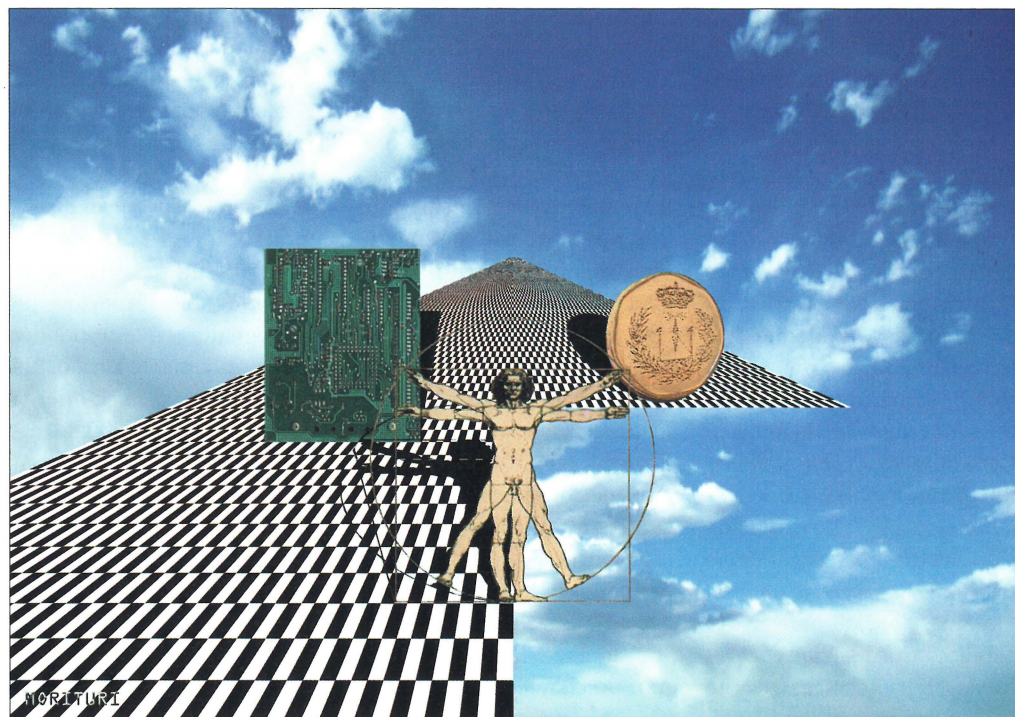
<sup>4</sup> En junio de 2001, tres promociones de ingenieros habrán culminado este currículo.

ratorio. A efectos de comparación, es importante reseñar que, sin contar asignaturas de libre elección, el número total de asignaturas del actual plan de estudios es de alrededor de 140. Dadas las circunstancias actuales de profundísima imbricación de la tecnología en las estructuras sociales ¿es suficiente este impacto educativo?

## UN FENÓMENO NUEVO: LA TURBO-SECULARIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La pregunta que se acaba de plantear tiene un cierto aire retórico. Podría generar toda clase de respuestas, pero la realidad es que fueran cuáles fueran no cambiarían el hecho de que la Escuela está seguramente haciendo a este respecto lo máximo que le permiten su actual estructura de recursos y las normas de funcionamiento que la gobiernan. La cuestión, entonces, es si eso es suficiente para las necesidades de la sociedad.

Estudios sobre la evolución profesional encargados por el Colegio de Ingenieros de Telecomunicación muestran que sus primeros años de actividad los ocupa el ingeniero mayoritariamente en tareas de I + D y en Proyectos y Diseño. Las tareas de Producción y Ventas centran su campana entre los 35 y los 55 años. Inexorablemente, el paso del tiempo conduce al ingeniero a desempeñar tareas de Gestión y Administración. En general, el ingeniero siempre utiliza técnicas, sólo que éstas van debilitándose en cuanto a los contenidos tecnológicos propiamente dichos y haciéndose



## El trascendental cambio que supone el traslado inmediato de la alta tecnología desde el santuario de los técnicos al ámbito de sectores profesionales no técnicos

más densas en contenidos y responsabilidades socioeconómicas, tales como toma de decisiones, planificación, recursos humanos, riesgos, etc., por citar algunos.

Los resultados de un estudio sociológico se obtienen mediante una encuesta dirigida a un colectivo humano. Tienen el valor de la fotografía histórica que recoge el acumulado de las trayectorias de los encuestados, pero no puede reflejar los vectores de tendencia de esos precisos

momentos ni tampoco el acortamiento y aceleración progresivos de los ciclos vitales y profesionales de los ingenieros. Por supuesto, tampoco tiene fácil registrar el hecho del multienclavamiento y diversificación de varios ciclos personales a lo largo de una vida profesional más breve.

Pero, sobre todo, no tiene capacidad para registrar el trascendental cambio que supone la imparable “secularización” de la alta tecnología, es decir, el traslado

inmediato y programado de ésta desde el santuario de los técnicos al ámbito decisorio, funcional y operativo de otros sectores profesionales no técnicos. Subrayamos lo de “traslado”, al menos conceptualmente, e “inmediato”, de ahí lo de “turbo”. Probablemente sea más fácil percibir el cambio analizando los perfiles de muchos de los nuevos puestos de trabajo publicados en cierta prensa internacional y leyendo los excelentes “surveys” y suplementos técnicos y científicos de The Economist, BusinessWeek, Financial Times y otros medios prestigiosos, en papel o por Internet, que se han convertido en muy poco tiempo en referencias obligadas para quien pretenda estar al día sobre los pasos y las orientaciones que siguen el I + D y la industria tecnológica. Sin duda, este fenómeno, que hemos denominado muy plásticamente como de “secularización”, merece un debate aparte y profundo.

Si alguna conclusión se desprende en lo que nos toca es que se requieren cada vez más técnicos profesionales para construir buenos puentes entre la tecnología y la sociedad: para dialogar responsablemente con la alta dirección y con otros profesionales cada vez mejor informados; diseñar estrategias corporativas y definir productos y servicios basados en las TICs; coordinar proyectos complejos; evaluar alternativas y decisiones complejas de empresa que involucran tecnologías concretas; asesorar a la dirección y a los poderes públicos en materia tecnológica; diseñar y conducir procesos de transferencia tecnológica; innovar; realizar estudios de mercado; montar y dirigir empresas; orientar fiablemente al gran público sobre cuestiones de tecnología, etc.

## **RESPUESTA: NECESIDAD DE UNA CULTURA TECNOLÓGICA BIVALENTE**

La formación mixta, o híbrida, necesaria para desarrollar esta clase de tareas, no existe, hoy por hoy, en los niveles de grado. Ahora ya no estamos hablando de “déficit educativo”, concepto aplicable a insuficiencia de suministro de algo que ya existe, sino que podríamos estar hablando más apropiadamente de “vacío educativo”, por referirnos al suministro de un producto que en cierta manera hay que inventar, para dar respuesta al citado fenómeno

inédito de la turbo-secularización. Es un fenómeno nuevo y perturbador (trastocador, dicho en buen castellano). Lo mismo que se ha acuñado el concepto de “tecnología trastocadora” (en inglés, disruptive technology) para señalar, por ejemplo, a aquellas tecnologías concretas que tienen el poder de cambiar radicalmente las bases de un sector industrial, podríamos nosotros reflexionar acerca de

## **Preparar técnicos de alto nivel, formados en una cultura bivalente de la tecnología**

si nuestro sector educativo de la tecnología no se enfrenta acaso a una “disruptive technology secularization”.

Si esta hipótesis fuera correcta, el impacto educativo de nuestras aportaciones en la docencia sobre gestión y tecnología sería meritorio, pero a todas luces insuficiente, porque lo que se plantea socialmente es otro género de respuesta más profunda, instituciones nuevas, capaces de preparar técnicos de alto nivel, formados en una cultura bivalente de la tecnología, que considere a ésta a la vez (léase subrayado “a la vez”), y con la misma o parecida intensidad, en su dimensión de objeto y en su dimensión de instrumento social. Instituciones nuevas para un entorno nuevo.

Fijémonos en lo que significa este concepto esencial de cul-

tura bivalente (dual, bidimensional, bimodal, mixta, híbrida, como cada uno prefiera). Hace unos años <sup>5</sup>, escribimos para el BIT un artículo titulado “Gestión de la Tecnología: una Asignatura Pendiente”. En él se decía que hay un excedente de poder tecnológico y “un déficit de saber cómo aplicarlo a las estructuras económicas y sociales”. Esto último podría leerse como un déficit de conocimiento

de la tecnología entendida como instrumento social, déficit que es precisamente una de las señas distintivas de la cultura monovalente de prácticamente todas las Escuelas de Ingenieros de orientación tecnológica en el mundo.

Aunque resultaría difícil, debido a las extremas rigideces del sistema universitario español, no sería descartable que nuestra Escuela en los próximos años pudiera reunir recursos para mejorar y ampliar su oferta docente sobre gestión y tecnología. Podría, por ejemplo, abrir una especialidad en segundo ciclo (4º y 5º cursos), con el mismo rango teórico que las otras tres especialidades mencionadas, lo que resultaría en sí mismo muy positivo, aún quedándose en los límites intelectuales de una cultura tecnológicamente monovalente. Se llamaría como conviniese, eso ahora es lo de menos: Gestión de la Tecnología, Dirección y Gestión, o de otra forma.

Una medida semejante convergería incluso con la maduración personal de la cerrada estructura demográfica de los docentes de nuestra Escuela, disparada sin remedio ya en una edad media actual (acercándose al punto central de la cuarentena<sup>6</sup>) muy por encima de los niveles considerados compatibles con la creatividad científico-técnica y óptima, por el contrario, en visión panorámica y experiencia organizativa. Pero lo verdaderamente difícil sería hacer permeable todo el plan de estudios a los requisitos de la cultura bivalente. Lamentable, porque, aunque pueda parecer dogmático, hoy sólo una cultura tecnológica bivalente puede constituirse en referente social en materia de tecnología.

Hay, por último, una observación de orden psicológico y cultural a tomar en cuenta: Si pudiéramos imaginar nuestras tecnologías como un barco, podríamos decir que la mayoría de nuestros profesores y estudiantes prefieren psicológicamente, por tradición, estar en la sala de máquinas antes que en el puente, lo cual, mutatis mutandis, es bastante sorprendente para un país netamente clasificado como adoptador, no creador, de tecnología. 

\*Publicado conjuntamente con la revista de la Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones.

**Fernando Sáez Vacas**

• Catedrático de Universidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniero de Telecomunicación por la UPM

<sup>5</sup> BIT, sept.-dic. 1996.

<sup>6</sup> Según datos facilitados por la Secretaría Académica de la Escuela, la edad media de los profesores, sobre una base de 254 individuos, era de 43,64 años, al 31-XII-2000. En números redondos, el 20% de los profesores tiene 53 años o más. El 62% tiene una edad entre 40 y 70 años.