



Cotec 

Pza. Marqués de Salamanca 11, 2º izda.
28006 Madrid
Telf. (34) 91 436 47 74
Fax. (34) 91 431 12 39
www.cotec.es

Cotec 

**José Angel
Sánchez Asiaín**
La tecnología y la
innovación como
soporte del
desarrollo

**José Angel
Sánchez Asiaín**
La tecnología y la
innovación como
soporte del
desarrollo

© Copyright:

Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica
Plaza del Márques de Salamanca 11, 2.º izqda.
28006 Madrid
Teléfono: 91 436 47 74. Fax: 91 431 12 39
www.cotec.es

Maquetación e impresión:

Gráficas Arias Montano, S. A.
Polígono Industrial 6 de Móstoles
C/ Puerto Neveros, 9
28935 Móstoles (Madrid)

Información y pedidos:

Cotec
Plaza del Marqués de Salamanca 11, 2.º izqda.
28006 Madrid
Teléfono: 91 436 47 74. Fax: 91 431 12 39
www.cotec.es

ISBN: 84-95336-52-9

Depósito Legal: M. 14.925-2005

Sumario

Prólogo	9
I. Introducción	13
II. El problema de la competitividad	21
III. La respuesta es la innovación a través del cambio tecnológico	33
IV. Los obstáculos a la transformación de conocimiento en producto interior bruto a través de la innovación	55
V. Innovación, Internet y nueva economía	75
VI. La aproximación académica a la tecnología y a la innovación	85
VII. Dos cuestiones para debate: la universidad y el espacio tecnológico	95
VIII. Situación del sistema español de innovación en 2003	131
IX. Algunas conclusiones	147
X. Bibliografía	159
Anexo. La cuestión tecnológica española ante la ampliación	171

Prólogo

Entre los años 1993 y 2004 tuve la oportunidad de intervenir, en más de media docena de ocasiones, en las habituales sesiones de los martes de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas para hablar de las consecuencias de la tecnología, o más bien de la falta de ella, en la economía de nuestro país. En esas intervenciones, que trataban de reflejar la evolución del conocimiento que sobre esta cuestión íbamos adquiriendo en Cotec, analicé fundamentalmente el déficit tecnológico de España como un problema económico y cultural y otras diversas cuestiones, como por ejemplo el significado de la innovación tecnológica en la competitividad industrial, la convergencia real con Europa o el papel de la Universidad en la capacidad innovadora de nuestro país.

Debo agradecer al Profesor Enrique Fuentes Quintana, Presidente de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas, su insistencia para que convirtiera aquel amplio conjunto de trabajos en un todo unificado y que me ofreciera, como estímulo, su inclusión en la prestigiosa y monumental obra que dirige, titulada «Economía y Economistas Españoles», editada por el Círculo de Lectores. Con algo más de esfuerzo, pude convertir aquellas páginas en un ensayo que se integró en el tomo octavo de esta obra, que tiene por título «La economía como profesión».

Ya editado ese tomo, en Cotec se consideró que aquel trabajo, junto con el texto de otra posterior intervención mía en la Academia, que trató de las consecuencias desde del punto de vista tecnológico de la ampliación europea, debía ponerse a disposición de un más amplio conjunto de lectores interesados por la innovación tecnológica, dado que muchos de ellos no llegarían a esta cuestión de la mano de la Economía. Con este objetivo se publica el libro

que el lector tiene en sus manos, que pretende explicar las razones que hacen de la tecnología y de la innovación un soporte imprescindible para el desarrollo económico de países como España.

Jose Angel Sánchez Asián

Presidente de Cotec



Introducción

Poca atención a la ciencia. Déficit de investigación. Déficit tecnológico. Déficit de innovación tecnológica. Estas y otras similares son expresiones que definen desde distintos puntos de vista un problema que preocupa seriamente a Europa y que, en mayor medida, agobia a nuestro país. En realidad es un viejo problema con el que hemos topado de nuevo, aunque esta vez en un marco y con una política de desarrollo que lo hace más visible y desde luego más dramático.

Un poco de historia nos puede ayudar a situar las cosas en sus justos términos. Porque no podemos olvidar que nuestros problemas industriales vienen de muy antiguo. Recordemos que en este sentido España ha seguido desde siempre una trayectoria claramente divergente respecto al grupo de países avanzados a los que pugnamos por acercarnos en este comienzo del siglo XXI. Los antecedentes los encontramos en lo que se ha llamado «el fracaso de la revolución industrial», y lo que desde finales del siglo XVIII se conoce como «la polémica sobre la ciencia española», en alusión a lo que un siglo más tarde Santiago Ramón y Cajal calificaría como «situación no ya de decaimiento, sino de postración» de la tarea científica (Ayala-Carcedo, 2001; Fuentes 1993:415-445; RACMP 1993).

Ni la ciencia ni la empresa han sido instituciones que han gozado en el pasado en nuestro país del apoyo y comprensión de la sociedad y del Estado. Y hasta época bien reciente, prácticamente hasta nuestros días, la ciencia no ha tenido entre nosotros el valor que le otorgaron los países desarrollados que contribuyeron activamente a la revolución científica. Tampoco la estrecha alianza entre investigación e industria, forjada en la mayor parte de los países avanzados antes de la segunda mitad del pasado siglo, cristalizó en ningún momento en el nuestro. Recuérdense las primeras

décadas de este siglo XX, la guerra civil, y el aislamiento económico y cultural que trajo como consecuencia la no participación de nuestro país en el ingente esfuerzo bélico de la Segunda Guerra Mundial (Velarde, 2001:3 ss.).

De todo ello se derivaron consecuencias negativas sobre el sistema productivo y sobre el sistema español de ciencia y tecnología, consolidándose una estructura productiva escasamente competitiva y poco eficiente, construida exclusivamente sobre la demanda interna. Porque nuestra industria se configuró como un sector macrocéfalo, de dimensiones insuficientes, financieramente insano y sobre todo al margen de la competencia internacional. Nuestra tecnología fue fundamentalmente autárquica, dando lugar a un sistema empresarial que no tuvo acceso a los procesos y esquemas empresariales que se utilizaban ya en todos los países occidentales avanzados. Añadamos el hecho de que las prácticas proteccionistas estimularon nuestra especialización en sectores de trabajo intensivo y de baja complejidad tecnológica.

Como era de esperar, todas estas situaciones dieron lugar a una determinada manera de ver las cosas. Una determinada cultura responsable en gran parte de un agudo problema de competitividad (Sánchez Asiaín, 1995). Y cambiar la cultura de una sociedad no es tarea sencilla en la medida en que para ello se requieren marcos institucionales adecuados, una cierta «masa crítica» y una decidida voluntad de hacerlo.

En todo caso, y adelantándonos a lo que después vamos a analizar, es necesario reconocer que las cosas están cambiando. Y que en una comparación con el perfil y la intensidad de la innovación tecnológica entre nosotros hace una década la característica más sobresaliente es la de un cambio significativo y positivo de clima y de tendencia. Porque hace ahora diez años el problema del défi-

cit tecnológico, significando con esa expresión tanto un déficit de nuestras actividades de I+D cuanto de innovación en sentido estricto, esto es, de cambios de procesos y productos, era especialmente grave en la medida en que manteníamos un perfil muy bajo de percepción, de entendimiento y de comprensión de este proceso. Pues bien, después de estos años, existe ya un notable grado de sensibilidad sobre el crucial papel que en lo económico juega la innovación de base científico-tecnológica en la sociedad global del conocimiento en el arranque del siglo XXI. Un cambio de actitud detectable en los tres elementos esenciales de todo sistema de innovación: las empresas, las administraciones públicas y la comunidad de científicos y tecnólogos. Y especialmente una mayor comprensión de la trascendencia que tiene para nuestro propio bienestar la adecuada vertebración de un vigoroso sistema de innovación (Fuentes, 2001).

A la vez, y en el período más cercano, las políticas públicas han roto la atonía en que nos veníamos moviendo en esta área, lo que se aprecia no sólo en el significativo incremento de los recursos públicos destinados a I+D, sino también por la fijación de ambiciosos objetivos programáticos que tratan de disciplinar los distintos subsistemas del sistema de innovación y de facilitar la proyección del potencial científico-tecnológico acumulado desde los años ochenta a la resolución de los problemas de competitividad de nuestra economía y a la satisfacción de otras necesidades y demandas, como las de la salud y las de la gestión responsable del medio ambiente.

Por eso, a estas alturas ya no hay duda de que lo cultural, basado en esa mayor percepción, va a marcar irremediabilmente nuestro futuro industrial. De ahí que el esfuerzo mayor deba dirigirse a lograr la aceptación de unos nuevos esquemas conceptuales sobre lo

tecnológico, que empiezan a configurar el futuro industrial de las sociedades occidentales y que son los que deberán hacer posible la mejora de nuestra competitividad.

Hace ya casi diez años que, en sus sesiones monográficas semanales, la Real Academia de Ciencias Morales comenzó a plantearse la cuestión tecnológica a partir de la consideración y el debate sobre las distintas facetas de este problema, de sus consecuencias, de la posición comparada de los diferentes países y de la naturaleza de los esfuerzos que habría que hacer para situarnos a la altura de los países más desarrollados en esta línea. Desde entonces he intervenido en siete sesiones, en las que, dentro de un plan global previamente establecido, fui tratando de contemplar los distintos integrantes de ese fenómeno.

Mi primera intervención fue en junio de 1993. En ella planteé el déficit tecnológico como problema económico y cultural. Porque en aquellas fechas, todavía tan cercanas, la tecnología era un mundo del que intuíamos las posibilidades, pero sobre el cual había escasa información formalizada en cuanto a sus consecuencias para la economía española. Quedó claro que el déficit tecnológico constituía un gravísimo problema para España. Volví de nuevo a la Academia con la cuestión tecnológica en 1995, tomando el problema «aguas más arriba», planteándolo desde la perspectiva de la baja competitividad de nuestro país, que tanto amenazaba el nivel de bienestar de los españoles y su incorporación a Europa. Me pareció que era responsabilidad académica poner de relieve con rigor las conexiones existentes entre el nivel de tecnología y el producto interior bruto.

En diciembre de 1997 planteé por tercera vez la cuestión, destacando la importancia que para la convergencia real con Europa tenía disponer de un adecuado sistema nacional de innovación. Por-

que si en 1993 el planteamiento culturalmente más aceptado y más realista era que España padecía un déficit de investigación, en 1997 se había llegado al convencimiento de que no era sólo investigación lo que nos faltaba, sino que nuestro problema fundamental era el déficit tecnológico. Un año después constatábamos que también esta expresión había desaparecido prácticamente de nuestro lenguaje y en cierto modo de nuestras preocupaciones, porque poco a poco estábamos llegando al convencimiento de que en Europa, y especialmente en España, el verdadero déficit que impide el crecimiento y la convergencia con los países con los que nos comparamos no era ni de investigación ni de tecnología, sino de innovación tecnológica.

Estas intervenciones y otras dos más (enero y noviembre del año 2000), junto con otros trabajos en los que he tratado esta cuestión, constituyen los materiales que me han permitido redactar los capítulos que, bajo el título de «La tecnología y la innovación como soportes de desarrollo», siguen a esta pequeña introducción. Las referencias de estos trabajos están recogidas al final de estos capítulos.

A lo largo de ese período que corre desde 1995 a la actualidad, las cosas han cambiado mucho, porque, como podrá verse con la lectura de este trabajo, hoy el problema tecnológico es comprendido y valorado correctamente por toda la sociedad. El análisis académico de la innovación tecnológica que hacen nuestros economistas está alcanzando altas cotas. Y desde fechas muy recientes nuestras políticas públicas se están moviendo en la línea adecuada.



El problema de la competitividad

Contenido

La competitividad en Europa y en España. **Pág. 23**

¿Por qué falla la competitividad? **Pág. 25**

Los nuevos índices tecnológicos como índices de competitividad. **Pág. 30**

El problema de competitividad al que nos enfrentamos es muy fácil de visualizar. Empezando por la indiscutible realidad de que nuestro continente está perdiendo la guerra de la competitividad. La OCDE define la competitividad como «el grado en que, bajo condiciones de libre mercado, un país puede producir bienes y servicios que superen el examen de los mercados internacionales y que permitan mantener el crecimiento sostenido de la renta nacional de sus ciudadanos». Y la Unión Europea nos dice que desde 1989 el ritmo de crecimiento de la producción de bienes y servicios en los países miembros registra una baja constante, porque en un contexto de dura competencia en los mercados mundiales nuestra industria se encuentra en inferioridad de condiciones debido al deterioro de la competitividad.

Más recientemente, en la cumbre de Lisboa de marzo de 2000, los jefes de Estado y de gobierno, conscientes de la enorme diferencia que en cuestiones tecnológicas existe entre la Unión Europea y Estados Unidos, y en especial y de manera progresivamente creciente en cuanto se refiere al desarrollo de las nuevas tecnologías, establecieron como objetivo para la próxima década promover una economía basada en el conocimiento, en orden, subrayaban, a convertirla en la economía más competitiva y dinámica del mundo. Una economía, decían, que fuera capaz de generar un crecimiento económico sostenible, con más y mejores empleos y con mayor cohesión social (Comisión Europea 2000a).

La competitividad en Europa y en España

La Unión tiene muy claro que desde hace mucho tiempo nuestro continente está perdiendo posiciones. Que las está perdiendo especialmente frente a Estados Unidos y frente a economías avanza-

das emergentes, como Singapur o Hong Kong. Y que las está perdiendo en las líneas más fundamentales.

En el Informe Busquin de la Comisión Europea [2000b], hecho público en enero de 2000, se recordaba que la balanza comercial europea de productos de alta tecnología tuvo en el ejercicio 1999 un déficit de veinte mil millones de euros, advirtiéndonos que ese déficit iba a crecer en los próximos años. Nos decía que Europa está invirtiendo progresivamente menos en «conocimiento». Que la imagen que los europeos tienen de la ciencia es peor que la que tuvieron en otros momentos históricos. Que la distancia entre el mundo científico y la sociedad es grande. Que cada vez lo es más. Y que el progreso científico parece inspirarles más angustia que esperanza.

Y en el documento «La Innovación en una Economía de Conocimiento» de septiembre de 2000, la Comisión Europea [2000c] informaba al Consejo y al Parlamento Europeo que para alcanzar los objetivos de competitividad fijados en Lisboa sería necesario que la innovación impregnase la economía y se instaurase en profundidad en la sociedad europea. Entendiendo por innovación la renovación y ampliación de la gama de productos y servicios y de los mercados asociados, el establecimiento de nuevos métodos de producción, suministro y distribución, la introducción de cambios de gestión, la organización del trabajo y las condiciones laborales, y la preparación de los trabajadores.

Para mejor situar todo lo anterior, tenemos que recordar que el *World Economic Forum* [2000], que informa con carácter regular sobre el índice del nivel de competitividad de la Unión Europea, señala que en 1999 fue del 0,57 frente al 1,58 de Estados Unidos. Lo que, pese a la relatividad de estos índices, marca una brecha realmente notable entre ambos continentes. Y el Instituto Internacional para el Desarrollo de la Gestión (IMD) pone de manifiesto

que en la lista de los países más competitivos del mundo, España ha ocupado en los últimos cinco años puestos que van del 20 al 26.

¿Por qué falla la competitividad?

El *Libro Blanco* de la Unión Europea, «Crecimiento, competitividad y empleo» de 1994 dice que desde 1989 el ritmo de crecimiento de la producción de bienes y servicios en la Comunidad registra una minoración constante. Y que en un contexto de dura competencia en los mercados mundiales, la industria comunitaria se encuentra en inferioridad de condiciones debido al deterioro de su competitividad comercial. Acepta la Comunidad que la industria europea ha mejorado recientemente, pero señala que persisten puntos débiles, importantes e inquietantes, tales como una productividad insuficiente o un esfuerzo en I+D que sigue siendo desigual y disperso. También señala como débil la baja capacidad de innovar, es decir, de lanzar nuevos productos y servicios y comercializarlos rápidamente en los mercados mundiales o, lo que es lo mismo, de reaccionar rápidamente a los cambios de la demanda (Sánchez Asiaín 1998a).

La especialización de la economía europea tampoco va por el buen camino. Porque Europa mantiene e incluso aumenta su nivel de exportaciones en los productos de baja tecnología, aunque empeora en los bienes de tecnología avanzados, que son los de rápido crecimiento y alto valor añadido, como ofimática o equipamiento médico y quirúrgico (Comunidad Europea 1999).

Sobre las posibles causas de esa pérdida de competitividad, durante muchos años se pensó que el nivel de endeudamiento de las empresas europeas era un grave inconveniente, pero en los últimos tiempos se ha producido un claro saneamiento que las coloca en

mejores condiciones que sus competidoras mundiales, sin que haya mejorado sensiblemente su posición. Tampoco los márgenes de beneficios, que parecían altos, son una razón, porque también se han reducido a los niveles de las empresas estadounidenses y japonesas, y nada ha cambiado en el orden de la competitividad.

La razón fundamental, la que cada día aparece como principal responsable de la falta de competitividad, es que la innovación en procedimientos, en productos y en organización del trabajo constituye la más importante e indiscutible fuente directa de su mejora. Y ahí es donde tenemos un notable déficit (Sánchez Asiaín 2001a). Porque Europa está resultando ser especialmente ineficaz en la transformación de los resultados de la investigación, es decir, en la traducción del conocimiento a productos y servicios.

En el *Libro Verde sobre Innovación* de 1995, también de la Comisión Europea, se pone de manifiesto que una de las principales debilidades del sistema productivo de Europa reside en lo que se ha etiquetado como la «paradoja europea», es decir, la baja capacidad que Europa tiene de convertir los avances científicos y tecnológicos en éxitos industriales y comerciales. En ese libro se reconocía que los nuevos parámetros del contexto socioeconómico y científico obligaban a incrementar de manera significativa la capacidad de las instituciones y las empresas para invertir en los «activos intangibles» y gestionarlos, y muy en particular el potencial científico y su traslación a la actividad emprendedora. Con el tono propio de un texto orientado a cambiar el curso de acción de la empresa y la Administración, se hacía una llamada explícita a «la movilización». Una movilización, se afirmaba, que

...es tanto más necesaria porque Europa está en una situación paradójica. Comparándolos con los de sus principales competidores, los resultados científicos de la Unión Europea son excelentes, pero en los últimos quince años sus resultados tec-

nológicos, industriales y comerciales en los sectores punta, tales como la electrónica y las tecnologías de la información, se han deteriorado. Y ello informa sobre la importancia estratégica y la necesidad que tenemos de transformar mejor y más rápidamente el potencial científico y tecnológico en innovaciones rentables.

Dos puntos interesa notar en ese diagnóstico de la Comisión Europea. El primero y más obvio es que es posible contar con una institución científica bien desarrollada y, al tiempo, con una capacidad de innovación relativamente modesta, una copresencia que compone la «paradoja europea». Y si se parte del supuesto de que las mejoras incrementales o radicales en procesos y productos resultan ser dependientes hoy, en gran medida, de la capacidad de generar avances en ciencia y tecnología, parece obligado examinar con el mayor detalle qué es lo que ocurre en el interfaz o en la comunicación y coordinación entre la empresa, por una parte, y el sistema público de investigación, por otra, y muy señaladamente dentro de éste con la universidades. Pues se supone que la capacidad de este último no está a la altura, en la magnitud y forma adecuada, de las necesidades de la empresa. El examen de las arquitecturas institucionales de la universidad y empresa europeas «prototípicas», si es que podemos hablar de un perfil medio europeo, y de sus modos de relación aparecen así como una de las tareas centrales para el análisis.

El segundo punto se refiere a una limitación conceptual de ese enfoque. Porque independientemente de un diagnóstico quizás excesivamente optimista sobre la capacidad científica que Europa tiene hoy comparada con la de Estados Unidos, en esa formulación está implícito un esquema conceptual basado en un flujo lineal, que, partiendo de la ciencia, llega o se traduce con mayor o menor efectividad y eficacia en la creación de bienes y servicios.

Después me referiré a ese esquema; pero, por el momento, me interesa retener el primero de los puntos que, en el análisis de la Comisión Europea, desembocaba en una crítica de la rigidez institucional y de los modelos formativos de las universidades e, incluso, de los escalones previos del sistema educativo.

A la vista de todo ello, parece que son tres los factores fundamentales que han conducido a la situación que denuncia la paradoja. En primer lugar, un menor nivel de recursos públicos y privados dedicados a investigación y desarrollo. Así, mientras la Unión Europea dedicó a I+D en 2000 el 1,93 % de su producto interior bruto, Estados Unidos dedicó el 2,69 % y Japón el 2,98 %.

En segundo lugar, una falta de coordinación de las actividades y programas de investigación entre las del ámbito de la Comunidad Europea y las de carácter nacional. Y dentro de estas últimas, entre las actuaciones impulsadas por los distintos departamentos y agencias gubernamentales.

El tercer factor es el importante desajuste entre capacidad científico-tecnológica y su aplicación empresarial. Sin duda ésta es la debilidad mayor del sistema de innovación en Europa, y la que explica realmente nuestra pobre posición.

Para la economía española vale plenamente la descripción europea que acabamos de ver. Los mismos problemas. Las mismas situaciones. Más agudas o más graves en muchas ocasiones. Todo lo cual ha planteado la cuestión de que para conseguir nuestra convergencia real con Europa será necesario disponer de un adecuado sistema nacional de innovación que facilite la mejora de nuestra baja capacidad de convertir conocimiento en producto interior bruto a través de mercado (Sánchez Asiaín 1999a).

En todo caso es necesario recordar que nuestra historia sobre inversión en I+D no puede ser más triste. En las décadas de los se-

senta y setenta nuestro gasto en I+D, en porcentaje sobre el producto interior bruto, se encontraba prácticamente en el pelotón de los países en vías de desarrollo. En 1964 escasamente suponía el 0,2 %. Tardó seis años en colocarse en el 0,28 %. Y cinco más tarde, en 1975, sólo habíamos alcanzado el 0,30; el 0,45 en 1983. Desde luego estábamos siempre en el grupo de cola de los países de la OCDE.

Es en los años que van de 1988 a 1993 cuando se produce un importante salto, de tal manera que en 1993 nuestro índice de I+D alcanza el 0,91. Un importante esfuerzo, sin embargo, que todavía nos dejaba a una enorme distancia de los otros grandes países europeos. Porque ese máximo del 0,91 de 1993 compara muy mal con el 1,26 de Italia, el 2,15 del Reino Unido, el 2,43 de Alemania, o el 2,45 de Francia.

La tendencia a acortar distancias, mantenida desde 1988 a 1993, quebró en los años siguientes, de tal manera que en 1998, el índice bajó al 0,9. Y sólo en el año 2000 ha llegado al 0,94, último dato conocido. Esta inexplicable falta de preocupación por la investigación es una de las razones que justifica nuestra pobre posición competitiva.

Es importante destacar que el índice de I+D es elaborado anualmente en España por el Instituto Nacional de Estadística con normas internacionales que permiten su homologación con otros índices. Para ello, la OCDE mantiene actualizado desde la década de los cincuenta un manual, cuya primera edición (1966) está fechada en Frascati (Italia), que se denomina por ello «Manual de Frascati», con las pautas que se han de seguir para confeccionar los formularios que recogen los datos de la actividad de I+D en sus países miembros. Es un índice de gasto y no un índice de consignaciones presupuestarias. Por lo tanto, en su elaboración se tie-

ne en cuenta sólo lo que los investigadores nacionales han gastado realmente, y no lo presupuestado.

Los nuevos índices tecnológicos como índices de competitividad

Especial relevancia pueden tener los índices de incorporación y utilización de las nuevas tecnologías, que ponen de manifiesto que la brecha tecnológica entre Europa y Estados Unidos no sólo es muy importante, sino que se acentúa con los modernos instrumentos tecnológicos,¹ que van afectando cada día más negativamente a nuestra competitividad.

Es significativo el índice de usuarios de Internet por cada cien habitantes. Un índice que para Estados Unidos alcanza el 44 y en Europa el 19. O el número de *hosts* conectados a Internet, que en Estados Unidos llega a 148 por cada mil habitantes, frente a 41 en Europa. Significativo es, también, porque valora las posibilidades del comercio electrónico, el número de servidores web «seguros» en transacciones económicas. Este dato nos indica que por cada millón de habitantes el número de esos servidores es en Estados Unidos de 208, frente a una media europea de 27.²

¹ A principios de 2000 se estimaba que los usuarios mundiales de Internet se repartían así: 43 % para Estados Unidos, 23 % para Europa y 1 % para España. En octubre de 2000 se estimaba que el crecimiento sería para este año del 40 % para el total mundial y el 50 % para España. Habremos pasado del 1 % al 1,06 %, pero en términos absolutos la brecha es abrumadora.

² Sobre indicadores de penetración social de nuevas tecnologías, véase el primer capítulo de Cotec [2000a]. También son de interés el trabajo elaborado por el SEDISI para el Ministerio de Industria y Energía, titulado *Las tecnologías de la información en España*, que contiene datos de 1998, y el «Informe Anual» de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Otros documentos aportan da-

La comparación empeora si se analizan, referidos a nuestro país, los índices de incorporación y utilización de nuevas tecnologías que acabamos de ver. Porque en relación con Europa, que ya se encuentra como acabamos de ver a enorme distancia de Estados Unidos, España apenas llega a la cuarta parte de usuarios de Internet, y a la sexta de *hosts* conectados.³

Estos indicadores no constituyen sino una consecuencia más del retraso estructural que tenemos en España, que en resumen podría describirse señalando que nuestro gasto per cápita en nuevas tecnologías sólo representa una cuarta parte del estadounidense y la mitad del europeo; gasto que, además, se distribuye de manera muy diferente a lo que viene siendo habitual en otras economías desarrolladas. Porque nuestra inversión en informática y en redes privadas de comunicaciones representa algo más de una tercera parte del gasto de Europa, mientras que en equipos y servicios de telecomunicación nuestro gasto asciende a tres cuartas partes. Ello quiere decir que gastamos mucho más, proporcionalmente, en equipos y servicios de telecomunicación, y notablemente me-

tos menos orientados a la situación española, pero de indudable relevancia, como es el caso del Technology Outlook de la OCDE del año 2000 o la publicación del EITO titulada *European Information Technology Observatory*, del año 1999.

³ Según el European Information Technology Observatory 2000 (EITO 2000), el número de usuarios de Internet creció en España más que en Estados Unidos, la UE y Japón entre 1997 y 1999, y se prevé esta misma tendencia hasta el año 2005. En 1999 en Estados Unidos había más de 77 millones de usuarios frente a los 43 de la UE y los 2,5 de España. EITO prevé que el número de usuarios de Estados Unidos y de la UE se igualen en el año 2005. España tendría entonces 8,5 millones. El crecimiento en los años 1996 a 1999 de los gastos per cápita en tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) fue más elevado en España que en Estados Unidos, UE y Japón. El crecimiento en Estados Unidos y en la UE fue similar. Sin embargo, en valores absolutos, los de Estados Unidos superaron en 1999 en dos veces y media a los de España y los de la media de la UE en una vez y media.

nos en equipos informáticos y redes privadas. Lo que se traduce en un más bajo aprovechamiento estructural del potencial que ofrecen las nuevas tecnologías instaladas.



**La respuesta es la innovación
a través del cambio tecnológico**

Contenido

¿Importa la industria? **Pág. 35**

Ciencia y tecnología. La redefinición de la política científica. **Pág. 37**

La apuesta estratégica por la innovación tecnológica. **Pág. 40**

Innovación y competitividad. **Pág. 42**

El cambio institucional. **Pág. 43**

El sistema nacional de innovación. **Pág. 45**

Los componentes del sistema de innovación. **Pág. 47**

Los movimientos en la competitividad en todo caso no son ajenos a los múltiples cambios experimentados en todos los órdenes en las últimas décadas. Venimos asistiendo a un proceso de profunda transformación de las economías avanzadas, una transformación que ha dado como resultado la erosión, cuando no el derrumbamiento, de algunos sectores industriales tradicionales, la emergencia de otros nuevos, el reforzamiento de las interacciones entre el sector servicios y el sector industrial, y, por debajo de todo ello, una notable modificación horizontal de los modos de diseñar, de producir y de comercializar la gran mayoría de los bienes y servicios.

En paralelo, y como consecuencia de esa transformación, hace tiempo que se ha abierto el debate acerca de lo que debería ser la estructura económica ideal de las sociedades avanzadas. Uno de los cambios sustanciales que desde el punto de vista conceptual se ha deducido de ese debate ha sido el volver a aceptar que el sector industrial es prioritario en el desarrollo de las economías nacionales y regionales, algo que ya habíamos olvidado. De manera que si durante más de una década se vio como un fenómeno natural de los países desarrollados la aceptación de una cierta desindustrialización, la conveniencia de reducir la población activa ocupada en el sector industrial y de reducir su contribución al producto interior bruto en beneficio del sector servicios, desde comienzos de los años ochenta, se ha venido apreciando un giro radical que trata de corregir la política seguida en el pasado respecto a ese relativo abandono de la industria.

¿Importa la industria?

Este cambio puede sintetizarse con la expresión «la industria sí importa», que dio título a uno de los más vigorosos alegatos a favor de una nueva «reindustrialización». Alegato debido a los profesores Cohen y Zysman, de la Universidad de Berkeley, funda-

mentado en la indiscutible existencia de «vínculos estratégicos» o «conexiones directas» entre el sector industrial y los servicios de alta calidad y valor añadido, vínculos que demuestran que el ocaso de la industria implica siempre, a medio plazo, un paralelo descenso de actividad de los segmentos más apreciados del sector servicios, es decir, de aquellos que preceden y acompañan la producción. Una tesis que supuso el reconocimiento de la urgente necesidad de un nuevo renacimiento industrial.

A partir de ello, la atención de los expertos se centró en la búsqueda de propuestas de carácter macro y micro que promovieran vías de mejora de la competitividad. Una búsqueda que poco a poco se fue centrando, por una parte, en los modos de aproximar la creación de conocimiento y la producción de riqueza y, por otra, en la definición de modelos que permitieran una integración eficaz en la empresa de los recursos humanos, de las tecnologías avanzadas y de una estructura organizativa puesta al servicio de la innovación.

Uno de los ejemplos más expresivos de ese nuevo modo de ver las cosas lo constituye el Informe de la Comisión de Productividad Industrial del Instituto de Tecnología de Massachusetts, que, bajo el título *Made in America*, recogió la aportación de un amplio equipo multidisciplinario, y que ha contribuido a crear doctrina.

La preocupación de los autores del proyecto *Made in America* era cómo enfrentarse al progresivo declinar de la productividad en Estados Unidos. Un país que contaba con la ciencia básica más avanzada del mundo y con los científicos y tecnólogos mejor formados, pero que veía que progresivamente se reducía su capacidad de trasladar ese diferencial de conocimiento a la oferta de procesos y de productos. De tal manera que Japón, concentrándose en áreas de investigación tecnológica de carácter más aplicado, era capaz de captar mercados de productos inequívocamente esta-

dounidenses, como la electrónica de consumo, utilizando además un tiempo medio para llegar al mercado sensiblemente más corto en muchos sectores emblemáticos de la industria estadounidense, e incluso con niveles de calidad muy superiores. Al final, uno de los puntos fuertes de ese trabajo de búsqueda de mecanismos para mejorar la competitividad consistió en poner de manifiesto las importantes dificultades y barreras que existían para transformar en innovación los conocimientos básicos generados en las universidades. Y del Proyecto *Made in America* se derivó, como ya es conocido, una ambiciosa estrategia operativa que terminó dando resultados muy positivos (Dertouzos, Solow, Lester y otros 1989).

Hay que reconocer que esa obra ha tenido una influencia de primer orden para repensar las fuentes de la competitividad de las economías avanzadas o, si se quiere, de las economías intensivas en conocimiento, en el marco de la globalización del cierre del siglo. La influencia del tipo de análisis, y en parte de las tesis del trabajo del MIT, puede verse de manera explícita en monografías como la publicada bajo el título *Competir en Europa*, elaborada por una comisión formada por la Fundación Empresa y Ciencia [1996].

Ciencia y tecnología.

La redefinición de la política científica

Otro importante eje de los debates sobre la necesidad de un renacimiento industrial lo constituyó el examen de los modos de gestión, así como la orientación de la ciencia y la tecnología en el contexto de unas economías cada día más intensivas en conocimiento. De lo que se trataba era de cuestionar la eficacia de las políticas públicas dominantes para promover la tecnología en las condiciones que podía ofrecer un nuevo marco, caracterizado por la globalización de la actividad económica y por varias décadas

de crecimiento exponencial del edificio de la ciencia. Unas políticas que durante décadas habían asegurado su apoyo sin reservas a la llamada investigación básica, dando por supuesto que «antes o después» de esa investigación se derivarían aplicaciones prácticas imposibles de anticipar.

Sin embargo, en los últimos años, y a través de los debates promovidos a favor de la reindustrialización, hemos venido asistiendo también a un importante cambio de perspectiva en la definición de la política científica. Un cambio que ha consistido en la paulatina reducción del peso de la investigación orientada a la promoción del avance del conocimiento sin búsqueda directa de aplicaciones prácticas, que ha tenido que ir cediendo, o al menos compartiendo recursos financieros y humanos, con la llamada investigación estratégica. Es decir, con una investigación orientada ahora al servicio de objetivos socioeconómicos concretos. Una fórmula que se ha ido imponiendo especialmente en empresas con fuertes departamentos en I+D, que de forma paulatina han ido orientando sus investigaciones al logro de una estricta coordinación entre los programas de investigación y la estrategia comercial.

Así está sucediendo, pese a que este modelo de investigación estratégica no está todavía hoy suficientemente fundamentado, porque la historia de la tecnología y de la innovación nos proporciona abundante evidencia empírica acerca del tortuoso curso que, a veces, nos lleva desde el progreso puramente teórico a la mejora o a la introducción de nuevos procesos y productos. Y viceversa.

Los vínculos entre teoría y aplicación práctica se han ido multiplicando, haciéndose sus raíces cada día más y más profundas, obligándonos a romper esquemas simplificadores acerca de lo que es útil y de lo que se supone que sólo contribuye a un mejor conocimiento de la realidad. De ahí que en aquellos países y regiones

que conforman un entorno cultural e institucional comprometido con la excelencia y con la innovación tecnológica, en los que los agentes públicos y privados comparten la percepción de que economía y sociedad descansan cada vez más en una infraestructura de intangibles, de teorías, de información y de conocimiento científico, la actividad científica y las estrategias empresariales se proyectan con una amplia área de solapamiento y trabajan en continua redefinición. Y en esos entornos, los flujos de información se han ido haciendo, significativa y progresivamente, más rápidos y más densos en ambas direcciones, con indiscutibles efectos sobre el nivel de competitividad.

Por otra parte, un reciente estudio acerca de la relación entre investigación básica y proceso de generación de patentes ha demostrado que la investigación científica financiada con fondos públicos representa en Estados Unidos el principal papel en la innovación industrial. Porque el 73 % de las investigaciones que dan base a las patentes industriales estadounidenses se desarrollan en universidades y en centros de investigación gubernamentales, y tan sólo el 27 % tienen su origen en científicos que trabajan en la empresa.

Lo que se desprende de todo lo anterior, y más en general de las pautas de innovación utilizadas en Estados Unidos, es que en Europa necesitamos incrementar las actividades de I+D, tanto públicas como privadas, pero que lo que necesitamos, por encima de ello, y fundamentalmente, es promover la ciencia y la tecnología de excelencia, es diseñar interfaces de comunicación más eficaces entre oferta y demanda. Entre las instituciones dedicadas a la creación de conocimiento y las instituciones que integran el mundo de la empresa. En pocas palabras, una orientación programática cuyo desarrollo requiere en Europa, y muy especialmente en España, del concurso decidido de las administraciones públicas y de una mejor

coordinación de esfuerzos. Lo que incluye una redefinición de los papeles de la universidad, de la empresa y de la Administración. En consecuencia, la solución a los problemas de la competitividad debe pasar por reexaminar los puntos fuertes y débiles en los que basar una mejor división del trabajo entre todos los agentes del sistema de innovación, que favorezca la constitución de una tupida red de relaciones entre industria y universidad. Una red que puede tomar diversas formas, aunque, con independencia de unas u otras, lo que realmente es urgente es la construcción de circuitos de transmisión de información, de relaciones de confianza y de intercambio de conocimiento tácito entre los varios agentes del sistema.

La apuesta estratégica por la innovación tecnológica

Todo ello quiere decir que la solución debe pasar por una decidida apuesta por la innovación tecnológica, definida la innovación como un proceso capaz de crear cualquier clase de conocimiento y convertirlo en algo económicamente útil, lo que plantea la relevancia económica del concepto (Sánchez Asiaín, 1998*a*, 1998*b*, 2000*a*, 2000*b*). Porque la creación, difusión y explotación del conocimiento es una fuente de riqueza que cada día toma mayor importancia para el mundo desarrollado, en la medida en que, cuando una idea se convierte en una realidad capaz de atender una nueva necesidad, o dar mejor respuesta a una antigua, o a menor coste, aparece una fuente de riqueza con consecuencias en el empleo y en la calidad de vida (Sánchez Asiaín, 1998*a*).

Conforme la globalización de la vida económica y social ha ido tomando forma, cada vez se ha hecho más evidente que los países deben optar entre apostar decididamente por la formación y la in-

investigación de punta o resignarse a competir con bajos salarios. Y ha sido la propia Comisión Europea quien con más fuerza ha planteado a escala de nuestro viejo continente la trascendencia de movilizar todos los recursos de I+D, antigua fórmula reconvertida en I+D+i, subrayando la importancia que para los resultados económicos de los distintos países tienen la coordinación y la convergencia entre el mundo de la empresa y el mundo de la investigación.

Desde el *Libro Blanco sobre Crecimiento, competitividad y empleo* de 1994, hasta el titulado *Mejorando el potencial humano*, o el recién iniciado proyecto *Made in Europe*, pasando desde luego por el *Libro Verde sobre la innovación* de 1995, toda la literatura responde al sentimiento de un cambio fundamental que se ha producido en los últimos veinte años, y que se basa en unos planteamientos de apuesta estratégica por la innovación tecnológica que descansa en una doble percepción.

Por una parte descansa en el convencimiento de que el crecimiento económico, el mantenimiento del empleo y la competitividad, pasan inevitablemente por la innovación. Por otra, se apoya en la constatación de que la situación de la Unión Europea en materia de innovación no es nada satisfactoria, a pesar de disponer de un nivel científico de primer orden. Y esa distancia entre un relativamente alto potencial científico y una modesta capacidad comercial produce lo que ya se llama la paradoja europea a la que antes nos hemos referido.

Porque cada día está más claro que el problema real de Europa para mejorar su capacidad de competir en los mercados globales no es déficit de investigación, no es el déficit puramente tecnológico, sino algo mucho más evolucionado en términos conceptuales. Algo en lo que hemos fijado la atención hace todavía muy poco tiempo, algo que se encuentra al final del proceso de producción de conoci-

miento y que llamamos «innovación». Porque «transformar» más eficazmente conocimiento en riqueza, que es a lo que la Comunidad nos urge, requiere de un ciclo completo. Un ciclo que comienza en la investigación que genera conocimiento. Que posteriormente debe transformarse en una tecnología, que debe convertirse luego en una máquina, en un equipo o en un proceso industrial, que un empresario incorpora a su sistema de fabricación. Que es lo que, al final, permite ofrecer al mercado un producto o servicio nuevo, más barato o con más prestaciones. Y éste es el ciclo completo. Investigación. Tecnología. Innovación. Mercado. Producto interior bruto.

Un ciclo que si se interrumpe en algún momento, o «pierde sustancia», o pierde velocidad al pasar de una etapa a otra, puede hacer que sean perfectamente compatibles unos resultados científicos excelentes, con unos pobres resultados industriales y comerciales. Que es lo que está dando origen a nuestra baja competitividad.

Innovación y competitividad

La cuestión de la llamada paradoja europea, que nos plantea la necesidad de transformar «mejor y más rápidamente» conocimiento en producto interior bruto, nos obliga a repensar el fundamento doctrinal de nuestras organizaciones. Nos hemos referido con anterioridad al libro *Made in America*. Se publicó en 1989 y constituye una de las piezas doctrinales más influyentes sobre la innovación y la competitividad de las economías nacionales aparecidas en la última década, y un análisis multidimensional sobre los problemas económicos de un país con un enfoque «de abajo arriba». Esto es, poniendo el acento en los procesos económicos, en las plantas de la empresa y en los centros de investigación. Fue editado por la Comisión de Productividad Industrial del MIT, que convocó a destacados economistas, como el premio Nobel Robert

Solow, tecnólogos y científicos sociales para debatir y llegar a conclusiones sobre la cuestión de la competitividad. La innovación no era el centro del análisis, pero emergió como una cuestión fundamental que había que reexaminar, desde la contribución a la misma de la empresa, la función de las políticas públicas para su promoción en el nuevo contexto, y la misión de las universidades, particularmente de las de fuerte contenido científico y tecnológico, como es el caso del propio Instituto de Tecnología de Massachusetts (Castells 1997: III ss.).

Made in America ha tenido una influencia doctrinal de primer orden en lo que respecta a repensar las fuentes de la competitividad de las economías avanzadas, o si se quiere de las economías intensivas en conocimiento, en un contexto complejo en el que destacan como nuevas características la globalización, un avance sostenido de la ciencia y de la tecnología, una ampliación dramática de los mercados en paralelo a su segmentación, una fortísima aceleración del ritmo de cambio de las economías y la redefinición constante de las fronteras entre sectores económicos.

El cambio institucional

Ya hemos visto que el análisis que la Comisión Europea hace sobre todo ello desemboca en una crítica de la rigidez institucional y de los modelos formativos de las universidades, e incluso de los escalones previos del sistema educativo.

Ahora bien, un análisis, formulado con un mayor nivel de generalidad o tomado «aguas arriba» nos obliga a repensar la fundamentación doctrinal de algunas de nuestras instituciones centrales, que hoy están viendo cómo se modifica su función tradicional, que hemos heredado de otro contexto bien distinto. Porque cada día

está más claro que en estos momentos el entorno en el que se mueven las distintas organizaciones se está viendo sometido a radicales procesos de cambio, lo que obliga a que las instituciones centrales de un país, aquéllas de las que depende el horizonte de posibilidades del conjunto de la sociedad, se vean forzadas a redefinir su misión, su estructura y su operativa.

Hace unos años Peter Drucker señalaba que detrás de cada empresa o de cada institución hay una teoría, una doctrina, por lo común más implícita que expresa, que da sentido y orienta su diseño estructural y su base operativa. Y que la gran mayoría de las organizaciones no hacen otra cosa que inspirarse y adaptar, con más o menos fidelidad y éxito, la «visión» formulada o ejemplificada por el líder de su sector. De esta manera, las instituciones o empresas de sus respectivos sectores sabían que estas organizaciones líder apoyaban su actividad en un conjunto de principios doctrinales que previamente habían definido con rigor y experiencia sobre las exigencias y las características de su entorno, sobre el núcleo de competencias esenciales y sobre las ventajas competitivas necesarias para cumplir de manera exitosa su misión. Así, organizaciones como el Deutsche Bank, Mitsubishi, Ford, General Motors, IBM o la Universidad alemana von Humboldt constituían un verdadero modelo a imitar en su respectivo ámbito (Drucker 1994).

Pero ahora ocurre que muchos de esos principios del papel y funcionamiento del Estado, de la misión y organización de la universidad o del hacer empresarial han quedado tan sustancialmente alterados, que aquellos modelos emblemáticos del pasado pueden hoy constituir más traba que guía. Esa es la razón fundamental de que en las últimas dos décadas estemos asistiendo a una afanosa búsqueda de nuevas teorías, de nuevos modelos, con cuyo concurso podamos rediseñar la arquitectura, la estrategia y los sistemas

operativos de instituciones y empresas. Y que, a la vez, se esté llegando a la conclusión de que cada día es más urgente explorar los mecanismos y los contenidos de una integración de las políticas económicas, y en particular de las políticas industriales, con las políticas de ciencia y tecnología.

Parece claro que en la adaptación al nuevo entorno, la empresa ha recorrido un largo trecho del camino, mientras que, por el contrario, las administraciones públicas, y paradójicamente la universidad, llevan en Europa un considerable retraso, exhibiendo en no pocas ocasiones un perfil organizativo y funcional ya sobrepasado por la nueva realidad.

El sistema nacional de innovación

Una forma de resumir de manera metafórica la situación de nuestro sistema de innovación es visualizarlo en término del balance de sus «activos» y «pasivos» fundamentales, cuando acabamos de entrar en el nuevo siglo.

El pasivo lo constituye nuestro déficit tecnológico, en particular nuestra débil capacidad relativa de generar tecnología y trasladarla a la innovación de procesos, productos y formas de organizar la producción y la distribución de bienes y servicios. Un déficit que es el resultado de una trayectoria desviada de décadas, e incluso siglos, respecto a la de las principales sociedades europeas en los planos de la ciencia, la tecnología y su interacción con las estrategias competitivas de las empresas.

El activo es la evolución en los últimos quince años de nuestra comunidad de científicos y tecnólogos, cuya productividad ha mejorado de manera muy significativa respecto a un extraordinaria-

mente modesto punto de partida en los años setenta. Pese a lo cual, y desde una perspectiva comparada, el impacto de las publicaciones generadas por investigadores españoles continúa estando claramente por debajo de la media mundial en el período más cercano (1996-2000).⁴ Hay que notar, sin embargo, que en tres áreas de gran significado desde la perspectiva de la innovación los resultados están bastante o muy por encima del valor de tendencia central mundial, concretamente en ingeniería (con un 3 % por encima del marcador de impacto mundial en el campo) y física (con un 11 % por encima). Una radiografía que se completa con el juicio del ISI, según el cual los resultados españoles fueron, para esos años, particularmente consistentes en las áreas de las ciencias agrarias, la química, las ciencias sociales y las ciencias de la computación (Sánchez Asiaín 2000*b*).

Ese activo debe ser, en primer lugar, mantenido y ampliado a otras áreas científico-tecnológicas estratégicas. Pero, además, hay un reto para movilizarlo a favor del impulso de la innovación. Porque entre los activos intangibles hay que anotar también una nueva sensibilidad de la sociedad española, las empresas y la Administración ante la crucial función de la innovación de base tecnológica como fuente competitiva esencial. El reto consiste en que sabemos que, una vez conseguidos, sus efectos pueden sentirse en multitud de planos, siempre y cuando se den las condiciones institucionales adecuadas.

El pasivo es una realidad, el activo está a medio camino entre la realidad y la promesa. Y de entre la serie de activos-pasivos, el fundamental, al que no se ha prestado la atención debida, es el de nuestro sistema de universidades y centros públicos de investigación, una cuestión sobre la que es urgente propiciar un amplio debate.

⁴ Véase el Informe del Institute for Scientific Information (ISI).

Los componentes del sistema de innovación

El sistema de innovación sólo puede ser visualizado y comprendido si se conoce con detalle en qué consiste y en qué se basa la estructura de sus integrantes, y el papel que cada uno de ellos juega en la mejora de la competitividad.

Hoy ya existe consenso en que un sistema de innovación integra cinco componentes como *input* de su actividad y cinco como *output*. Por el *input*: investigación y desarrollo, tejido productivo, administraciones, infraestructuras y entorno. Por el *output*: producción científica, generación de patentes, venta de tecnología, creación de *know-how* e incorporación de tecnología a los productos.

Parece razonable aceptar que la mejor manera de entender el funcionamiento del sistema y acercarse al objetivo de la mejora de la competitividad es profundizar en su contenido.

Los cinco «input» del sistema

El primer componente del *input*, y uno de los más importantes, es la investigación y desarrollo. La I+D. Lo primero que hay que señalar es que los recursos que España dedica a I+D contrastan muy desfavorablemente con los que dedican a esta rúbrica los países con los que competimos. El indicador más conocido para medir este esfuerzo es la proporción del producto interior bruto que se dedica a esta actividad. Pues bien, los países que más interés tecnológico demuestran, como con anterioridad hemos visto con detalle, dedican cerca del 3 %. Japón y Estados Unidos se sitúan tradicionalmente muy cerca de esta cota. Finlandia y Suecia la han superado. Alemania y Francia, tienden a estabilizarse en los últimos años alrededor del 2,5 % y Reino Unido ha descendido hasta el 1,8 %. Italia ha estado siempre alrededor del 1,5, pero actualmente se sitúa ligera-

mente por encima del 1 %. España alcanzó en 1993 un máximo con el 0,91 % y desde entonces se ha producido un claro retroceso que, sin embargo, pudiera haber remitido, dado que en el año 2000 el gasto en I+D alcanzó el 0,94 % del producto interior bruto y ha seguido creciendo, aunque no muy significativamente.

Es importante preguntarse quién investiga. ¿Investigación pública o investigación privada? Tiene importancia esta distribución porque puede influir en lo eficaz que para el sector productivo resulta la investigación. Los países más innovadores tienen como norma el que una mayor proporción sea ejecutada en el sector privado. En Alemania, en Francia y en el Reino Unido las empresas contribuyen a la investigación por valor próximo al 1,5 % del producto interior bruto, de ese total del 2,5 %. Tampoco España converge en este aspecto, porque mantenemos casi un 0,5 % como contribución del sector público al gasto de I+D. En 2000 el gasto por sectores como porcentaje del PIB se repartió como sigue: administraciones 0,15 %; enseñanza superior 0,28 %; empresas 0,50 % e instituciones privadas sin fines de lucro 0,01 %. Por lo tanto, el sector público contribuyó con un 0,43 % del PIB, de un total del 0,94 %.

También es importante para evaluar el nivel de investigación, examinar lo que está pasando con los recursos humanos dedicados a I+D. El número de personas que en España dedican su actividad a I+D es 102.000. Representa el 20 % de los de Alemania, 30 % de Francia y del Reino Unido, y dos tercios de Italia. En los últimos tiempos, sin embargo, el número de investigadores españoles está creciendo de forma importante y continua, mientras que los de los demás países están estancados.

En lo que respecta al tejido productivo nuestra situación tampoco es satisfactoria. Porque la distribución sectorial española responde todavía, aunque cada vez menos, a un modelo basado en los bajos costes

de la mano de obra. De esta manera, la producción de bienes y servicios poco exigentes en tecnología, o que basan la mejora de su productividad en el aumento de tecnología que se adquiere fuera de la empresa, ocupa todavía una parte importante de nuestro sistema productivo. Por otro lado son pocas las empresas españolas que se integran en sectores cuya innovación está orientada por un directo y suficiente conocimiento de las necesidades de sus clientes. Menos son aún las que lo hacen sobre la base de los avances científicos.

Las estadísticas del Ministerio de Industria señalan que en 1994 no más del 14 % del valor añadido de la industria española, que proporcionaba el 9 % del empleo, correspondía a sectores de alto contenido tecnológico, cuando en los países más avanzados de Europa este porcentaje se situaba alrededor del 20 %. Solamente el 19,77 % de las empresas españolas son innovadoras y de ellas sólo un 2,87 % realiza de forma regular trabajos de I+D. Sólo un 13 % de las empresas innovadoras realiza I+D sistemática, lo que quiere decir que nuestro sistema productivo parece menos receptivo a las nuevas ideas tecnológicas que la media europea, donde, frente a nuestro 11 %, una tercera parte de empresas son innovadoras.

El tercer componente de un sistema nacional de innovación lo constituyen las administraciones responsables de las políticas científicas y tecnológicas, porque en sus tres niveles, comunitario, nacional y autonómico, ejercen importantes responsabilidades en estas materias. No están todavía claramente definidos sus ámbitos de competencia y, por ello, junto a claras ventajas de esta triple intervención política, son evidentes las disfunciones. Su influencia es notoria en el proceso de innovación.

— *Administración comunitaria.* Es una administración condicionada por los grandes grupos empresariales europeos, cuyos intereses muchas veces no coinciden con los del tejido empresa-

rial español. Aunque es evidente que el investigador español ha podido fácilmente integrarse en grupos europeos que trabajan en proyectos comunitarios, y que por ello la calidad de la investigación académica se ha beneficiado en alto grado. En cuanto a la financiación de la innovación por las instancias comunitarias, la ayuda es escasa. España recibe aproximadamente el 6 % de los fondos de los llamados Programas Marco de Investigación y Desarrollo, lo que prácticamente coincide con el dinero que aportamos, unos 120.202,42 euros anuales.

- *Administración nacional.* Es éste un nivel en el que España ha hecho un importante avance en los últimos años. La entrada en vigor en 1986 de la Ley de la Ciencia supuso un cambio radical en nuestra forma de hacer política científica y tecnológica. De esta manera España se ha incorporado a la tendencia de los países avanzados de establecer un mecanismo de fomento de la innovación, aunque, en nuestro caso, todavía falte coordinación y sobre voluntarismo.
- *Administración autonómica.* En España algunos gobiernos regionales han sentido casi desde su primera andadura una preocupación por las políticas de fomento de la I+D, aunque su estrategia haya sido desigual. Algunos han creado comisiones interdepartamentales y paralelamente se han ido creando agencias de desarrollo regional, con especial responsabilidad en innovación tecnológica. Las comunidades más experimentadas están intentando dotarse de un marco jurídico propio para sus políticas tecnológicas y de fomento de la innovación, recurriendo a la promulgación de leyes de la ciencia, aunque en la casi totalidad de ellas no sean sino una réplica de la ley nacional. Se puede citar como modelo el caso de la Comunidad Valenciana.

En estos momentos es prácticamente imposible conocer la cuantía de los recursos que los diferentes gobiernos autonómicos dedican al fomento de la innovación, porque esos recursos se encuentran integrados en una infinidad de medidas de promoción económica de difícil desglose. Son programas muy dispares. Porcentualmente tampoco son importantes ni en número ni en cantidad, aunque tienen la ventaja de poder ser aplicados con un más amplio conocimiento de las necesidades de cada comunidad.

Todo sistema de innovación requiere de instituciones, de capital público o privado, cuya finalidad es facilitar a las empresas su implicación en procesos innovadores. Son las llamadas infraestructuras. Toman distintas formas, y las más sofisticadas se concretan en centros de creación y transferencia de tecnología y de suministro de servicios técnicos. Tendremos en España alrededor de 130 centros de capacidad muy dispar, lo que hace difícil enjuiciar de forma global su funcionamiento. Tienen un marcado carácter regional y han sido creados bien por asociaciones empresariales, los más antiguos y seguramente más activos, o bien por las administraciones autónomas. Comparadas con el resto de Europa nuestras infraestructuras están muy poco desarrolladas.

La creación de parques tecnológicos ha sido otra de las acciones que han absorbido recursos autonómicos. Existen en España más de una docena de estos parques, con diferente grado de desarrollo, y casi otros tantos en fase más o menos avanzada de puesta en marcha. Ninguno de ellos, sin embargo, ha conseguido constituirse en generador endógeno de innovación, habiendo basado su desarrollo en la atracción de empresas ya constituidas. En Europa tampoco abundan los buenos ejemplos.

En resumen puede decirse que las infraestructuras para la innovación creadas en nuestro país han sido en su mayoría fruto del voluntarismo político y escasamente entendidas por nuestro tejido empresarial. Como consecuencia, el esfuerzo realizado desde las distintas administraciones para dotar al país de estos modernos instrumentos no está dando sus frutos, fundamentalmente debido a que la empresa no las ha integrado en sus programas.

El último componente del sistema español de innovación está integrado por lo que podríamos llamar el entorno, conjunto en el que hay que destacar especialmente dos componentes: el sistema educativo y la financiación.

- El *sistema educativo* es determinante de la preparación y actitud del capital humano, y en este punto nuestro sistema educativo ha evolucionado notablemente en los últimos años. En la actualidad un 74 % de nuestra población activa tiene educación media o superior, frente al 26 % diez años antes. Pero, desde el punto de vista de la empresa, todavía formamos menos técnicos que la media europea. Dos tercios de nuestros jóvenes siguen en España carreras de ciencias jurídicas y humanidades, mientras que en la mayoría de los países europeos son sólo la mitad. Añadamos la asignatura pendiente en España de la formación profesional, de particular significado para la innovación, porque la mayoría de las innovaciones incrementales, especialmente en el campo de procesos, tienen su origen en los responsables más directos de dicha formación, y éstos proceden de esos niveles educativos.

Todavía no se ha producido, por otra parte, la incorporación a la empresa española de los graduados de tercer ciclo. Y el

doctor puede aportar a la empresa su formación y su capacidad para resolver problemas complejos, porque en el actual momento la empresa, sea cual sea su dimensión, debe enfrentarse a la búsqueda de soluciones imaginativas a viejos y a nuevos problemas, frecuentemente complejos. Y la supervivencia de la empresa está condicionada por su habilidad para adaptarse a nuevas circunstancias o, dicho de otra manera, por su capacidad de innovar y de contribuir a transformar conocimiento en innovación. No olvidemos que la solución a problemas complejos es la habilidad más característica que se pretende inculcar en la formación de un doctor.

- La *financiación* es otro de los componentes del entorno y otra de las barreras para la innovación. Pero el sistema financiero convencional no se adapta a las necesidades de la innovación, porque el alto riesgo y los largos plazos de maduración propios de las actividades de innovación obligan a una financiación especial. De hecho, los países más innovadores ya cuentan con estructuras financieras, que han sido lo suficientemente flexibles como para atender de forma específica al mercado de la innovación. Desgraciadamente no es éste el caso español.

Los cinco «output» del sistema

¿Cómo comparan con Europa los productos finales que se deducen del sistema nacional de innovación? Lo primero que aparece como evidente es la notable dificultad de medir este parámetro, en la que tan poco han avanzado los expertos. Existen resultados parciales que reflejan la eficacia del sistema y que son fáciles de determinar, pero la mayor parte son de cuantificación muy difícil. Entre los

primeros se encuentra la producción científica, la generación de patentes y, en menor medida, la venta de tecnología. Pero la creación de *know-how* y la incorporación de tecnología a los productos y servicios no son, hoy por hoy, fácilmente medibles.

Hay consenso en que es posible medir la producción científica a través de las publicaciones en revistas de reconocido prestigio internacional que son referenciadas por otros componentes del colectivo científico afín. Este indicador está disponible en el ámbito mundial y se utiliza usualmente a la hora de comparar producciones científicas. Afortunadamente es un indicador en el que España se encuentra en una magnífica línea de convergencia con el resto de Europa. Porque en una década hemos duplicado nuestra participación, que en la actualidad se sitúa en el 2,75 % de la producción científica mundial. Italia está en el 4,04 % y el Reino Unido contribuye con el 9,33 % de las publicaciones mundiales. Todavía estamos muy alejados, pero caminamos muy de prisa.

Por lo que respecta al número de patentes registradas en España por españoles, el índice es muy inferior a lo que es habitual en los demás países europeos. En cifras absolutas en 1998 se solicitaron 2.304 patentes por residentes en España, mientras que los alemanes presentaron 47.221 en su país, los franceses 13.350 y los ingleses 19.608. Algo más dinámica ha sido la solicitud de patentes de ámbito europeo por españoles, que, aunque todavía baja, ha pasado de representar el 0,2 % en 1986 al 0,6 % en 1999.

Frente a ello resulta sorprendente que España venda tecnología no incorporada por valor parecido al de los demás países europeos, salvo Alemania, pues las cifras españolas son muy parecidas a las italianas, sólo algo menos de la mitad de lo que vende Francia y una tercera parte de las ventas inglesas.

IV.

Los obstáculos a la transformación de conocimiento en producto interior bruto a través de la innovación ⁵

⁵ Sobre lo que debemos entender a estos efectos por «innovación», véase el *Libro Verde sobre la innovación*, elaborado por la Comisión en 1995, donde ésta se define como la renovación y ampliación de la gama de productos y servicios y de los mercados asociados; el establecimiento de nuevos métodos de producción, suministro y distribución; la introducción de cambios de gestión, la organización del trabajo y las condiciones laborales, y la preparación de los trabajadores (Boletín de la Unión Europea, Suplemento 595).

Contenido

Las reformas necesarias. **Pág. 58**

Medidas fiscales y financieras. **Pág. 58**

Medidas estructurales. **Pág. 59**

Tópicos y falsas percepciones. **Pág. 65**

Las reformas en el entorno comunitario. **Pág. 68**

No toda la responsabilidad de nuestros déficits de competitividad puede achacarse al bajo nivel de los recursos dedicados a la investigación, porque cuando la propia Comunidad Europea nos plantea «la necesidad de que Europa mejore la capacidad de transformar, mejor y más rápidamente, su potencial científico y tecnológico en innovaciones rentables», nos está señalando que a partir de una determinada acumulación histórica de I+D, los niveles de competitividad pueden ser distintos en función de otros parámetros que influyen de manera muy importante en su mejora. La Comunidad nos advierte también que esa baja capacidad de transformación se debe fundamentalmente a defectos estructurales, y que, por ello, cada país deberá examinar la peculiaridad de los factores culturales e institucionales que impiden o retrasan el que los avances científicos y tecnológicos se conviertan en éxitos industriales y comerciales a través de la innovación.

En un intento de responder a esa invitación de la Comunidad, Cotec viene investigando desde hace algún tiempo sobre las barreras que se oponen en España a que los procesos de generación de conocimiento, de generación de riqueza y de la actividad tecnológica de las administraciones públicas se integren en un mismo circuito, en orden a optimizar su rendimiento. Varios años de investigaciones y de debates nos permiten disponer de una completa cartografía de los puntos fuertes y débiles del sistema español de innovación, así como un conjunto de diagnósticos, recomendaciones y medidas para mejorar su eficacia a través de reformas estructurales.

No es exagerado por ello decir que nuestro sistema de ciencia y tecnología dispone ya en estos momentos de base suficiente para desarrollar un conjunto de políticas públicas y actuaciones orien-

tadas a la vertebración de un verdadero sistema de innovación (Sánchez Asiaín, 2000c). Con un punto de partida muy claro, porque los analistas que han profundizado en estas cuestiones coinciden en señalar una serie de puntos débiles que hay que corregir.

Las reformas necesarias

Son medidas que afectan al circuito de transformación de conocimiento en producto interior bruto, y los analistas han identificado con esos efectos algunas de las más importantes barreras y fallos que se producen en el sistema de innovación. Son medidas que pueden agruparse en dos familias: 1) aquellas que favorecen una mejor disposición de la empresa al proceso de innovación tecnológica, fundamentalmente las que se refieren a la financiación e incentivación fiscal de la innovación, y 2) las que apuntan a la mejora del interfaz de relación o ajuste dinámico de ofertas y demandas, entre la empresa y el sistema público de I+D (Sánchez Asiaín, 2000b).

Medidas fiscales y financieras

Para incentivar la innovación en la empresa es fundamental la previa existencia de un correcto tratamiento de los problemas fiscales y financieros que implica el proceso, teniendo en cuenta su compleja gestión, alto riesgo y difícil inserción, que no ofrece muchas posibilidades como para que pueda ser financiada por el sector privado a través del crédito convencional.

Otras economías más desarrolladas que la nuestra se han dotado hace tiempo de instituciones especiales que ofrecen a las empresas innovadoras un abanico de caminos y fórmulas para obtener

recursos, reduciendo los riesgos inherentes a un proceso intrínsecamente incierto. Entre otras, las llamadas sociedades de capital-riesgo, los segundos mercados, las ayudas públicas por vía fiscal, y el apoyo directo. Por lo que respecta a nuestro país, hasta fecha reciente no hemos dispuesto de ninguno de esos mecanismos, aunque afortunadamente ya empezamos a disponer de alguno de ellos. Así, ya tenemos un incipiente segundo mercado de valores, donde podrán cotizar las empresas de alto potencial de crecimiento expuestas a mayores riesgos. Otras medidas han venido a mejorar de manera sensible la fiscalidad de las empresas involucradas en procesos de innovación, dado que por primera vez la legislación vigente permite deducir no solamente la inversión en I+D, sino el conjunto de gastos en innovación tecnológica.

Las medidas típicamente financieras se están desarrollando a ritmo mucho más lento. Entre otras, las de apoyo a la capitalización de las empresas, que tratan de fomentar la participación del capital-riesgo privado en la financiación de empresas innovadoras. La concesión de garantías que faciliten, mediante un sistema de avales, el endeudamiento para inversiones en proyectos innovadores. La financiación con préstamos privilegiados a proyectos y sectores estratégicos. Y ayudas directas no retornables a empresas innovadoras.

Medidas estructurales

Las medidas fiscales y financieras representan, sin duda, incentivos muy potentes para que la empresa adopte estrategias competitivas basadas en la innovación. Pero obviamente no afectan de manera directa a los problemas estructurales del proceso de transformación de los avances científico-tecnológicos en producto interior bruto, que constituyen la limitación central de nuestro

emergente sistema de innovación. Porque ya sabemos que las relaciones entre el tejido productivo y nuestras universidades y organismos públicos de investigación son, a pesar de los avances logrados, particularmente débiles en amplitud y en contenido. Un extremo muy documentado sobre las relaciones entre universidad y empresa (Cotec 1999d).

Todo ello nos plantea la urgencia de introducir reformas estructurales para eliminar de nuestro sistema los obstáculos que se oponen a la innovación necesaria para mejorar nuestra competitividad. Porque, como ya hemos comentado, la Unión Europea nos ha advertido sobre la necesidad de que Europa mejore la capacidad de transformar su potencial científico y tecnológico en innovaciones rentables, advirtiéndolo que nuestra baja capacidad de transformación se debe fundamentalmente a defectos estructurales. Incluso ha solicitado que cada país examine la peculiaridad de los factores culturales e institucionales que impiden o retrasan que los avances científicos y tecnológicos se conviertan en éxitos industriales y comerciales. Una tarea que ya se está llevando a cabo, tratando de detectar dónde se producen fallos estructurales en la mecánica de «traducir» conocimiento en riqueza, y de investigar sobre las barreras que se oponen a que los procesos de generación de conocimiento se conviertan al final en producto interior bruto.

Cuando hablamos de factores institucionales que retrasan o impiden ese proceso, nos estamos refiriendo a aquellas instituciones o mecanismos, de muy diversa titularidad o naturaleza, públicos o privados, concebidos para facilitar la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles medios materiales y humanos para el desarrollo de su I+D+i. Así definidos son muchos, pero en el *Libro Blanco sobre el sistema de innovación*, que contiene el re-

sultado de los trabajos que en España se han hecho en esta línea, el sistema español se divide en cinco integrantes básicos que es necesario estudiar por separado: administraciones públicas, infraestructuras, sistema público de I+D, empresas y entorno (Mulet, 2001).

Administraciones públicas (Cotec 1998:49-66, 111-122). Ya no hay duda de que uno de los más importantes defectos de nuestro sistema de transformación de conocimiento en riqueza reside en el hecho de que la responsabilidad sobre las diferentes etapas de la innovación tecnológica, desde la generación de conocimiento hasta su conversión en producto interior bruto a través del mercado, se encuentra excesivamente dispersa entre distintos organismos y ámbitos administrativos, así como que los diferentes organismos de la Administración Central del Estado no están coordinados entre sí, dando lugar a costosas y frustrantes duplicidades y conflictos. También es de lamentar que no se haya realizado ningún esfuerzo para coordinar las distintas y a veces notables actuaciones de las administraciones autonómicas en relación con la innovación.

Es cierto que con la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología y con el Plan Nacional de I+D+i del año 2000, parece que se han dado importantes pasos para corregir algunos de estos problemas, pero ahora es necesario que seamos capaces de hacer operativas esas medidas. Y que cuestiones como la falta de coordinación de las políticas científicas, tecnológicas y de transferencia de resultados al tejido empresarial, o la escasa adaptación de los mecanismos de financiación pública de I+D a las necesidades de las empresas que el Plan propugna, deberían ser objeto de mucha más atención que la que están mereciendo en estos momentos.

Infraestructuras (Cotec 1998:67-74, 123-132). El segundo componente de nuestro sistema nacional de innovación está integrado por los centros y los parques tecnológicos, instituciones fundamentales en la transferencia de tecnología. De acuerdo con los análisis más recientes, sus más importantes puntos débiles son los siguientes: dedican muy poco esfuerzo a su papel de interfaz entre el sistema público de I+D y el tejido empresarial; su tamaño es muy reducido; no han alcanzado todavía un grado medianamente aceptable de integración en el sistema, ni la importancia relativa que debería corresponderles según estándares europeos; y, lo que es más importante, la mayoría de ellos no están dotados de medios e instrumentos para el incentivo y fomento de una estrategia de transferencia tecnológica a la empresa.

Sistema público de I+D (Cotec 1998:75-80, 133-142). Constituye el tercer componente del sistema y está integrado por la universidad y por los organismos públicos de investigación, en la medida que éstos son los principales generadores de conocimiento científico y tecnológico. Existe un amplio consenso en que ambos constituyen el obstáculo estructural más importante a la innovación tecnológica.

Dejando constancia de que la calidad de la investigación desarrollada por el sistema público español es hoy internacionalmente competitiva, pese a que los recursos que dedicamos a la generación de conocimiento son mucho menores a los que corresponderían a nuestro desarrollo económico,⁶ hay que señalar que el potencial tecnológico de nuestro sistema público de I+D tiene notables puntos débiles que están lastrando nuestro desarrollo. Como

⁶ La situación de la evolución científica en España, su evolución y su comparación con cuatro grandes países europeos con los que competimos en término de publicaciones científicas y citas, pueden verse en Cotec [2000c].

es el hecho de que no sea suficientemente conocido por el tejido productivo español, y el que muchas de las pequeñas y medianas empresas consideren muy difícil relacionarse con la universidad y con los organismos públicos de investigación. Como lo es igualmente el que nuestro sistema de investigación tampoco dispone de fórmulas válidas para conocer las demandas del tejido empresarial, así como el que la empresa no tiene el adecuado nivel de confianza en la universidad española, porque considera que las enseñanzas no atienden sus necesidades y porque se piensa que es difícil encontrar en ella una respuesta a sus demandas de innovación (Sánchez Asiaín, 1998b).

Por otra parte, la actual reglamentación del sistema público de I+D+i hace casi imposible la movilidad de personal investigador hacia las empresas y desde ellas. Incluso la Ley de la Ciencia española no presta atención a los centros de investigación como proveedores de servicios tecnológicos a las empresas. A lo que hay que sumar que la ley de organización y funcionamiento de la Administración General del Estado olvida las peculiaridades de estos organismos, lo cual dificulta sin duda su gestión.

Sin embargo, esta situación puede mejorar próximamente. En la nueva ley de universidades se han introducido algunas mejoras considerables, como un aumento de movilidad del personal entre universidades y empresas, y una mayor vinculación entre la investigación universitaria y el sistema productivo. En este sentido, se permitirá la creación de empresas de base tecnológica con la participación del personal docente e investigador de las universidades.

Empresas (Cotec 1998:81-94, 143-152). El defecto estructural más importante del tejido empresarial se residencia en una limitada cultura de la innovación basada en tecnología adquirida, y en

que la empresa española pone más interés en la innovación de procesos que en la de productos. Además y por ello, según la información disponible, los recursos que la empresa española aplica a la innovación son proporcionalmente mucho menores que los que dedican sus competidores europeos, y dispone de menos personal cualificado para entender y obtener ventajas del cambio tecnológico. Aunque lo verdaderamente grave es el hecho de que, en momentos en que se está produciendo una apertura sin precedentes en los mercados, en momentos en que casi a diario aparecen nuevos productos, y en los que la Administración apoya como nunca la innovación hasta el extremo de haberla dotado de una fiscalidad inigualable, la empresa española no esté reaccionando adecuadamente a estos estímulos, posiblemente porque todavía no se ha desarrollado una cultura de la innovación a la altura de los tiempos que corren.⁷

Entorno (Cotec 1998:95-106, 153-162). Tampoco el entorno que sostiene el sistema ha favorecido tradicionalmente la introducción de innovación tecnológica en nuestro país. Porque los mercados interiores, las finanzas, y la educación, integrantes básicos de lo que llamamos «entorno», no han sido inductores natos de actitudes innovadoras en la sociedad española. En cuanto a los mercados, la demanda privada ha sido poco exigente en lo que se refiere al contenido tecnológico de sus compras, seguramente debido a su bajo nivel de formación. Y las administraciones públicas no se han comportado como compradores inteligentes para fomentar el

⁷ Hay abundantes datos que lo demuestran. Sólo el 11 % de las empresas españolas son hoy innovadoras en cuestiones de tecnología, frente al 33 % de la media europea. Y escasamente un 17 % de ese 11 % de empresas españolas innovadoras cuenta con un departamento interno para esta función. Sobre la innovación en las empresas españolas, véanse SALAS [2001], ESCORSA, SOLÉ PARELLADA y SURÍS [2001] y RODRÍGUEZ ROMERO [2001].

aumento de la capacidad tecnológica de nuestras empresas. Tampoco las instituciones del sistema financiero han mostrado interés en abordar los riesgos e incertidumbres inherentes al proceso de innovación. Y hay consenso, por lo que se refiere al sistema educativo, de que éste no prepara a sus alumnos suficientemente para el ejercicio de la vida empresarial. Porque la formación profesional, que debería entrenar al trabajador para inducir innovaciones incrementales desde su puesto de trabajo, está muy poco desarrollada. Y porque la universidad no ha sido capaz de estimular un espíritu emprendedor en sus alumnos. Incluso en las carreras técnicas y de ciencias experimentales no se insiste suficientemente en transmitir las peculiaridades de la aplicación empresarial de los conocimientos que se enseñan (Sánchez Asiaín, 1998c, 1999).

Tópicos y falsas percepciones

La mejora de la competitividad nos está exigiendo superar también algunas de las barreras que nacen de estereotipos hoy compartidos por la mayor parte de los agentes económicos. Ciertos tópicos y falsas percepciones que impiden hacer en el sistema ajustes muy necesarios. Como lo es el adjudicar al Estado casi en exclusiva funciones que en realidad le corresponden, al menos en igual medida, al sector privado, lo que nos está obligando a reequilibrar con urgencia el peso atribuido al conjunto de actores del sistema de ciencia y tecnología del país, es decir, administraciones públicas, instituciones de enseñanza e investigación, y empresas. Ello nos está exigiendo llevar a cabo un acercamiento entre los distintos agentes que cooperan a favor de la modernización de nuestra industria. Porque nuestro sistema ciencia-tecnología-empresa es todavía un sistema deficientemente acoplado al conjunto de la economía del país, con un ajuste muy dé-

bil de la oferta y la demanda entre algunos de sus componentes esenciales. Débil ajuste, por ejemplo, entre el mundo de la universidad y los centros de investigación públicos, por una parte, y por otra, la empresa, cuyas demandas demuestran las importantes distancias culturales que continúan existiendo entre ambos (Cotec 1998:133-143 y 147).

Será necesario también que nuestros empresarios rompan de una vez con los tópicos al uso, y acepten que el continuismo atenta contra su supervivencia. Que acepten la nueva definición de competitividad. Que se alejen del precio como factor esencial de competencia. Que entiendan la innovación tecnológica como el factor explicativo más válido del éxito o el fracaso a medio plazo de una empresa. Y que sean conscientes del inmenso valor que tienen las estrategias indirectas alrededor de los «intangibles» culturales. Y que especialmente rompamos con la tendencia de favorecer los avances industriales y tecnológicos tan sólo en períodos de bonanza económica.

Esta situación nos está exigiendo que facilitemos el cambio de la percepción y de la actitud de la opinión pública sobre lo tecnológico y sobre el valor y el significado del nivel de industrialización del país. Porque uno de los eslabones cruciales de la cadena del desarrollo tecnológico tiene mucho que ver con las percepciones, con las actitudes y con la conducta de la población en general, en su triple papel de trabajadores, consumidores y ciudadanos capaces de formular aspiraciones y demandas. Hace tiempo que se sabe que es precisamente la sensibilización de la opinión pública hacia los valores y objetivos de calidad de vida, bienestar y tecnología lo que constituye una de las más eficaces garantías de que disponemos para precipitar los cambios en los ámbitos de toma de decisiones.

Un llamativo ejemplo de irrupción de prácticas empresariales en la problemática cultural, que explica en toda su extensión el significa-

do y alcance económico de la cultura de la empresa, ha sido el espectacular crecimiento en las últimas décadas de la economía japonesa y de otras economías de países asiáticos. Crecimiento cuya explicación no es otra que muchos de los supuestos del saber heredado acerca de los componentes culturales de las economías modernas, tales como un alto grado de individualismo o la orientación temporal a corto plazo, así como su traducción específica en los enfoques conceptuales sobre los modos de gestionar la empresa, que sufrieron en aquellos años un riguroso análisis crítico. De tal manera que culturas del trabajo, culturas de la gestión, culturas de la innovación, insertas en la matriz de la cultura general de sociedades como la japonesa, articulada alrededor de supuestos bien distintos de los dominantes en los países occidentales más avanzados, han ido apareciendo cada día más claramente como uno de los factores responsables últimos del notable éxito de aquellas economías.

En nuestro caso, la tardía industrialización de España y el ambiente proteccionista que ha caracterizado nuestra economía no han incentivado al empresario a la necesidad de basar su competitividad en la tecnología. Por eso ahora, y ante la urgencia de recuperar el tiempo perdido, deben ser adoptadas actitudes diferentes. Ante todo, la gestión de la empresa no puede considerar a la tecnología como un recurso que se renueva de tarde en tarde, porque hoy los contenidos tecnológicos cambian muy rápidamente, y es precisamente de este cambio de donde surgen las ventajas competitivas. Es imprescindible por ello que la estrategia de la empresa tenga presente el cambio tecnológico y considere a la tecnología como un recurso gestionable de cuya administración debe nacer su innovación tecnológica. Y esto es lo que está exigiendo que las técnicas de gestión de la tecnología y de la innovación formen parte de las habilidades de los directivos empresariales.

Las pequeñas y medianas empresas deben recurrir también a fuentes externas de tecnología, a la formación de una cultura de asociacionismo empresarial con orientación tecnológica e incluso a la creación de centros tecnológicos que satisfagan necesidades comunes. Centros, por otra parte, que tienen la posibilidad de definir de forma más precisa y por adelantado las necesidades tecnológicas, para poder formular así demandas específicas a los centros especializados de investigación y de formación profesional y universitaria.

Las reformas en el entorno comunitario

Las reformas a emprender en el entorno comunitario son de carácter nacional unas, y otras en el contexto europeo.

Acciones en el contexto español

En España las políticas públicas han empezado a romper la atonía en que veníamos moviéndonos en lo que se refiere a la promoción de la innovación. Lo demuestra el significativo incremento de los recursos públicos que se vienen destinando a I+D en los últimos años, y más aún los que se están programando (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, 1999:80). También los cambios organizativos en el sistema de innovación, que están atribuyendo un mayor peso en la sociedad a la ciencia y la tecnología, hasta el punto de haber llegado a la creación de un departamento ministerial propio. Y lo pone de manifiesto la fijación de ambiciosos objetivos programáticos para coordinar los distintos componentes del sistema de innovación, y muy en particular para facilitar que el potencial científico-tecnológico acumulado en la década anterior se proyecte a la resolución de los problemas de competitivi-

dad que nuestra economía tiene hoy planteados (Cotec 2001: 167-183).

Algunos aspectos del sistema están mejorando notablemente. Uno de ellos es el reciente y reconocido progreso en cantidad y calidad de la producción científica de nuestros investigadores, medida por el significativo incremento del número e impacto de sus publicaciones, lo que está permitiendo la creación de grupos españoles de investigación de mucha calidad. Quizá lo más expresivo sobre este particular es que, mientras nuestro producto interior bruto supone alrededor del 11 % del de los cuatro grandes países europeos con los que nos comparamos, nuestro gasto de I+D es tan sólo del 4,5 %, lo que no es una buena ejecutoria. Pero con ese gasto del 4,5 % nuestra producción científica es casi el 8 % de la de aquellos países, y nuestras ventas de tecnología no incorporada alcanzan el 6 %. Una producción científica en la que hasta encontramos áreas de investigación donde, desde la perspectiva de la innovación, nuestros resultados están por encima del valor de tendencia central mundial. Como el sector de la ingeniería, donde nos situamos en un 40 % por encima del marcador de impacto mundial en su campo. O en ciencia de materiales, también un 9 % por encima.⁸

Es cierto que muchas cosas están también cambiando. Por ejemplo, la sensibilidad del país hacia la tecnología ha mejorado de forma notoria. El mundo empresarial empieza a ser más receptivo a cuestiones tecnológicas. Hay una colectividad cada día más numerosa de pequeñas y medianas empresas que ve en la tecnología un indispensable camino para aumentar y mantener su competitividad. Y las asociaciones empresariales comienzan a preocuparse

⁸ Según datos del Institute for Scientific Information (ISI).

por participar en cuestiones de innovación tecnológica, como empezamos a verlo en seminarios, mesas redondas y otras manifestaciones culturales.

En el orden operativo, algunas administraciones autónomas están desarrollando una notable actividad en el campo de la promoción tecnológica con actividades muy meritorias. Y desde la Administración estatal se han producido importantes cambios. Por ejemplo, la asunción de la presidencia de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología por el propio presidente del gobierno. Es muy esperanzador también constatar que esa voluntad política de tomar decisiones fundamentales en cuestiones de innovación tecnológica se está ya haciendo visible. Y es importante destacar la aprobación del Plan de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2000-2003, con una nueva orientación conceptual, que por primera vez añadió a las clásicas dimensiones de la «investigación» y el «desarrollo» la i de la «innovación», iniciando el nuevo concepto de I+D+i (Aldana, 2001). Aunque sin duda lo más significativo de la nueva etapa es la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Parece, pues, que en España la innovación está pasando poco a poco al primer plano de la agenda de las políticas públicas, de las estrategias empresariales, de los planteamientos orientadores de algunas de nuestras universidades y centros de investigación, y de la propia opinión pública.

Sin embargo, nuestro problema sigue siendo cómo convertir conocimiento, dónde estamos avanzando mucho en producto interior bruto, dónde nuestra capacidad de transformación es todavía evidentemente muy baja, lo que nos obliga a llevar adelante urgentes reformas estructurales que cada día son más necesarias para ganar mejores cuotas de competitividad. Aunque en general debemos ser optimistas.

Acciones en el contexto europeo

No podemos decir, por lo tanto, lo mismo de los planteamientos tecnológicos desde un punto de vista europeo, y desde luego de lo que a España afecta. Porque pese a la llamada de atención de la Comisión de hace cinco años con la enunciación de su paradoja europea, pese a los esfuerzos que se han hecho desde entonces y pese a los ambiciosos objetivos fijados en la Cumbre de Lisboa por los jefes de Estado y de gobierno, la posición de la Europa comunitaria no parece en estos momentos realmente muy satisfactoria, ni en realidades, ni en perspectivas. Los jefes de Estado y de gobierno se comprometieron en Lisboa a convertir la Unión Europea del año 2010 en la zona más competitiva del mundo, basándose en el desarrollo de la sociedad del conocimiento y la investigación científica. Pero no parece que las cosas vayan por ahí, como la propia Unión Europea está reconociendo.

Desde 1984 la Unión cuenta como instrumento para el fomento y coordinación de la investigación científica y tecnológica con un Plan Estratégico, mediante el cual la Comisión diseña y propone programas y proyectos para su desarrollo. Es el denominado Programa Marco, que concreta y define su política de acciones puntuales para el próximo período y que dispone de un mecanismo de control sobre todo ello, porque por decisión del Parlamento Europeo la Comisión se responsabiliza también de evaluar la eficacia de las distintas acciones emprendidas en desarrollo de ese Plan. Lo que en la práctica se traduce en que cada cinco años un grupo de expertos independientes, de reconocido prestigio, emite una opinión sobre la idoneidad y sobre la eficacia de las políticas y de las acciones ejecutadas.

Pues bien, en el mes de julio del 2000 se hizo público el informe del grupo de expertos que había recibido el encargo de evaluar las

actuaciones de la Comisión en el período 1995-1999, así como las perspectivas de futuro en función de las políticas aprobadas. Su dictamen ha sido manifiestamente negativo porque concluye que los recursos manejados y las acciones emprendidas son manifiestamente insuficientes para influir de manera positiva en la mejora de la competitividad de las empresas europeas frente a la competencia internacional, y en la generación de la innovación que para ello se requiere (Comisión Europea, 2000).

El informe señala que para que Europa afronte los retos de la nueva economía tendríamos que superar en 2010 el 3 % del producto interior bruto en I+D+i. Pero el hecho de que el índice sea en estos momentos del 1,8 % para el conjunto de Europa hace, de acuerdo con las estimaciones de los expertos del Comité, que ese objetivo fijado para 2010 sea prácticamente inalcanzable, salvo medidas verdaderamente excepcionales que, por otra parte, no se vislumbran.

El informe añade que tendremos que estimular la inversión privada. Que es necesario introducir en el sistema reformas estructurales. Y sobre todo nos plantea que Europa tendrá que definir con urgencia una política científica común frente a las quince políticas científicas de hoy, que se yuxtaponen y a veces se contraponen. Porque en investigación y desarrollo Europa maneja quince políticas distintas, tantas como Estados miembros, lo que multiplica gastos, fragmenta resultados, hace perder sinergias e imposibilita optimizar los resultados.

El grupo de expertos de la Comisión recomienda la formulación de una política que atraiga a los investigadores más capacitados, dado el déficit de investigadores de Europa (Comisión Europea, 2000b:19). Porque en la Unión Europea la proporción de investigadores en relación con la población activa (5 por 1000) es más

baja que en Estados Unidos (7,4) o en Japón (9). Y el número de investigadores empleados por empresas sobre la población activa, que en la Unión Europea es el 2,4 por 1000, en Estados Unidos es el 5,9, y en Japón de 6,3.⁹ Por eso recomienda introducir una mayor movilidad de investigadores en los centros públicos, en las empresas, entre Estados miembros y con terceros países, y urge para que en las medidas que se tomen de cara al fomento de la innovación, se implique a otros sectores, particularmente al financiero y al comercial.

La comisión de expertos ofrece dos recomendaciones adicionales directas. La primera se refiere a la necesidad de incrementar los presupuestos de los Estados y de la Unión en materia de ciencia y tecnología, supuesto el papel crucial que ello juega en el desarrollo económico sostenido. La segunda consiste en mejorar la coordinación entre los Estados para evitar duplicidades innecesarias optimizando la cooperación entre empresas y universidades, para hacer ver al resto del mundo que Europa puede ser un espacio geográfico de interés para la ubicación investigadora y empresarial. Recomendación ésta muy importante en la medida en que la cooperación entre las empresas y las universidades o los institutos de investigación no está muy desarrollada en la mayoría de los Estados miembros. Sólo una media del 10 % de las empresas europeas colaboran con organismos integrados en la infraestructura europea de I+D. Y cuando las empresas europeas, especialmente las grandes, colaboran con organizaciones de otros países en cuestiones de tecnología, prefieren que éstas sean estadounidenses en lugar de europeas. Hay que añadir que parece que al menos un tercio de la I+D+i de las grandes empresas de base europea se

⁹ Véase *Main Science and Technology Indicators*, que publica la OCDE.

realiza fuera de su país de origen, y que un 20 % de ésta se dirige hacia Estados Unidos.

En todo caso, el informe concluye de manera contundente que las acciones programadas hasta ahora no son suficientes para atender las metas establecidas en la cumbre de Lisboa en orden a mejorar la competitividad en Europa. Y para confirmar esta conclusión, el comisario Philippe Busquin advertía en septiembre de 2000 al Parlamento Europeo que los objetivos fijados en Lisboa «no son alcanzables sin una política real europea de investigación, tecnología y desarrollo».

Recientemente, en la cumbre de jefes de Estado de Barcelona celebrada el mes de marzo del año 2002, algunos países europeos (Reino Unido y Holanda entre otros) junto con la presidencia española impulsaron un pronunciamiento claro para un cambio de actitud de los futuros Programas Marco, en línea con los comentarios hechos anteriormente. Se pretende con ello que estén menos enfocados a proyectos específicos de investigación y más al establecimiento de redes de cooperación estables entre empresas, universidades y centros públicos de investigación.

El resultado de esa cumbre ha sido doble: por un lado, un pronunciamiento claro para el establecimiento de un mayor esfuerzo en I+D, que deberá alcanzar el 3 % del PIB al final de la década en el conjunto de los países comunitarios; por otro, el reconocimiento de la necesidad de interaccionar estrechamente la I+D con la innovación, extendiendo la idea de un espacio europeo de innovación, que complemente el ya aceptado espacio europeo de investigación e instando a la Comisión a presentar iniciativas en este sentido.

V.

**Innovación, Internet
y nueva economía**

No parece que pueda dejarse pasar esta exposición sobre el déficit tecnológico y la competitividad en la economía española sin asomarse, siquiera sea sumariamente, al complejo mundo que empieza a tejerse en torno a la innovación a partir del nuevo instrumento que supone Internet y al reto que se le plantea desde la llamada «nueva economía». Una cuestión compleja, que sin embargo debe aceptar que la cuestión del fomento de la innovación tecnológica ha acabado por desembocar en una problemática más general: la de la emergencia de la «economía del conocimiento». Porque en paralelo a los análisis sobre innovación y sobre su significado económico, hace ya más de diez años que la mejor doctrina generada en Estados Unidos nos venía advirtiendo del fundamental papel que el desarrollo de las tecnologías de la información podía tener para la empresa y para la sociedad en su conjunto. Internet ya existía en aquellos momentos, pero todavía era un espacio circunscrito al reducido segmento de los «iniciados», un grupo integrado por algunos miembros de la comunidad científica y de la institución militar, con predominio del espacio estadounidense frente al europeo, aunque sin tener todavía un significado económico directo, ni claro.

Es en 1993, con el comienzo de la radical transformación de Internet, con la emergencia de la *World Wide Web* (las tres w), y con la superación de la masa crítica para comportarse como una nueva infraestructura y para conformarse como un nuevo espacio económico virtualmente global cuando se dio paso a una nueva realidad. Porque a partir de la constitución de esa nueva infraestructura y del nuevo espacio económico que facilitan la convergencia de la informática, las telecomunicaciones y los procesos de globalización, ha ido percibiéndose la emergencia de una llamada «nueva economía», que posiblemente esté necesitando nuevas re-

glas, nuevas estrategias y desde luego nuevas estructuras institucionales.

Poco a poco ha empezado a ponerse de manifiesto el papel fundamental que la generación y difusión de ideas y conocimientos tiene en el crecimiento económico, y cómo toda una serie de parámetros, pero sobre todo de reglas de juego vigentes, aunque no las leyes fundamentales, se estén viendo alterados radicalmente (Shapiro y Varian 1999). Tan radicalmente que hay quienes piensan que, bajo determinadas circunstancias, la ley de rendimientos decrecientes, válida sin duda para el mundo de los objetos físicos, puede no serlo tanto para el mundo de las ideas o de los conocimientos. Por lo menos es un debate que está abierto y que se fundamenta en cuáles pueden ser los efectos de la dramática reducción del coste de reproducción de la información, que está tendiendo a ser virtualmente nulo (por ejemplo, un paquete de *software*) y que sin embargo ha obligado previamente a hacer frente a costes altísimos para la consecución del «original». Unido todo a la aparición de monopolios de nuevo tipo derivados de la combinación de ese coste prácticamente despreciable de reproducción de una pieza de conocimiento una vez conseguida y de la protección legal de la propiedad intelectual a través del mundo del *copyright* (Neef 1998). Una realidad que todavía es borrosa, pero sobre la que ya se está planteando una apasionante controversia.

Por de pronto ya se puede decir que si en la pasada década los sistemas nacionales de innovación se abrieron paso entre los gobiernos, preocupados por mejorar la competitividad de sus respectivas economías nacionales, en estos tres últimos años el discurso sobre la «nueva economía» está tomando forma entre los decisores públicos, la empresa, las universidades y centros de investigación, y en la propia opinión pública. Y los análisis e investigaciones sobre

el impacto y consecuencias que sobre cada uno de los sectores industriales puede producir la generalización de Internet, empiezan a ser abundantes y profundos, y en algunos casos muy significativos.¹⁰ Caben pocas dudas por todo ello de que ese discurso va a marcar las políticas y las estrategias de la próxima década, especialmente en el mundo de la innovación.

En el entretanto, y con independencia del impacto de los hechos actuales, hay algo que no podemos dejar de considerar. Es el hecho de que el reto tecnológico se nos plantea en un momento en el que la globalización no es simplemente un concepto, sino una realidad empíricamente observable y peligrosa, como ha puesto de manifiesto la propia Comunidad Europea,¹¹ en la que el sistema estadounidense de innovación y creación de riqueza se ha situado muy por delante de la del resto de países avanzados, ofreciendo resultados que hoy son motivo de verdadera admiración y de creciente perplejidad en Europa. Unos resultados que se concretan en unas altas tasas de crecimiento sostenidas durante más

¹⁰ Las investigaciones sobre el comportamiento y oportunidades que ofrecerá Internet en el *Business to Business* en los diferentes sectores industriales empiezan a ser amplias y profundas. Una importante aportación puede verse en el Informe UBS Warburg del Grupo UBS AG (septiembre de 2000), donde se hace un análisis global del conjunto y análisis individuales para los quince sectores industriales más importantes del mundo entero, sobre el impacto y las consecuencias que sobre cada uno de ellos puede producir la generalización de Internet. Por lo que respecta a cómo innova el sector de Información y telecomunicaciones y sobre cuáles son las características de los agentes que intervienen en sus procesos innovadores y las relaciones que se establecen entre estos últimos, puede verse Cotec [1999b]. Otro estudio sectorial que analiza con profundidad estos aspectos en el caso español es Cotec [2000d].

¹¹ La globalización ha puesto a las empresas europeas y a la Unión en su conjunto en una situación delicada. El balance tecnológico de la Unión Europea es deficitario, mientras que las cifras a este respecto en Estados Unidos y en Japón son cada vez más positivas. Para cualquier empresa los beneficios que se derivan de la innovación y los perjuicios por su ausencia son cada vez mayores y se dejan sentir más rápidamente (Comisión Europea 2000c:13).

de una década, en pleno empleo, baja inflación y un fortísimo desarrollo de los sectores económicos de demanda fuerte. Unos resultados realmente espectaculares que plantean a Europa un desafío en términos de competitividad, que incluso puede llegar a ser un desafío de supervivencia.

A partir de estos desarrollos, y como ya se ha dicho anteriormente, la cuestión del fomento de la innovación ha acabado por desembocar en, o al menos solaparse con, una problemática más general: la de la emergencia de esa «economía del conocimiento». De tal manera que la innovación puede ser vista como equivalente al «nuevo modo» o sistema de generar riqueza, y el objetivo de su promoción como un simple aspecto de la construcción de una nueva economía basada en la caída constante del coste de procesar información y de su aplicación a la producción de bienes y servicios, cada vez más intensivos en información o conocimiento. Es bastante claro que Europa ha comenzado a dar los primeros pasos para salir de su inercia, ayudada por el discurso y la realidad de la «nueva economía», ejemplarmente representada por el caso de Estados Unidos.

Sin embargo, hay algo que no podemos olvidar. Porque es cierto que entre las varias infraestructuras en que descansan las sociedades complejas de principios del siglo XXI pocas tan decisivas como la constituida por una red, muchas veces invisible, de procesamiento de la información. Pero también existe la tentación de pensar que la sociedad y la economía del conocimiento equivalen, sin más, a dotarse de una serie de tecnologías para facilitar la recogida, almacenamiento y difusión de la información, y sin duda la base tecnológica constituye uno de los prerrequisitos de la constitución de una sociedad del conocimiento. Pero, con ser compleja la tarea de construir, financiar y gestionar redes de in-

formación tecnológicamente avanzadas, resulta todavía más difícil, y desde luego mucho más desafiante, el acumular y aprender a dominar un tecnología «blanda» como la capacidad, disposición y entrenamiento de individuos e instituciones para captar el alto volumen de información y de conocimientos que se generan en el transcurso de las operaciones ordinarias de las organizaciones, sea en el dominio de la empresa, en el de la universidad o en el de las instituciones públicas, así como aquella que se genera en los espacios de confluencia y las interacciones entre esos y otros dominios.

Esto quiere decir que el fomento de la innovación, en las condiciones que plantea la emergencia de la «nueva economía», nos va a exigir atender a todo un *continuum*, que va desde la arquitectura organizativa de nuestras empresas e instituciones públicas a la gestión de los procesos de creación de ciencia y tecnología, pasando por una reorientación drástica de una función, tan vital a toda sociedad avanzada, como es la del aprendizaje a lo largo de todo el ciclo de vida de los individuos. Ello va a obligar, sin duda, a la universidad y a las instituciones de investigación, a desplazarse más hacia el centro del sistema de creación de riqueza, para ir dando respuesta a las nuevas funciones.

En estos momentos, la conclusión más inmediata no puede ser otra que la urgencia de que tanto las empresas como las instituciones públicas se replanteen de manera radical su arquitectura, en orden a incrementar de manera significativa su flexibilidad, su capacidad de engranar con el entorno y de capturar conocimientos dentro y fuera de ellas. Al mismo tiempo las instituciones educativas y todos los agentes que intervienen en los procesos de aprendizaje deberán ampliar y modificar de manera drástica su misión, así como la interrelación con otras instituciones y agentes. El Es-

tado, por su parte, tendrá que ayudar a poner en pie todas aquellas estructuras y arreglos institucionales que sean necesarios para sostener y fomentar la innovación, el conocimiento y la formación dentro del mismo marco.

Tendremos también que hacer esfuerzos para que el despegue de la «Economía de Internet», y el altísimo ritmo de avance y convergencia de las distintas tecnologías de la información, no nos hagan olvidar en ningún momento que los principales efectos de las «tres w» sólo se conseguirán a través de su «infiltración» en todas las áreas de la producción y la distribución, y de interaccionar con ellas modificándose en esa interacción, más que de operar como alternativa a las mismas o como una simple capa o estrato depositado sobre la estructura productiva preexistente. Así lo advierte la CE, cuando en informe al Consejo y al Parlamento europeos, señala que los niveles de competitividad que el desarrollo de Europa está exigiendo sólo se conseguirán cuando la innovación impregne la economía y se instaure profundamente en la sociedad.

Un proceso de interdependencia profunda que hasta el presente no ha hecho sino comenzar a dar sus primeros e inseguros pasos, pero con un potencial tan notable que su consecución exigirá una apuesta decidida y ambiciosa por las tecnologías de la información. También exigirá una fortísima capacidad de innovación en el conjunto de los sectores de la economía, desde los de demanda fuerte a los de carácter más maduro, basándose en los avances de muchas otras áreas de la ciencia y la tecnología.

No quisiera dejar de apuntar que un posible efecto indeseado de trasponer prismas conceptuales nuevos a espacios socioeconómicos distintos es el de interpretar aquéllos de manera restrictiva, perdiendo de vista la multitud de procesos de cambio que quedan

implicados en el nuevo espacio económico que se está creando. Sin duda, ese riesgo existe.

Hemos entrado en un período en el que la apuesta por la ruta de la innovación es ya la única posible para sociedades y economías avanzadas como la nuestra. Pero la aparición de principios y manifestaciones sobre la «nueva economía» representan un importante salto de complejidad en los procesos de innovación, que cada día abarcan más dimensiones y nuevas interrelaciones. Necesitamos, por ello, que nuestros científicos y tecnólogos colaboren con la empresa y con las administraciones públicas en cartografiar e interpretar el nuevo espacio económico en proceso de formación, trasponiendo las mejores prácticas y experiencias, pero atendiendo también a lo que constituye el contexto del marco europeo, y a los de nuestro país y de sus distintas realidades regionales (Sánchez Asiaín 2001*b*).

No hay duda de que en las últimas dos décadas hemos acortado distancias en la convergencia con los países a los que, por cultura y herencia compartida, pertenecemos. Pero tenemos que ser conscientes de que todavía estamos bastante alejados de la media de los países de nuestro entorno. Y como integrantes de Europa, tenemos que ser también conscientes de que el reto más importante que tenemos planteado en nuestro continente es la innovación. Y que la tecnología es la clave fundamental para ello.

VI.

La aproximación académica a la tecnología y a la innovación

Contenido

La mejora conceptual. **Pág. 87**

La mejora estadística. **Pág. 89**

Cómo se mide el nivel de innovación de un sistema. **Pág. 92**

En el repaso que estamos haciendo sobre la situación española en cuanto a la innovación tecnológica se refiere, en una obra que bajo el título *Economía y economistas españoles* trata de responder a la pregunta sobre cuáles son las aportaciones significativas que los economistas españoles han hecho a nuestra realidad económica, se plantea como ineludible obligación analizar el estado del actual conocimiento sobre estas cuestiones, así como sobre el cuerpo doctrinal y su conocimiento conceptual y estadístico. Porque después de muchos años de penuria de un riguroso conocimiento, ya empezamos a disponer de una más amplia y mejor información estadística sobre los procesos de innovación y sobre la forma en que la innovación tecnológica influye en las relaciones internas parciales de las distintas economías. Disponemos además de un mejor conocimiento del aparato conceptual que formula la teoría y las reglas de juego de todo ello (estadística, modelos y mejora conceptual), y sobre cómo se desarrolla el mecanismo de transformación de conocimiento en producto interior bruto.

La mejora conceptual

Desde el punto de vista conceptual se está avanzando bastante en lo que respecta a la teoría de la innovación. A principios de los años noventa se definió un concepto teórico de la innovación, en el que desde entonces se ha ido profundizando. Me refiero al conocido como «sistemas nacionales de innovación», a cuya formulación contribuyeron de manera destacada autores europeos y estadounidenses como A. Lundvall, R. Nelson, N. Rosenberg y C. Freeman (Nelson 1993), y que progresivamente y con inusitada rapidez se ha ido incorporando a las políticas de ciencia y tecnología y a las políticas industriales de los más importantes países europeos; aun-

que tengamos que ser conscientes de que lo que ya comienza a denominarse «economía de la innovación y la tecnología» es una disciplina muy joven, necesitada todavía de un mayor conocimiento empírico. No podemos olvidar que Schumpeter no reconoció el carácter endógeno de algunas de las actividades de la ciencia y la tecnología hasta 1942, en que publicó *Capitalismo, socialismo y democracia*, mientras que treinta años antes en su libro *Teoría del desarrollo económico* consideraba totalmente exógenas aquellas actividades, argumentando que era un grupo de empresarios el que se daba cuenta del potencial económico de las innovaciones, y por ello aceptaba el riesgo de llevarlas al mercado.

Por lo que se refiere al plano específico del análisis académico de la innovación, hemos visto multiplicarse las contribuciones teóricas y empíricas, y comenzamos a contar con una literatura de carácter sistemático acerca del caso español, basada tanto en el análisis de muestras representativas de nuestras empresas, cuanto en el estudio en profundidad de casos. También han crecido espectacularmente el número de seminarios, encuentros y programas docentes destinados a comunicar los avances en la investigación de la innovación y a formar a los futuros profesionales de las ciencias sociales y la tecnología, en la comprensión y la gestión de los procesos de innovación.¹²

Puede ser útil a los efectos del objetivo que persigue este trabajo hacer una breve referencia a lo que la investigación económica ha sido en relación con la innovación tecnológica. Porque se ha avanzado mucho desde los primeros trabajos de Schumpeter

¹² Amplia información sobre los grandes campos en que se está investigando en España en los últimos años puede verse en VV.AA. [2000]. El número 81 de *Papeles de Economía Española* (1999) sobre *Cambio técnico* documenta también ese avance en el plano estrictamente académico.

[1912, 1942], que ya pusieron de manifiesto la importancia de la innovación y de la actividad emprendedora de los empresarios para la economía. En este sentido, se ha avanzado en el análisis del impacto de la innovación tecnológica sobre el crecimiento económico, desde los trabajos iniciales del premio Nobel Robert Solow [1956-1957] a finales de los años cincuenta, hasta los recientes modelos de «crecimiento endógeno» que han surgido en la última década. Toda esta literatura nos muestra sin lugar a dudas que la innovación tecnológica es la clave que explica el crecimiento sostenido de las economías desarrolladas.

También hemos aprendido que el éxito de un país en lo que a innovación se refiere depende no solamente de las empresas, protagonistas últimas de este proceso, sino también de todo un conjunto de agentes e instituciones que condicionan en alguna medida la innovación. Todos estos agentes conforman lo que se ha denominado sistemas nacionales de innovación (Lundvall 1992; Nelson 1993).

En estos momentos existe una multitud de líneas de investigación abiertas que en el futuro nos permitirán entender los determinantes de la innovación en el seno de las empresas, los condicionantes de la difusión de la tecnología entre empresas y entre países, y los factores institucionales que hacen que un sistema de innovación sea más efectivo en su tarea de convertir conocimiento en producto interior bruto y en bienestar.

La mejora estadística

En cuanto a la mejora estadística, hay que notar que se han dado los primeros pasos para contar con una base estadística sobre un amplio abanico de variables de la innovación, que vienen a com-

plementar la serie temporal sobre actividades de I+D. Las encuestas del INE sobre innovación tecnológica en las empresas (de 1994, 1996, 1998 y 2000) vienen a cubrir una importante laguna de información en el marco de las estadísticas científico-tecnológicas. Por su parte, los estudios de 1995 del Círculo de Empresarios sobre *Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación*, y el encargado por el Ministerio de Industria en 1994, *Análisis cualitativo sobre el proceso de la innovación en la empresa española*, y la encuesta de estrategias empresariales, que publica el Ministerio de Industria desde 1994, proporcionan también información valiosa para entender la dinámica innovadora y sus problemas en ese crucial subconjunto empresarial.

También estamos empezando a tener respuesta a la pregunta de cómo, en distintos supuestos, influyen en nuestra economía las nuevas tecnologías, tanto las generadas internamente como las adquiridas en el exterior. Y empezamos a disponer de resultados bastante precisos. Por ejemplo, utilizando una función de producción del tipo Cobb-Douglas se ha conseguido modelizar la convergencia de 18 países de la OCDE en una economía ficticia, que resultaría ser el promedio de todos ellos. Un modelo que contempla el gasto anual de I+D en cada uno de estos países, y que tiene también en cuenta de forma explícita la inversión en capital físico y humano.

Pues bien, este modelo pone de manifiesto que la economía española tuvo en el período 1970-1995 un diferencial positivo de crecimiento con el país promedio de la muestra. Pero el valor que se obtiene de convergencia que se asigna a España es del 0,10 % anual para esos 25 años, pequeño si se lo compara con otros países que también convergen desde abajo, como es el caso de Irlan-

da, con una tasa del 1,17 %, o de Portugal con el 0,56 %. El modelo también asigna tasas de convergencia desde arriba, y hacia la media, es decir, negativas, a los países tradicionalmente desarrollados, como es el caso de Estados Unidos, con tasa de un 0,53 %, o a Francia con un 0,30 %. Está implícito en estos resultados, como es obvio, el que en los países menos avanzados, que tienen tasas globales positivas, la mayor fuente de crecimiento es lo que se denomina efecto de convergencia, que tiene en cuenta, por una parte, el mayor rendimiento de las inversiones en las economías menos capitalizadas (el efecto neoclásico de rendimientos decrecientes del capital), lo que hace converger hacia el promedio a las economías; y, por otra, el impacto de la difusión de las tecnologías, que favorece de forma importante la convergencia hacia arriba de los países con menos recursos.

De esta manera, para los 25 años considerados, la influencia del efecto de convergencia para España fue el 1,00 % hacia arriba, menos que en el caso de Portugal (1,69 %) e incluso menos que Irlanda (1,34 %). Lo que confirma, ante todo, que el modelo que estamos utilizando es capaz de reflejar el hecho de que cuando una economía se desarrolla va experimentando una pérdida de peso en el efecto de convergencia. Como confirmación puede señalarse que Japón, con una tasa global de convergencia positiva del 0,69 %, tiene un efecto de convergencia negativo del 0,02 %. En España esa convergencia pierde peso a medida que pasan los años, de tal manera que cuando el modelo se aplica a un período más cercano a 1985-1995, su contribución positiva anual es de menos de medio punto.

La contribución más original de este modelo es haber estimado la influencia de los gastos en I+D de los 18 países en la tasa global de convergencia, lo que nos permite afirmar que España es, de los

18 países estudiados, el que peor ha resistido su baja dedicación a crear tecnología propia, es decir su bajo nivel de I+D.¹³

Esto quiere decir que, si España hubiera sido capaz de dedicar recursos a I+D en proporción a su nivel de desarrollo, la tasa anual de convergencia hubiera sido bastante mayor que la conseguida, en la medida que no se hubiera dado el efecto negativo de cerca de medio punto que el modelo detecta. El modelo no es capaz de indicar, por el momento, cuál debiera haber sido la cantidad adecuada, aunque sin duda sería bastante mayor que la aplicada. En todo caso, lo que esta investigación empírica sí muestra es el efecto negativo sobre el incremento de renta de una inversión en I+D inadecuadamente pequeña, que reduce la competitividad. Esto es un ejemplo de cómo la investigación económica está ayudando a comprender el fenómeno de la innovación.

Sin olvidar que en España se están dando importantes pasos para contar con una base estadística de un amplio abanico de variables de la innovación, que vienen a complementar la tradicional serie temporal sobre actividades de I+D (Martín-Guzmán 2001).

Cómo se mide el nivel de innovación de un sistema

Parece conveniente detenerse a examinar a través de qué mecanismos o índices se puede llegar a definir el nivel de innovación de un sistema nacional. En un principio la medición del nivel tecnológico de una comunidad ha venido utilizando las fórmulas recomendadas por la OCDE, primero las establecidas en 1964, y pos-

¹³ Una completa justificación de estas conclusiones puede verse en De la Fuente [1998], donde se presenta el modelo y se hace una extensa revisión sobre la influencia de la innovación tecnológica y su difusión en el crecimiento económico.

teriormente las de 1992. Aunque los resultados obtenidos han aconsejado iniciar una revisión de los procedimientos propuestos, con objeto de poder tener en cuenta factores hasta hoy no considerados importantes para la innovación, pero que cada día lo son en más alto grado, como las modalidades de gestión de tecnología en las empresas, sus hábitos de formación o los de valoración de intangibles.

En todo caso, resulta obvio que la simple valoración de los recursos dedicados a I+D no es una medida fidedigna de la tecnología que se pone a disposición de las empresas, aunque sea el índice más utilizado. La Fundación Cotec ha profundizado recientemente en esta cuestión, llegando a la conclusión de que tendríamos una idea más exacta de nuestra situación si al 0,9 % del producto interior bruto dedicado a I+D que arrojan las fórmulas habituales, añadiéramos, por una parte, el 0,3 % que España dedica a comprar tecnología no incorporada, más una parte ciertamente no despreciable de la cantidad del 3 % que invertimos anualmente en adquirir bienes de equipo. Porque en esos bienes de equipo existe mucha tecnología incorporada que pasa a engrosar el stock tecnológico del país.

En virtud de esa corrección, no parece muy aventurado afirmar que nuestras empresas utilizan anualmente tecnología por un valor que puede superar el 1,5 % de nuestro producto interior bruto, lo que nos llevaría en términos comparativos a considerar que nuestra diferencia, en el valor de la inyección de tecnología que reciben anualmente nuestras empresas, en comparación con la media europea, es sensiblemente menor de lo que creemos, partiendo del hecho demostrado de que nuestras compras de equipo capital con tecnología incorporada son también superiores a la media. Y un dato que corroboraría esta conclusión es el hecho del

relativamente elevado valor de las ventas de tecnología no incorporadas que hace la economía española. Lo que querría decir también que nuestra tecnología, posiblemente como resultado de adaptaciones para poder ser aplicada por nuestras empresas, resulta internacionalmente competitiva y muy adecuada a estructuras industriales similares a la española.

VII.

**Dos cuestiones para debate:
la universidad y el espacio
tecnológico**

Contenido

La universidad y la innovación. **Pág. 98**

La localización del hecho tecnológico. **Pág. 123**



Ya hemos visto anteriormente que tanto las medidas legislativas como las acciones empresariales tienen una importancia relativa en orden a la mejora de la competitividad si se las compara con la necesaria y urgente reorientación de algunas de las políticas públicas que afectan de manera sustancial al proceso de innovación tecnológica. Ello implica, sin duda, la introducción de reformas institucionales y la necesidad de consensuar algunas definiciones para entrar a fondo en la cuestión. Porque las medidas legislativas y las recomendaciones tienen un enorme valor a la hora de remover obstáculos a la innovación, pero resultan insignificantes en comparación con lo que pueden suponer ciertos cambios en algunas políticas públicas.

Para ilustrar lo que quiero decir, bastan dos de esos cambios institucionales que implican una previa reorientación política y que, de alguna manera, resultan paradigmáticos. Sin duda hay muchos más, que habrá que plantearse a través del debate y la reflexión para ver en qué medida puede mejorarse su contribución a la competitividad. Pero a título de ejemplo, me voy a concentrar en el papel de la universidad en una sociedad de conocimiento y lo que pudiéramos llamar el escenario óptimo necesario para el diálogo tecnológico. Dos cuestiones muy importantes y muy conectadas con la competitividad a través del sistema nacional de innovación. Dos cuestiones sobre las que debería abrirse cuanto antes un debate en profundidad, sin restricciones previas, para reflexionar hasta dónde el aparato conceptual de que disponemos y la evidencia empírica lograda hasta el momento afectan a nuestros actuales esquemas de transformación de conocimiento en producto interior bruto, hasta el extremo de proponernos otros nuevos.

La universidad y la innovación

Mi primer análisis se refiere al papel de la universidad en el sistema nacional de innovación, en el seno de una sociedad de conocimiento que necesita optimizar sus esquemas de producción. Un análisis realmente crucial para el grave problema que tenemos de competitividad si se tiene en cuenta que cada día hay menos consenso en adjudicar a la relación universidad-empresa una parte importante en la responsabilidad de esa situación. Lo he seleccionado como ejemplo porque la universidad española, en su configuración actual, implica muy graves consecuencias en nuestro nivel de competitividad, pudiendo llegar a ser el principal responsable.

Vivimos en una sociedad de conocimiento. Una sociedad que en los últimos tiempos ha dado un salto de escala en el uso de conocimiento altamente especializado, utilizado para diseñar, producir y comercializar la gran mayoría de bienes y servicios. Y esto porque la ciencia y la tecnología se han ido fundiendo en este siglo con el tejido productivo, de tal manera que han llegado a convertirse en lo que se ha definido con la gráfica expresión de «sistema de soporte vital», de cuyo funcionamiento continuado, sin falla grave, depende nada menos que la supervivencia del sistema económico. Porque los más destacados analistas coinciden en atribuir hoy a la variable científico-tecnológica un peso absolutamente fundamental en la emergencia de un nuevo perfil social y económico, y en señalar que las sociedades avanzadas se vieron en el último tercio del siglo XX profundamente alteradas por los «nuevos modos de generar riqueza» y por el modo de vertebrar y hacer operativas las instituciones sociales ofrecidos por la generación de conocimiento.

Y no es sólo la economía la que está exigiendo la aportación ininterrumpida de nuevos conocimientos. Es la sociedad en su con-

junto la que ha alcanzado tal grado de complejidad e interdependencia que ya no puede desenvolverse sin un continuo procesamiento de información. Éste, y no otro, es el sentido profundo de que la sociedad desde el fin del siglo pasado pueda denominarse «sociedad de la información». Lo es ante todo por la necesidad y la capacidad que los distintos agentes e instituciones tienen hoy de capturar y de analizar grandes volúmenes de información para su toma de decisiones. Una capacidad que está condicionada por la disponibilidad tecnológica, pero también por la disponibilidad de profesionales que estén rigurosamente formados en la utilización creativa y dinámica de herramientas y de modelos conceptuales para la resolución de aquellos abanicos de problemas, en permanente expansión, que plantea la emergente sociedad global. Una disponibilidad que sólo puede ofrecer en cantidad y calidad la universidad.

Lo que tenemos que preguntarnos ahora es si en las actuales circunstancias generamos suficiente «conocimiento» y si éste es el adecuado a las necesidades del país. Luego nos preguntaremos si sabemos utilizarlo. Por el momento la respuesta es muy positiva a la primera parte de la primera pregunta. Porque nuestro sistema genera en estos momentos conocimiento en calidad aceptable, aunque no en la cantidad que la realidad exige. La mejora del nivel de gasto público en I+D en los últimos años, junto con algunos aspectos de la política científica, y en particular la puesta en marcha de los Planes Nacionales de I+D, se ha traducido en una mejora muy sustancial de la producción científica de nuestros investigadores. Y la dedicación de forma sostenida de recursos ha permitido la creación y mantenimiento de grupos de investigación de calidad, que han hecho importantes contribuciones de valor mundial al conocimiento científico.

Los datos indicados en el apartado IV, epígrafe «Acciones en el contexto español», párrafo segundo, demuestran el claro éxito de nuestro sistema científico. Debemos estar satisfechos de que así sea, pero con esta respuesta no se cierra el circuito de nuestras preocupaciones. Porque la mejora de la competitividad exige que el conocimiento generado por el sistema investigador se incremente notablemente superando proporcionalmente la I+D de nuestros competidores. También exige una mayor capacidad que la que tenemos de «traducir» la investigación en producto interior bruto, que es lo que nos planteaba urgentemente con su «paradoja» la Comunidad Europea.

Cada día existe un mayor consenso en que ese defecto de «traducción» se justifica por la tradicional distancia entre universidad y empresa, entre investigación y aplicación práctica, entre la misión convencional de la universidad y los objetivos de la empresa, lo que se justifica a partir del carácter de instituciones públicas que tienen las universidades de Europa, lo que conlleva la existencia de una serie de renglones nada sensibles a criterios de eficacia y calidad. Ejemplo de ello serían su financiación mediante los presupuestos públicos, el estatuto de su personal eminentemente funcional o los modos de gestión, es decir, unas rigideces estructurales entre universidad y empresa en las que apenas se ha profundizado (Sánchez Asiaín 2001*b*).

En nuestro caso la cuestión es muy grave, porque si la universidad europea media presenta un perfil desajustado respecto a los requerimientos y a los retos del futuro, la española acentúa este perfil: resultado posiblemente de que el conjunto de la sociedad española y, en particular, los decisores públicos han visto siempre a la universidad como una especie de «caja negra», cuyo *output* principal, cuando no único, son los titulados superiores y en todo caso

la investigación en general, olvidándose de que constituye un recurso estratégico del sistema de innovación. Un sistema de innovación que para su optimización requiere una estrechísima colaboración entre universidad y empresa.

Creación de riqueza «versus» creación de conocimiento

Uno de los retos fundamentales a los que Europa y España se enfrentan en el cambio de siglo es la renovación de la alianza entre creación de riqueza y creación de conocimiento. Una alianza que en el espacio europeo ya quedó establecida a principios del siglo XX con las revoluciones científica e industrial, aunque en la segunda parte perdió fuerza en nuestro continente, a la vez que alcanzaba su máxima expresión en Estados Unidos, luego en Japón y más recientemente en los nuevos países industriales. Con resultados muy bien conocidos por todos, en relación con la competitividad, el empleo y la reducción de expectativas de bienestar.

Obviamente no hay fórmulas simples para responder a ese reto que se plantea a la universidad. Porque incluso una sociedad tan flexible como la norteamericana, tan dependiente de la alta tecnología y de la innovación radical, lleva años sometiendo a debate el papel de la administración federal en la promoción de la ciencia básica y del conocimiento aplicado, y los modos de generar y gestionar el conocimiento en el marco de la empresa.

Estamos, pues, obligados a abrir un debate sobre el papel de la universidad en la sociedad del conocimiento. Un debate que nos permita disponer con urgencia de un sistema universitario que nos dote de un mecanismo competitivo de transformación de conocimiento en bienestar a través del incremento del producto interior bruto. Un debate que nos permita definir con precisión las rigide-

ces del sistema, aunque en el caso español existe ya un consenso bastante generalizado sobre varios aspectos del problema. Por ejemplo, que hay pocas relaciones de retroalimentación entre investigación universitaria y áreas de aplicación práctica. Que son insuficientes los incentivos para promover y recompensar la investigación. Que la movilidad personal entre la empresa y la universidad es prácticamente inexistente. O que la gestión de la investigación y la transferencia de resultados a la sociedad necesita ser notablemente reforzada. Entre otros.

Un debate en el que preguntarnos también sobre qué tipo de investigación necesita el país y cuál se le está ofreciendo. Porque conforme la economía se ha ido haciendo más intensiva en conocimiento, se ha ido dibujando poco a poco la conveniencia de influir de manera más directa en la universidad, tratando de orientar su actividad hacia áreas de carácter más aplicado. Hasta el punto de que en los últimos años podemos estar presenciando el final del modelo postbélico de apoyo público a la ciencia básica, un modelo que operaba bajo el supuesto de que de la investigación básica se derivarían, antes o después, aplicaciones prácticas de trascendencia. Modelo que se ha ido sustituyendo por otro, que bajo la denominación de «investigación estratégica» se orienta más a la satisfacción de grandes objetivos prácticos, generalmente de naturaleza económica o ligados al cuidado de la salud, medio ambiente, la seguridad, etc.

Se supone que el cambio de planteamientos que ello implica debería ir acompañado también de cambios muy precisos en la organización y estrategia de las universidades y centros de investigación. Pero ocurre que el análisis de los casos de mejor práctica universitaria e investigadora, capaces de producir premios Nobel y de generar al tiempo nuevas empresas, o de renovar las ya exis-

tentes, se concilian muy mal con estos esquemas lineales. Porque hace ya bastantes años que se sabe con razonable seguridad que las relaciones entre ciencia básica y ciencia aplicada, y de ésta con la innovación, revisten un carácter mucho más complejo. Estudios más recientes señalan que el proceso seguido para pasar desde el conocimiento científico a la innovación y su difusión en el tejido económico presenta avenidas múltiples y una trayectoria tortuosa difícil de codificar y de medir. Porque en ocasiones es precisamente la búsqueda de solución a un problema práctico lo que tira de la ciencia básica.¹⁴ Y frecuentemente la vía por la que el conocimiento más abstracto «viaja» hasta las empresas o hacia las agencias públicas preocupadas con la satisfacción de demandas acuciantes es a través de los mismos científicos, quienes al moverse entre distintas instituciones llevan en su cabeza un conocimiento de difícil formalización. Y en no pocas áreas científicas de punta, la resolución de problemas procede del enfrentamiento global a problemas complejos, en ocasiones de naturaleza mixta, teórica y práctica, que cruzan varias fronteras disciplinares y organizativas.

La consecuencia de todo ello es que las relaciones entre universidad y entorno son cada día más complejas y al tiempo más borrosas, o si se quiere más permeables. De lo que se desprende que la institución universitaria necesita con urgencia dotarse de un nuevo marco regulador que favorezca su flexibilidad y la capacidad de establecer vínculos con su entorno. Porque la universidad se está integrando progresivamente en una red distribuida y flexible de creación de conocimiento y de solución de problemas, una red

¹⁴ Cuando en 1945 se inventó el transistor, no existían en el mundo entero ejemplos de investigación básica sobre la física del estado sólido. A partir de este punto esa investigación se fue convirtiendo en una práctica común.

que en la próxima década ni siquiera exigirá como regla general la contigüidad física de sus integrantes, dadas las inmensas posibilidades que abre el desarrollo acelerado de las redes informáticas. Y tiene que estar preparada para ello.

No es fácil aproximarse a la situación de la universidad, al menos en sus relaciones con el sistema productivo en cuanto a la competitividad se refiere. Porque las experiencias de aquellas universidades que se consideran excelentes son muchas y no parecen responder a un único patrón de desarrollo. Sí tienen, sin embargo, algo que les es común, y es que esas universidades «modelo» comparten un alto nivel de flexibilidad y de relación dinámica con el entorno, situación que por lo general está ausente, o es bastante débil, en el caso de la universidad europea de tipo medio. Y desde luego en España.

Tiene por ello interés tratar de buscar materiales para el debate acerca de la universidad como componente central del sistema nacional de innovación. Una cuestión a la que en estos momentos se está prestando una atención creciente por parte de algunos de los más influyentes analistas de la innovación, que están centrando su trabajo en una exploración en profundidad de las universidades como instituciones *económicas*, para decirlo siguiendo al profesor de Stanford, Nathan Rosenberg.

En todo caso, la cuestión de la universidad ha sido objeto de debate continuado, abierto o latente, desde hace muchísimo tiempo. Y de vez en cuando se debate acerca de la naturaleza de su misión, debate que implica un juicio acerca de qué funciones son consideradas esenciales, o definidoras del núcleo estratégico de esa institución, y cuáles son vistas como secundarias, o incluso como prescindibles. Lo distintivo hoy consiste en retomar el análisis desde el punto de vista de la innovación, y más específica-

mente como componente central de nuestro emergente sistema de innovación. Estas páginas no pretenden formalizar ni definir ese modelo, sino tan sólo dibujar los trazos más gruesos del mismo.¹⁵

La evolución de la universidad en el siglo xx

Los analistas que se han ocupado de la trayectoria evolutiva de la universidad y del debate que la ha acompañado, resaltan la presencia de dos fuerzas cuyo papel en el modelado de esa institución ha sido decisivo, y que han acabado por conformar el perfil de la universidad europea que hoy contemplamos.¹⁶ Por una parte el progreso espectacular de las ciencias naturales. Por otra la democratización del acceso a la enseñanza superior, convertido en ideal de las clases medias y más recientemente del conjunto de la sociedad. Dos fuerzas a las que se ha añadido recientemente un nuevo campo que presiona sobre la misión y estructura de la universidad. No es otro que la profunda transformación de la base económica de las sociedades avanzadas, cada vez más intensivas en conocimiento y en tecnología, lo que ge-

¹⁵ Son trazos que he ido desarrollando en los últimos años al hilo de intervenciones en foros varios, desde los de la calidad de la enseñanza universitaria en mi intervención en el VIII Encuentro Científico de la Asociación Alexander von Humboldt España sobre la Gestión de la Calidad en la Universidad, en el Palacio Miramar de San Sebastián, en septiembre de 1998, bajo el título *La institución universitaria en el marco de una sociedad de conocimiento*, a los de mi intervención en la Universidad Miguel Hernández de Elche, con motivo de mi investidura como *doctor honoris causa* en octubre de 1999 bajo el título *Misión de la universidad en la sociedad de conocimiento. La necesidad de una reflexión conceptual*. También pueden verse distintas intervenciones sobre diferentes aspectos de la innovación en SÁNCHEZ ASIAÍN [2000b].

¹⁶ Véase el excelente Suplemento de *The Economist*, *The Knowledge Factory*, del 4 de octubre de 1997. Véase también SÁNCHEZ ASIAÍN [2000b].

nera un fenómeno de multiplicación de la complejidad y de la interdependencia que ya se ha etiquetado como globalización. El resultado de esas tres fuerzas, pero especialmente su concurrencia, han dado como consecuencia la obsolescencia de la concepción clásica de nuestra universidad y de su arquitectura organizativa.

Es bien conocido que de las tres funciones históricas de la universidad, la creación y transmisión de cultura, la formación para el ejercicio profesional y la práctica de la investigación científica, Ortega no tuvo ninguna duda en descartar esta última del núcleo esencial del quehacer universitario. En su visión liberal, la función esencial de la universidad era la formación superior. «La universidad consiste, primero y por lo pronto, en la enseñanza superior que debe recibir el hombre medio» [...] «no veo razón ninguna para que el hombre medio necesite ni deba ser un hombre científico» (Ortega y Gasset 1994:313-353). Es claro que el hecho de que en el pensamiento de Ortega la investigación no formara parte del núcleo universitario, en modo alguno implicaba el que no se educase al hombre medio en algunas áreas de la ciencia. La universidad debería nutrirse de la ciencia, pero, en la visión orteguiana, la función de formar investigadores científicos no tenía por qué formar parte de su núcleo constitutivo.

Sin embargo, esa idea liberal acerca de la especialización funcional de la institución universitaria quedó desplazada a un segundo plano cuando el avance desigual de las humanidades, muy por debajo del ritmo de progreso de las ciencias naturales, la decisiva contribución de éstas a la cultura superior, a la imagen del mundo y al modo de intervenir en él con el concurso de la tecnología hicieron de la universidad la institución por excelencia especializada en la tarea de investigar y en la formación del personal investi-

gador. Una evolución, por otra parte, que convergía con las nuevas necesidades y desafíos de la sociedad de mediados de siglo, que demandaban de la universidad la preparación de investigadores capaces de enfrentarse a problemas nuevos, de una magnitud y complejidad sin precedentes.

Un fenómeno que se acentuó como consecuencia del esfuerzo bélico de la Segunda Guerra Mundial, ocasionando que el centro de gravedad de la universidad se fuera desplazando progresivamente, no sin discusión y resistencias, a la función investigadora. Desplazamiento que acabaría por dar forma al contenido y la estructura de la propia tarea docente, hasta el punto de que hoy es generalmente aceptado, al menos entre las instituciones de excelencia, que sin investigación avanzada no puede existir enseñanza verdaderamente universitaria, o si se quiere, enseñanza universitaria de calidad.

Y si se acepta que la enseñanza universitaria involucra necesariamente investigación avanzada, parece obligado extraer de ese hecho la larga serie de consecuencias que implica. La primera y fundamental, la de exigir verdadera calidad investigadora a quienes se incorporan a la función docente, y no sólo en el escalón superior, sino también en los niveles primeros. Porque constituye un verdadero despilfarro social el que en la selección del profesorado no se den con el rigor exigible los requisitos de probada vocación y capacidad de desplazar hacia delante las fronteras de su disciplina, y no meramente de repetir mejor o peor el conocimiento de antea.

Una segunda consecuencia del papel fundamental de la investigación en la universidad debería ser atribuir un mayor peso al tercer ciclo, considerándolo el período en el que toman forma la vocación y la capacidad investigadora, y en el que frecuentemente se

producen contribuciones muy significativas al conocimiento científico de punta, además de preparar al doctorando a enfrentarse con problemas novedosos de alta complejidad en contextos organizacionales varios, desde la empresa a la Administración, pasando por los hospitales. Hay una amplia literatura que documenta que es en esta etapa de la formación en la que se adquieren intangibles decisivos, como la capacidad de visualizar problemas potencialmente interesantes y resolubles, estilos de trabajo analítico, metodologías de tratamiento de los problemas percibidos por medio de la observación, y una larga serie de aspectos que distinguirán al investigador creativo del rutinario.

Otra consecuencia de visualizar la universidad como espacio de investigación avanzada es la necesidad de dotarse de sistemas de incentivos explícitos, de naturaleza económica, simbólica y de carrera profesional, que permitan estratificar a los diferentes componentes de la comunidad universitaria para colocar en posiciones de liderazgo e influencia a quienes precisamente destacan por su capacidad de generar y transmitir nuevos conocimientos.

Finalmente, la arquitectura institucional o formas organizativas de la propia universidad, deberán favorecer la flexibilidad, la movilidad y la capacidad de interacción con el entorno. Y éste, el entorno, debe ser concebido no sólo como fuente de financiación, sino también como institución responsable de detectar los problemas sobre los que el sistema de investigación debe ofrecer soluciones.

Es claro que la lista de consecuencias que se deducen del papel que queremos asignar a la universidad podría ampliarse bastante más de lo que es posible hacer aquí. Pero lo que de verdad importa es destacar aquí que, si se visualiza la universidad como una «fábrica de nuevos conocimientos», será necesario aceptar todas las implicaciones que ello supone.

La dimensión investigadora no ha hecho sino crecer a lo largo del pasado siglo, y previsiblemente deberá expandirse todavía más en el próximo período, en la medida en que nuestras economías cada vez son más dependientes de la investigación. Sin embargo, no existe pleno consenso sobre esta realidad. Porque analistas sociales interesados por la problemática de la sociedad postindustrial, que han reflexionado y escrito en los últimos años, mantienen algunas reservas al respecto. Entre ellos el sociólogo Robert Nisbet, que en su conocido trabajo sobre «El futuro de la universidad», mantiene la tesis de que «a pesar del dato de la dependencia de la sociedad postindustrial de la creación de conocimiento», ello no asegura en modo alguno el papel de la universidad en razón de su asociación histórica con la investigación. Porque a su juicio «la universidad dista de ser en la actualidad la única institución de nuestra sociedad dedicada al avance del conocimiento». Insistiendo en que «pocas transformaciones distinguen más la sociedad americana de hoy de la existente hace medio siglo, que la impresionante proliferación de institutos y centros, públicos y privados, cuya finalidad primaria es el descubrimiento o el avance del tipo de conocimiento del que nuestra sociedad depende» (Nisbet 1979). Hay que reconocer, sin embargo, una diferencia esencial entre el tipo de investigación desarrollado en la universidad y el realizado en la gran mayoría de los otros centros e institutos no universitarios, que se concreta en la mayor amplitud de los objetivos y de la búsqueda del conocimiento característica de las universidades, frente a las finalidades de naturaleza más restringida y utilitaria de estas otras organizaciones. También en la autonomía del personal de aquéllas en el desarrollo de su trabajo frente a los constreñimientos «tipo factoría» del personal investigador de estos otros centros. Nisbet concluía que las universidades seguían atrayendo a las mentes más creativas, aunque en cre-

ciente competición con las nuevas organizaciones dedicadas a la investigación.

En realidad Nisbet plantea que el futuro de la misión de la universidad consistirá en «la diseminación de valores intelectuales a la mayor audiencia a la que sea posible llegar», y que constituye la única institución que mantiene el poder suficiente para oponerse a las tendencias barbarizantes de nuestra época, y para reafirmar y diseminar los valores centrales, ideas y perspectivas de la civilización occidental, contrarrestando así el igualitarismo contrario al mérito y el papel de los medios de comunicación, es decir, la «mediacracia».

Masificación y calidad

La segunda de las fuerzas que ha contribuido notablemente al actual perfil de la institución universitaria es la democratización del acceso a la enseñanza superior, porque el fenómeno de la masificación y del rápido crecimiento de la red de universidades ha tenido efectos indeseados en la calidad de los procesos de reclutamiento del profesorado, de la propia gestión de la institución y de la formación recibida. El problema es complejo porque una vez que la masificación toma forma, y más allá de la desaceleración que pueda estar produciéndose por razones demográficas, ya no cabe pensar en una vuelta atrás. En consecuencia, el reto y la única vía posible por explorar es cómo combinar la excelencia con un muy generoso acceso a la enseñanza superior.

Desde luego no hay recetas sencillas, pero en el amplio abanico de posibilidades, una de las principales vías con la que experimentar es la de permitir, e incluso incentivar, la estratificación de universidades en una escala de calidad y prestigio, sobre la base

de la competencia entre ellas, para captar profesorado y estudiantes, en el grado de innovación de los estudios ofertados, en el ajuste de la oferta de especializaciones a las demandas de su entorno y en su productividad científica. Es claro que hay que preservar el que extensos sectores de la juventud puedan graduarse tras obtener una buena formación universitaria, pero no hay por qué impedir estructuralmente, como ahora ocurre, el que los mejores docentes e investigadores y los estudiantes de más talento y dedicación puedan confluír normalmente en determinadas universidades de excelencia. Porque hoy ya sabemos que buena parte del éxito en la formación adquirida durante los años de universidad tiene que ver con la existencia de un marco que favorezca, o cuando menos no penalice, la interacción entre los mejores, entre aquellos que desde una posición docente o discente aspiran a alcanzar los niveles de excelencia.

El sociólogo Martín Lipset ha recalcado la importancia de ese entorno o espacio facilitador del encuentro y de aprendizaje mutuo:

Lo mejor de recibir educación superior en Harvard o Stanford, dos instituciones que conozco bien, es la calidad de los estudiantes todavía no graduados. Se enseñan entre ellos. Discuten entre ellos acerca del significado de lo que leen, sobre los experimentos que llevan a cabo. Lo que hace de éstas, y de otras universidades similares, instituciones educativas de excelencia es que atraen a los estudiantes más brillantes (Martín Lipset 1994).

Y lo que, según Lipset, atrae realmente a esos estudiantes más destacados, es la imagen de excelencia investigadora de la institución. Porque los estudiantes que compiten por entrar en las universidades de mayor reputación saben que en otras instituciones más modestas recibirían quizás atención más intensa por parte de sus instructores, pero saben también que éstos apoyan su docencia

en las publicaciones, las teorías y las metodologías producidas por el profesorado de las universidades de primer rango. Y es así porque el proceso de aprendizaje universitario se compone de un conjunto de dimensiones que desbordan con mucho lo que ocurre en el aula. Entre otras, el contacto informal en el laboratorio, las conferencias o la información de primera mano sobre lo que es relevante y lo que está ya caducado. Y si eso vale para quienes se encuentran en período de formación, todavía ocurre en un grado mayor con el personal docente e investigador. La evidencia disponible indica que la integración en un grupo y un entorno de excelencia multiplica los resultados alcanzados por parte de todos sus integrantes, en tanto que aquellas instituciones en las que el valor modal es mediocre, los investigadores de punta o bien abandonan la institución o ven decrecer su contribución de manera significativa.

Las universidades españolas comparten con la mayoría de las europeas un diseño que no favorece la estratificación del sistema, obstaculizando la emergencia de centros de excelencia que sean capaces de acoger a aquellos estudiantes graduados y profesores que puedan hacer contribuciones de punta en sus disciplinas. Y ello constituye una barrera fundamental que hay que remover si de verdad queremos dotarnos de un sistema de innovación que se base no sólo en una capacidad media razonable de contribuir al avance del conocimiento, sino también en núcleos universitarios y centros públicos de investigación, en los que se hace la mejor ciencia en áreas cruciales. Una investigación que sea homologable a la desarrollada en otras sociedades avanzadas.

Parece claro que si se quiere ir conformando un grupo de universidades de excelencia, a la par que se mejora el nivel medio

de todas ellas, habrá que introducir elementos de competitividad y mercado en la captación tanto de profesores cuanto de estudiantes. Y es particularmente urgente el estimular, cuando no requerir, la movilidad del profesorado, en un momento en que están creciendo los fenómenos de autorreclutamiento entre graduados de la propia universidad, algo que las universidades de referencia en Estados Unidos impiden de manera sistemática, a efectos de evitar el empobrecimiento resultante de desarrollar la carrera profesional en un único marco institucional, incluso en aquellos casos en que ese marco es de primer nivel. En la misma línea, el sistema de distritos universitarios ha convertido en prácticamente inexistente la movilidad de los estudiantes, que ni se ven obligados a competir, ni reciben estímulos para ser atraídos o admitidos por las universidades de mayor prestigio.

No se nos debe escapar que son muchos los obstáculos para pasar a una situación de estratificación en un sistema de universidades predominantemente público, pero es claro que, antes o después, tendrá que abrirse el debate sobre esta cuestión fundamental.

Sociedad del conocimiento, innovación y universidad

Si el avance sostenido del conocimiento científico en el siglo xx fue el factor endógeno fundamental para ir inclinando el debate acerca de la misión y perfil de la universidad del lado de la investigación, la transformación de la base económica en interacción con ese avance y la emergencia silenciosa de la llamada economía postindustrial presionan hoy también, y notablemente, sobre la estructura y función de la universidad. Y ya no se trata tanto de debatir sobre investigación sí o no, ni siquiera en qué grado haya de desarrollarse en el marco de la universidad o trasladarse a otras

instituciones. Porque lo que hoy reclama la atención más urgente es en qué marco, en qué condiciones y a partir de qué características debe llevarse a cabo la investigación para que sea más eficaz en las presentes circunstancias. Es decir, lo que se busca es la optimización del ciclo de transformación del conocimiento en riqueza o, si se quiere, de la investigación en producto interior bruto.

Porque lo que está claro es el éxito en los últimos tiempos de la ciencia como actividad profesional, lo que se demuestra a partir de su crecimiento exponencial desde principios del siglo xx. Pues el edificio del conocimiento científico, medido por el número de investigadores activos, número de disciplinas y especialidades, o producción científica, en poco o nada se parece al existente hace un siglo. Aunque el dato que documenta de manera más expresiva la importancia del hacer científico de hoy es la estrecha interdependencia o, como algunos analistas dicen, el acoplamiento estricto entre avances científicos y actividad productiva. Lo demuestra el hecho de que no pocos de los subsectores más dinámicos de nuestras economías, precisamente los de demanda fuerte, han surgido como consecuencia directa de los nuevos conocimientos salidos del todo o en parte del laboratorio universitario. La informática y la biotecnología son, sin duda, dos de las áreas científico-tecnológicas más potentes, que están apoyando a varios de los subsectores económicos más dinámicos, y afectando de manera creciente a la mayor parte de los restantes sectores. Y tanto la biotecnología como la informática tienen sus raíces primeras, y hoy sus nutrientes, en la actividad investigadora de las universidades y centros públicos dedicados al avance del conocimiento.

Es importante insistir en este aspecto de la cuestión. Un estudio llevado a cabo en 1997 para la National Science Foundation esta-

dounidense y publicado en la revista *Research Policy* señala, tras el examen de más de cien mil patentes, que la dependencia de éstas respecto a los avances científicos llevados a cabo en universidades y centros públicos de investigación se ha triplicado en años recientes. Y que el 73 % de los artículos citados por las patentes presentadas por la industria habían salido de instituciones académicas, centros gubernamentales y otras instituciones públicas, como fundaciones, y tan sólo el 27 % se habían originado en las investigaciones llevadas a cabo por los científicos que trabajan en empresas. Otra de las conclusiones de ese estudio fue el que los artículos en los que se apoyaban las patentes se habían originado en las más prestigiosas universidades y centros de investigación, la gran mayoría de ellos públicos, pero también en algunos emblemáticos laboratorios privados. Lo que viene a mostrar el crucial papel que desempeñan los centros universitarios y de investigación de excelencia, que atraen y retienen a una masa crítica de los investigadores más creativos. La conclusión no deja lugar a dudas: «Está claro que la ciencia pública desempeña un papel aplastante en la base científica sobre la que opera la industria» (Narin 1997).

Por todo esto, la institución universitaria ha pasado de ser importante a ser absolutamente decisiva en relación con la cuestión que nos ocupa, constituyendo el núcleo del que depende la frontera de las posibilidades individuales y colectivas en la actual sociedad global y del conocimiento. O como han señalado analistas como Richard Nelson y Nathan Rosenberg, la universidad es hoy uno de los elementos estratégicos del sistema de innovación de un país (Nelson 1993; Rosenberg y Nelson 1996).

En la década de los ochenta, las políticas científicas europeas comenzaron a mirar a Japón y a Estados Unidos como fuentes

de inspiración, desde luego bajo el supuesto de que el éxito comercial era en gran medida función de la ventaja científico-tecnológica, del dominio de las tecnologías de punta. Al sistema japonés se le atribuía una ventaja decisiva en el dominio del conocimiento de tipo tecnológico y, más específicamente, en el dominio de las tecnologías susceptibles de traducirse en bienes de consumo y de sostener un flujo continuo de innovaciones de tipo incremental. Y ello sin necesidad de mostrar un liderazgo en la ciencia básica. Del modelo de Estados Unidos se quiso imitar su envidiable capacidad de combinar excelencia en el conocimiento básico, junto con un liderazgo tecnológico, que se traducía en una primacía en el plano de las innovaciones de tipo radical, sumamente difíciles de imitar a corto plazo por sus competidores.

A partir de estas evaluaciones, Europa pareció tomar nota del valor estratégico de orientar el sistema público de educación superior e investigación a las demandas de la sociedad y, muy en particular, al incremento de la competitividad de las economías nacionales en el contexto de la globalización. En consecuencia la interpretación que ha primado y orientado la mayor parte de las políticas desarrolladas ha sido la de intentar hacer girar el sistema de investigación europeo hacia lo que podemos denominar la vertiente aplicada.

Por ello, la escala y el tipo de investigación que se realiza en los centros universitarios se ha hecho cada vez más dependiente de su entorno, y muy en particular de la empresa y del Estado. Y no sólo en el plano de los crecientes recursos financieros requeridos, sino también como fuente de problemas que hay que resolver, en la medida en que es precisamente en ese «entorno» donde se generan las preocupaciones y las necesidades que, al final, deberán ser cubiertas por la investigación.

Algo que también ha tomado forma en nuestro país. Por eso, y una vez reconocido el papel tan primordial de la universidad en la creación de riqueza, parece obligado examinar con atención la mejor evidencia disponible, y los casos de mejores prácticas disponibles sobre la contribución de la universidad a la innovación, lo que en nuestro caso nos lleva a estudiar el modelo estadounidense.

El modelo estadounidense como caso de mejores prácticas

La interpretación desde Europa de los integrantes esenciales del sistema estadounidense de universidades y su contribución a la innovación se ha complicado por otro debate en curso acerca de lo que se ha llamado «el cambio del modelo posbélico» de apoyo público a la ciencia básica, que trata de sustituir el viejo modelo, que postulaba que lo decisivo era contar con una alta capacidad de generación de conocimiento básico, del que antes o después se derivarían utilidades prácticas trascendentales, no replicables por los competidores, fuera en el terreno militar o en el comercial, por otro más adecuado a las actuales circunstancias.

Fue Vannevar Bush, científico del MIT y encargado de liderar el esfuerzo científico de Estados Unidos al servicio del ingente programa bélico, el que puso los cimientos del modelo que ahora se está cambiando a partir de las enseñanzas de los esfuerzos de guerra. Unas enseñanzas que partían de su creencia de que los avances radicales en el terreno de las armas nucleares, el radar y la navegación aérea, la electrónica y los computadores, e incluso en el terreno de la medicina, no habían sido el resultado primario del trabajo en áreas aplicadas, sino de la imaginación y la capacidad de resolver problemas abstractos, radicalmente nuevos por parte de los científicos básicos, como los matemáticos y los físicos, que

enfrentados a demandas prácticas de una envergadura sin precedentes fueron capaces de producir nuevo conocimiento y afinarlo hasta dar de sí las aplicaciones buscadas. Por eso, a juicio de Vannevar Bush, la tarea posbélica era incrementar el apoyo federal a la investigación básica, manteniendo la libertad de investigación y removiendo las barreras a la libre circulación de los conocimientos en aquellas áreas no conectadas de manera directa con la seguridad nacional.

A partir de ello, la realidad demuestra que el sistema estadounidense, tal como lo conocemos en la actualidad, logró producir conocimiento científico de punta, y al tiempo traducir una parte considerable de ese conocimiento en actividad empresarial, en innovación.

Sin embargo ahora, y desde hace algún tiempo, se cree que ese modelo debe ser sustituido por otro denominado «investigación estratégica», y éste es el debate urgente, orientado a la conquista de grandes objetivos prácticos, generalmente de naturaleza económica, la seguridad y el cuidado de la salud.

Sin embargo, y en la búsqueda de mejores prácticas en el modelo estadounidense, podemos estar corriendo el riesgo de imitar dimensiones secundarias del sistema estadounidense, sin captar su verdadera esencia. Porque las características fundamentales, esa «verdadera esencia» se basa en una combinación de diversificación, flexibilidad, competencia en la captación de recursos, una amplísima interacción con el entorno y una gestión típicamente empresarial, que constituyen las notas que deben merecer nuestra atención.

Flexibilidad en la estructura del sistema, con centros o universidades especializados en elementos distintos de la cadena de creación de conocimiento y resolución de problemas prácticos. Flexibilidad

extrema en su arquitectura institucional interna, que permite un rápido ascenso y declinar de especialidades y departamentos. Fuerte competencia en la captación a través del mercado de los investigadores y de los propios estudiantes o científicos en formación. Un sistema de interacción con su entorno, y particularmente con la empresa y la Administración, visualizado como fuente de recursos materiales, pero también de problemas y de inspiración. Por último, unos modos de gestión en los que coexisten los procedimientos colegiales de toma de decisiones en algunos dominios, con los propios de la gestión empresarial y la jerarquía en otros planos.

Ese modelo, construido no de una vez, sino paulatinamente mediante ensayo y error, ilustra que el esquema conceptual «básico-aplicado», que sigue condicionando en Europa las percepciones de los agentes y las políticas públicas de ciencia y tecnología, está ya sobrepasado por los nuevos desarrollos. Ante todo, porque entre ambos dominios de acercamiento al conocimiento del mundo natural, básico-aplicado, ha surgido el inmenso territorio que siguiendo al Nobel de Economía Herbert Simon cabe llamar el de las «Ciencias de lo Artificial», ocupado por los campos de la ingeniería y la tecnología. «Una ciencia natural —nos dice Simon— es un cuerpo de conocimientos acerca de alguna clase de cosas, objetos y fenómenos en el mundo, acerca de sus características y propiedades, acerca de cómo se comportan e interaccionan entre sí». Pero hay también, nos dice, una ciencia de las cosas y fenómenos artificiales, una ciencia acerca de su síntesis y propiedades deseables. «El ingeniero y más en general el diseñador se ocupa de *cómo deberían ser las cosas para alcanzar objetivos y funcionar*» (Simon 1996).

Y es ésta precisamente una de las áreas del conocimiento que ha conocido una auténtica explosión en la segunda mitad del siglo.

Campos como las ciencias de la computación, cuya dinámica está influida por la interacción de dos vectores, una tecnología específica y una industria. En este caso, el ordenador como tecnología y la informática como industria.

Es claro que en el esquema básico-aplicado la clave no reside tanto en poner de relieve lo aplicado allí donde ayer se recalca lo básico o teórico, sino en rediseñar un sistema que facilite la comunicación, la explotación de oportunidades entre expertos de distintas áreas disciplinares y de todos ellos con la empresa. Algo que es extensible al caso de la investigación universitaria biomédica y al papel fundamental de los hospitales en la propia innovación en el área de la tecnología médica. Por todo ello, puede decirse que lo que los casos de mejores prácticas ilustran fundamentalmente es la importancia de la flexibilidad y de la experimentación en la creación de nuevos campos y especialidades, a tenor tanto del avance del conocimiento cuanto de las demandas externas.

De esta manera, la emergencia, el declive y la redefinición de las fronteras disciplinares constituyen uno de los indicadores más expresivos de la capacidad del tejido institucional universitario e investigador de evolucionar en sintonía con los cambios en el mapa de conocimientos, y de la capacidad de contribuir al potencial innovador de una sociedad.

Por otra parte, las disciplinas son seguramente una de las estructuras con más capacidad de afectar el trabajo, los problemas y las soluciones de los investigadores, de crear «microcomunidades» de expertos en un dominio. Obviamente no pueden ser el resultado de decisiones caprichosas, ni tampoco de fuerzas o demandas puramente externas al mundo del conocimiento. Pero no es menos cierto que, en no pocas ocasiones, las inercias de grupo profesional llevan a mantener fronteras y estructuras que en un determinado

momento no resultan funcionales ni para el desarrollo del conocimiento, ni para su proyección al tratamiento de problemas prácticos. También en este plano la enorme plasticidad del sistema estadounidense se traduce, casi sin solución de continuidad, en una notable expansión de especialidades y áreas de trabajo interdisciplinar, de nuevos dominios, teóricos y aplicados, al tiempo que se preservan los contornos de otra serie de disciplinas clásicas.

Como consecuencia, cualquier movimiento de nuestra universidad en esta línea debería explorar el catálogo de áreas de investigación, especialidades y disciplinas de nuestro sistema, para detectar los huecos y desajustes, y para sugerir la incorporación al sistema público de I+D de dominios emergentes, además de atribuir pesos diferenciados a las distintas áreas y de favorecer la creación de centros pluridisciplinarios para el tratamiento de problemas complejos y de interés prioritario para nuestra sociedad.

Un editorial de la revista *Nature* señalaba hace algún tiempo que «quizás el elemento más impresionante de la cadena de transferencia de tecnología en Estados Unidos sea el propio sistema universitario. Las universidades públicas y privadas son capaces de competir libremente en un ambiente en el que el profesorado tiene una alta movilidad y en el que fuertes departamentos pueden emerger o desaparecer rápidamente en función de la calidad de su trabajo. El sistema está siempre abierto a apostar por jóvenes profesores de talento y es en sí mismo altamente emprendedor».¹⁷

Esas características son precisamente las que las políticas públicas de ciencia y tecnología y las políticas universitarias deberían

¹⁷ «Technology transfer requires an entrepreneurial academia», *Nature*, 2 de septiembre de 1999, p. 1.

tratar de promover entre nosotros. Porque difícilmente se logrará vertebrar un fuerte sistema de innovación si uno de sus elementos centrales, el de la universidad y el sistema público de investigación, opera en medida considerable ateniéndose a esquemas conceptuales que se compadecen mal con el entorno, y en el marco de estructuras que limitan seriamente la competencia y la flexibilidad. No debemos olvidar que grupos muy cualificados de nuestro sistema universitario y de investigación han sido capaces de realizar avances muy significativos y de acortar distancias con los países más avanzados. Por eso, lo que ahora necesitamos es alinear nuestras propias experiencias con una cultura, organización y políticas públicas que hagan posible en esta década su generalización al conjunto del sistema. Y por supuesto que garanticen la consolidación institucional de los grupos más avanzados.

Todo lo que venimos diciendo constituye un inventario de algunos de los principales problemas específicos de nuestro sistema universitario, profesorado, movilidad de los estudiantes, financiación y gestión, a los que recientemente se viene prestando atención. Ahora deberemos hacernos preguntas del tipo: ¿qué abanico de soluciones deben ser contempladas y cuáles deben ser descartadas?, ¿en qué dirección moverse en el reajuste de nuestro sistema universitario y de investigación con el emergente entorno? Y otras como el peso relativo de la investigación aplicada y de investigación básica, por utilizar esa tipología simplificadora, qué grado de competencia hay que introducir en el sistema, cuáles son las nuevas funciones económicas que pueden y deben desarrollar las universidades, cuáles son las formas organizativas más flexibles que se han de adoptar, y cuál el nivel y modos de interacción con el entorno, en particular con la empresa.

Y todo ello deberá desembocar en un gran debate acerca del modelo de universidad y sistema de investigación como componente central de un sistema de innovación en las condiciones emergentes de una economía global y del conocimiento.

La localización del hecho tecnológico

En la problemática tecnológica hay un aspecto muy poco estudiado que no podemos olvidar. Se trata de lo que podríamos denominar «la localización del lugar óptimo para plantear el diálogo tecnológico», es decir, para introducir racionalidad a la hora de decidir cuál debe ser el escenario más idóneo para optimizar el rendimiento del sistema nacional de innovación (Sánchez Asiaín 1998*a*, 1998*d*, 2001*a*).

Ya sabemos que muchos de los principios del quehacer empresarial, los de la institución universitaria y los propios de las administraciones públicas están quedando sustancialmente alterados por los cambios que se vienen produciendo en los últimos tiempos. Asistimos a una notable transformación del paisaje institucional que hemos heredado de la modernidad y que está siendo remodelado por diversas fuerzas. Por las fuerzas del cambio tecnológico, en particular por las tecnologías del transporte, de la comunicación, de la información. Por las fuerzas económicas, con la extensión del mercado a todos los confines del globo y la eliminación de barreras comerciales. Por las sociales, con su movilidad territorial y corrientes migratorias. Por las políticas, a través de los fenómenos de integración supranacional o de reabsorción de competencias por parte de las comunidades locales. Y por las fuerzas culturales, con la globalización de los medios de comunicación, pero al tiempo la proliferación de culturas locales.

Un científico social escribía hace unos años que resulta natural que la mayoría de la gente se preocupe esencialmente de lo que ocurre en el país en el que vive. Que tienda a pensar que el particular Estado-nación en el que se desenvuelve su vida es la máxima unidad, y no sólo de la vida económica y social, sino también de la organización y de la cultura, del modo de vida del que forma parte. Porque el mapa de la realidad que hasta hace muy pocos años ilustraba la vida del ciudadano medio de cualquier país desarrollado continuaba sirviéndose de las fronteras nacionales para demarcar sistemas culturales, instituciones económicas, sociales y políticas, e incluso modos de vida. Es decir, la diferencia existente entre lo que le era propio y lo que le resultaba ajeno. Esquemas perceptivos que, por otra parte, en no pocos casos eran reforzados por las propias instituciones nacionales.

Mas frente a ello, algunos de los contornos de nuestro modo de organizar la vida económica y social han empezado a desdibujarse, apareciendo interacciones, convergencias, también tensiones, en distintos ámbitos. En el ámbito global, en el nivel constituido por los fenómenos de regionalización supranacional, en el del Estado nacional y finalmente en el nivel de las regiones o comunidades locales. Y tanto los ciudadanos cuanto las instituciones están comenzando, poco a poco, a alterar sus coordenadas de percepción y de conducta.

Por ello, hoy, un adecuado planteamiento de la problemática de la innovación, tiene por fuerza que atender a este emergente contexto, máxime en nuestro caso, en que, en una década, hemos experimentado dos procesos de la mayor trascendencia: hacia arriba, a través de nuestra plena integración en la Unión Europea; y hacia abajo, por la reorganización territorial de las estructuras políticas

que han ido tomando forma con el desarrollo del modelo autonómico en el marco de la Constitución.

Sabemos también que la innovación es un proceso muy dependiente del entorno, realidad ésta que queda muy potenciada en España por lo importante de nuestras diferencias regionales, en la medida en que existen regiones donde la disponibilidad de infraestructuras de soporte a la innovación pueden estar configurando sistemas de innovación de características muy peculiares. A partir de lo cual, a la cuestión tecnológica se le plantea con fuerza la elección de escenario, porque los diferentes agentes tendrán que interrogarse acerca de la unidad en la que deberán residenciarse en el futuro el desarrollo de los fenómenos de innovación, en orden a su más alta optimización. Un interrogante que conceptualmente ha recibido, hasta el momento, cuatro tipos de respuesta.

En primer lugar, la literatura de gestión de empresas y los historiadores económicos sostienen que el espacio en el que la innovación ha de desenvolverse debe ser la propia empresa. Lo justifican en la peculiar forma que la empresa tiene de integrar activos intangibles con activos materiales, y en el hecho de que es, precisamente, en la particular trayectoria histórica de cada unidad empresarial donde hay que buscar los diferenciales de capacidad de innovación y de dominio de específicas tecnologías.

En segundo lugar, algunos economistas, y desde luego la mayoría de los responsables de las políticas científico-tecnológicas, defienden como escenario ideal el Estado-nación. Aceptan que las empresas son actores clave de la implementación y el desarrollo de las nuevas tecnologías, pero advierten que lo son como unidades insertas en un sistema cultural e institucional más amplio, de carácter nacional, que incluye universidades, instituciones financieras, mercados de trabajo y otra serie de complejos que dibujan

una línea de demarcación entre lo que está dentro y lo que está fuera de un determinado Estado-nación.

Un tercer planteamiento entiende que el escenario óptimo de la innovación lo conforman los sistemas distribuidos o redes de innovación, que integran desde individuos a empresas e instituciones, pero cuya principal característica es que la localización no constituye un elemento clave, pudiendo hallarse los componentes de la red espacialmente dispersos.

Y una cuarta perspectiva sostiene que el escenario ideal debe desbordar la unidad de la empresa, pero que no debe alcanzar al del Estado-nación. En realidad, es la noción de los llamados distritos industriales, originariamente debida a Marshall, y que recientemente ha sido retomada por numerosos analistas que consideran que las regiones subestatales son, a los efectos de la innovación, unidades más homogéneas que las que constituyen los grandes estados nacionales, por contar en más alto grado con características comunes que permiten explicar mejor las diferentes tasas de innovación y el perfil de las empresas innovadoras.

De entre estas fórmulas, la que en los últimos tiempos viene haciendo más fortuna ha sido la de los sistemas nacionales de innovación, aunque puede empezar a no serlo en el momento en que en el discurso se están introduciendo las recientes tendencias globalizadoras y las pautas de regionalización. Especialmente si se observa que la variable tecnológica opera cada día con más intensidad como una fuerza impulsora de la globalización, y no sólo en lo que se refiere a las tecnologías de la comunicación y a las del transporte, sino también a las tecnologías de la producción, crecientemente estandarizadas a lo largo y ancho del globo. Incluso se observa que la propia actividad de investigar está experimentando un salto de escala en la coordinación de esfuerzos y en la

contribución supranacional de recursos financieros, materiales y humanos.

Complementariamente a ello, la diversidad cultural e incluso la institucional que va creciendo progresivamente por debajo de los estados nacionales está haciendo surgir importantes focos regionales o locales con perfiles altamente diferenciados, que se van traduciendo en pautas y en fenómenos específicos de interacción entre los agentes de la innovación arraigados en las distintas comunidades. No quiere ello decir que el Estado nacional, y más en particular los sistemas nacionales de innovación, hayan perdido en cuanto modelo su capacidad analítica. Pero sí sugiere la conveniencia de atender a la cada vez más compleja red de interacciones entre agentes e instituciones, que hoy se ven sometidos a campos de fuerza de escalas varias, desde las globales a las de carácter local o comunitario.

Se postula en este sentido como razonable que, conforme avanzan los procesos de globalización y de regionalización supranacional, la variabilidad interestatal tan acusada en el pasado tenderá a ser menor que la variabilidad regional subestatal, cuyas unidades pueden insertarse de manera propia en los procesos económicos y tecnológicos. Hay que preguntarse si el concepto de «sistema nacional» no es demasiado amplio, por una parte, y si, por otra, dicho concepto no resulta excesivamente limitado, por cuanto de manera creciente muchos de los agentes e instituciones de la innovación tienen naturaleza o, cuando menos, operan transnacionalmente.

Tenemos por todo ello que plantearnos si algunos de los factores que fundamentan el punto de vista de la relevancia del factor nacional en la ventaja competitiva no presentan hoy una distribución estadística caracterizada por una fuerte dispersión entre las distintas regiones en el marco de un Estado. Y tendremos que preguntar-

nos si su acumulación y gestión no tiene su lugar natural en esas comunidades que, ya en el siglo XXI, están conociendo un renacimiento particularmente significativo, demostrando la importancia de las regiones subnacionales para el desarrollo de redes y nuevos sistemas tecnológicos. Porque cada vez hay nuevas dudas de que la infraestructura local, las externalidades, los servicios especializados y una mayor confianza mutua y relaciones personales pueden estar en el origen del florecimiento de esas regiones. Casos como el italiano, quizás uno de los mejor estudiados, caracterizado por fuertes contrastes entre regiones altamente innovadoras y regiones atrasadas, ilustran la relativa autonomía de la unidad que podríamos llamar «medios o entornos regionales de innovación», frente a la constituida por los grandes sistemas nacionales.

Puede ser de ayuda a la hora de definir el escenario del diálogo tecnológico, revisar con algún detalle el proceso de innovación, a partir del hecho de que, como hoy ya sabemos, una innovación tecnológica eficiente exige que se establezcan tres tipos de flujos entre estos dos caminos. Uno que va desde el de investigación hasta el de producción, transportando información científica. Los otros dos tienen sentido inverso. Uno de ellos es evidente: va desde la empresa al centro de investigación y transporta recursos financieros. El otro, mucho más determinante de la calidad del sistema de innovación, sale de la empresa y se dirige al centro de investigación, aportando los problemas que el tejido productivo es capaz de proponer al investigador, lo que facilita su tarea, porque en ausencia de estas propuestas, el investigador debe buscarlas en otros entornos no tan informados, o simplemente debe seleccionarlos él mismo. Y si esto ocurre, la probabilidad de que el resultado de su tarea de generar tecnología sea útil a la empresa será muy baja, con lo que se alimentará la llamada «paradoja euro-

pea». Porque la investigación científica florecerá, pero la tecnológica resultará poco adecuada para incrementar el producto interior bruto (Comisión Europea 1995).

La revaluación al alza del espacio regional cobra aún más sentido cuando se atiende a un concepto de innovación que no equivale, sin más, a alta tecnología o a actividades formales de I+D. Porque la innovación incremental, la innovación de ajuste fino, no tiene su origen exclusivo en el laboratorio de I+D, industrial o universitario, sino que descansa en un amplio conglomerado de factores y agentes, que va desde la actividad sistemática de I+D al trabajo de los ingenieros de producción, el de los técnicos o de la iniciativa proveniente de la propia planta de producción. Y por supuesto en la mayor facilidad para su interacción con el mercado. Y caben ya pocas dudas de que esa cooperación de esfuerzos, intensiva en comunicación, entre agentes de distintos niveles organizativos y de diferentes instituciones, es algo más fácil de lograr en espacios compartidos de trabajo y de vida cotidiana, de interacción social. Y éste debería ser el marco donde ensayar y ajustar permanentemente la interacción sinérgica entre gobierno regional, industria y universidad, requisito o *conditio sine qua non* para el fomento de la innovación en las condiciones de cambio acelerado y turbulento que se está produciendo al acabar el siglo.

A la vista de ello hay quienes empiezan a preguntarse si no sería más eficaz ir atribuyendo, a través del ensayo y el error, un mayor peso a los sistemas regionales, marco en el que parece que ya no hay dudas de que el ajuste fino de las interacciones entre los varios agentes puede tener un más fácil desarrollo, así como una reducción de los costes transnacionales derivados de casar ofertantes y demandantes de mejoras tecnológicas, de procesos y de productos.

VIII.

Situación del sistema español de innovación en 2003

Contenido

Tamaño y eficacia. **Pág. 133**

La gestión de los fondos públicos. **Pág. 136**

La utilización empresarial de la capacidad del sistema público de I+D. **Pág. 140**

En las páginas anteriores se han abordado los principales retos y problemas que el nuevo contexto mundial plantea a la competitividad europea y se ha visto que, para corregir el declive de la competitividad que se observa en Europa en los últimos años, es fundamental una apuesta estratégica por la innovación tecnológica desde todos los ámbitos, el académico, el empresarial y el de la Administración.

Pero, para abrir el camino de la competitividad a través de la innovación, es necesario eliminar las principales barreras de nuestros sistemas de innovación que impiden la transformación del conocimiento en producto interior bruto. Algunas de ellas han sido identificadas en las páginas precedentes y se han perfilado las reformas necesarias para salvar esos impedimentos. Se ha puesto especial atención en el que parece representar el mayor obstáculo tanto en Europa como en nuestro país: el ajuste entre la oferta y la demanda, entre el sistema público de I+D y la empresa.

A continuación se trata de hacer una síntesis de todo lo dicho, concretando la situación que enfrenta el sistema español de innovación.

Tamaño y eficacia

A principios del año 2003 puede seguir afirmándose que el sistema español de innovación es de pequeño tamaño y funciona con una eficacia parecida a los de nuestro entorno. Los indicadores de *input* toman sistemáticamente valores que son la mitad de lo que es habitual en Europa, mientras que los de *output*, cuando se ponen en relación con los recursos aplicados, son comparables a los europeos.

Los indicadores de «input» y de «output»

Los datos más recientes que proporcionan las encuestas de innovación y las estadísticas de I+D elaboradas por el INE siguen confirmando la escasa dedicación de recursos que las empresas y la Administración Pública destinan a estos conceptos, cuando se comparan con los de otros países europeos. El 1,67 % del PIB dedicado a innovación, el 20 % de las empresas que realizan innovación, el 3 % que tienen una actividad sistemática de I+D y un gasto total en I+D que representa un escaso 0,96 % del PIB, son en estas fechas los datos más reciente disponibles que permiten aquella afirmación. Desgraciadamente esta situación es persistente, ya que la Ley de la Ciencia de 1986 establecía como objetivo a corto plazo alcanzar el 1 % del PIB en gasto de I+D. Todo esto ocurre cuando la UE ha asumido el compromiso de dedicar en media el 3 % de su PIB a este gasto en el año 2010.

Además la principal deficiencia de nuestro sistema de I+D es el escaso peso de la participación del sector privado, que en España ha mostrado tradicionalmente cierta reticencia a asumir los altos riesgos que implica la innovación. Pero esta conducta es cada día menos sostenible ante la apertura de los mercados y la pérdida de las ventajas competitivas ajenas a la tecnología. Esta presión competitiva, a la que está sometida hoy la empresa española, la debería hacer muy sensible a cualquier estímulo que rebaje los niveles de riesgo asociados a la innovación.

Mas a pesar de que los recursos destinados a I+D no llegan al nivel de la media europea, en lo que respecta a los *outputs*, y siempre referidos a unidad de recursos gastados en I+D, se advierte que el número de los artículos científicos españoles en revistas de

calidad y sus citas por investigadores internacionales superan significativamente a los de origen alemán o francés y se igualan a los ingleses. También en el caso de la exportación de tecnología no incorporada, cuando se la mide en valor por gasto en I+D, iguala a la que vende Alemania y es mayor que la de Francia o Inglaterra. De la misma manera la exportación de productos de alta tecnología por unidad monetaria gastada es comparable a la de Alemania y Francia, pero la mitad que la de Inglaterra. Y finalmente, la producción de patentes registradas en el país, de nuevo por euro gastado en I+D, es comparable a la de Francia y la mitad de las de Alemania o Inglaterra. Sin embargo, cuando se habla de patentes europeas, España está en la mitad de la media.

Reparto sectorial y territorial del gasto en I+D y de las ayudas a las empresas

Además de que el gasto en I+D no alcanza el volumen deseable para una economía como la española, el reparto sectorial y territorial de ese gasto es muy heterogéneo. Prueba de ello es que Madrid, Barcelona y el País Vasco ejecutan el 60 % de este gasto y también casi este mismo porcentaje corresponde sólo a los sectores químico, transporte y electrónico.

Otro aspecto, ya mencionado, en el que se observa cierto desequilibrio en España, es en el reparto entre sector público y privado de los recursos destinados a I+D. Mientras que en España el reparto es a partes iguales, en los sistemas más avanzados dos terceras partes son ejecutadas por la investigación empresarial. A esta situación contribuye el hecho de que en España la financiación cruzada es muy reducida cuando se compara con Europa, tanto las cifras de contratación de I+D pública por la empresa como los fondos transferidos por la Administración para I+D empresarial

son poco relevantes. A este respecto, el *Ninth Survey on State Aid in the European Union* (2001) de la Comisión de la Unión Europea, indica que las ayudas estatales por empleado que la industria manufacturera española recibe para I+D es el 49 % de la media europea, a gran distancia de países como Dinamarca (227 %), Finlandia (223 %), Francia (192 %) o Alemania (98 %), y esto teniendo en cuenta que las ayudas de Estado totales por empleado son en España el 62 % de la media europea, porcentaje que también es superado por todos los países citados. Esta situación, de una menor aportación de fondos públicos a la I+D empresarial española, está entre las causas de la débil actividad investigadora de las empresas y también es un motivo a añadir a los que se comentan más adelante de la escasa y poco fructífera relación de las empresas con el sistema público de I+D.

Además de la escasa cuantía de las ayudas estatales, su distribución entre las empresas tampoco se asemeja a los patrones adoptados por los países más desarrollados. En el caso español, falta selectividad en cuanto a los temas de investigación y las cuantías unitarias son en la realidad demasiado pequeñas para que resulten incentivadoras.

La gestión de los fondos públicos

En las primeras páginas de este capítulo se han identificado dos de las debilidades del sistema español de innovación: la baja cantidad de recursos destinados a I+D e innovación y una distribución desequilibrada, tanto territorialmente como entre agentes ejecutores, de los gastos en I+D. Pero además, otro problema que está limitando la evolución de la innovación en España es la gestión de esos fondos públicos.

Los fondos públicos destinados a investigación y desarrollo se agrupan en los presupuestos generales del Estado en la llamada función 54 de investigación científica, técnica y aplicada. Estos fondos son gestionados por siete ministerios, aunque el 84 % corresponde al de Ciencia y Tecnología, y algo más de la mitad de esos recursos corresponde al denominado capítulo VIII, activos financieros, que deben tratarse como préstamo, tanto al sector público como al privado. Actualmente, la función 54 tiene un importe de 4000 millones de euros, después de un sostenido crecimiento, que se ha mantenido en estos últimos años alrededor del 9 % anual acumulativo.

Las dificultades en la gestión de estos fondos que ha venido manifestándose en los últimos años se han traducido en una falta de disponibilidad, por parte del sistema público de I+D, de los recursos presupuestados para llevar a cabo sus actividades. Esta situación ha sido una constante desde hace muchos años para las empresas que concurrían a las ayudas del antiguo Ministerio de Industria, que ahora se ha extendido a toda la gestión del actual Ministerio de Ciencia y Tecnología.

A las deficiencias en la gestión de los recursos se une además una falta de capacidad para el control y seguimiento de los recursos, lo que hace difícil evaluar los niveles de ejecución de la política científica y tecnológica.

Unos instrumentos que no estimulan la innovación

Ahondando un poco más en la gestión de los recursos públicos de I+D, los últimos datos disponibles permiten identificar ciertas características de los instrumentos empleados para la concesión de ayudas a las empresas, que los convierten en instrumentos poco eficaces para estimular la innovación.

En primer lugar se ha denunciado desde antiguo que las ayudas a las empresas suponen cantidades unitarias tan reducidas que difícilmente pueden representar un estímulo a la innovación. Un ejemplo que confirma esta situación son los últimos datos hechos públicos para el Programa PROFIT, que gestiona las ayudas a las empresas y otras instituciones privadas o públicas para la investigación técnica. En 2001 se financiaron 3100 proyectos por un importe de 127.074 millones de pesetas, lo que supone un importe medio de 41 millones de pesetas, el equivalente al coste anual de poco más de tres investigadores empresariales. Pero resulta que alrededor del 75 % de esta cantidad fue concedida en forma de préstamos, por lo que el proyecto medio recibió sólo unos 10 millones de pesetas en forma de subvención y los otros 30 en créditos, que tuvieron que ser avalados. Por otra parte, la enorme cantidad de peticiones recibidas, más de seis mil, da una idea de la dificultad de gestión asociada. Y el alto nivel de concesión (50 %) de un escaso criterio de selectividad.

En segundo lugar, los trámites burocráticos necesarios para acceder a las ayudas públicas son difíciles para las empresas, especialmente para las más pequeñas. Por último, los tiempos de vigencia de las convocatorias, los tiempos netos de ejecución de los proyectos concedidos y los momentos de pagos siguen siendo cuestiones donde es posible una mejora.

El verdadero valor de las ayudas públicas a la innovación, y particularmente a la I+D empresarial, está en el estímulo que suponen para iniciar actividades de alto riesgo. La evidencia empírica es que, una vez iniciado un proceso de innovación y comprobada su viabilidad, no suele haber reticencias por parte de la empresa para continuar la inversión. Ayudas no estimulantes tienen pues escasas consecuencias sobre los niveles de gasto empresarial en

innovación, por lo que no cabe duda de que existen unos umbrales unitarios para lograr efectos multiplicadores de la inversión, que es la finalidad real de las ayudas públicas.

La fiscalidad, un instrumento todavía con escaso crédito

Dentro de las dificultades de la gestión de la política científica y tecnológica está el tema de la fiscalidad de la innovación, un instrumento que se ha mostrado especialmente estimulante de la inversión empresarial, en el sentido comentado más arriba.

Aunque los primeros incentivos fiscales para la I+D en España se establecieron en el año 1978, en la última década se han hecho notables avances. En 1999, después de un gran esfuerzo por parte de todos los Ministerios implicados en aquella época (Industria, Educación y Hacienda) se diseñó un conjunto de medidas fiscales para el fomento de la innovación. El nuevo conjunto de medidas supuso un salto cualitativo importante respecto a las existentes, donde la innovación no se trataba de una manera global, sino que estaban dirigidas exclusivamente a la I+D. Sin embargo, el favorable marco fiscal para las actividades de innovación que estas medidas han proporcionado no ha recibido la acogida esperada por parte del sector empresarial. Quizás ello se deba a una falta de información, al temor a una mayor presión en el control fiscal o a la lentitud en la acreditación de organizaciones de certificación de actividades de I+D e innovación. En relación con esta última cuestión llama la atención la dificultad que encuentra la Administración para poner realmente en práctica la prevista «consulta vinculante», que debería permitir a las empresas emprender gastos de innovación con la total seguridad de que se beneficiarían de los

créditos fiscales previstos en la ley. El proceso de la consulta vinculante podría verse facilitado con la intervención de organizaciones acreditadas como poseedoras de la capacidad tecnológica necesaria para poder garantizar el contenido tecnológico e innovador de los futuros proyectos.

En cualquier caso, tras tres años de vigencia de este nuevo marco, parece aconsejable la evaluación de los efectos que ha tenido este conjunto de medidas.

La utilización empresarial de la capacidad del sistema público de I+D

En las páginas anteriores se ha explicado con detalle la importancia que en el contexto actual tiene alcanzar una plena integración de la oferta y la demanda de las actividades de investigación entre el sistema público de I+D y las empresas. Y que éste es precisamente uno de los principales puntos débiles de nuestro sistema nacional de innovación.

Sin embargo, la utilización empresarial de la capacidad del sistema público de I+D no ha sido todavía abordada en profundidad por la política científica y tecnológica. Se puede afirmar que hasta ahora la principal preocupación ha sido elevar el nivel científico de la investigación pública española. Pero dado ese primer paso imprescindible y con un relevante éxito, el sistema público de I+D se debe transformar para que participe en el desarrollo económico español, precisamente cuando ya no caben dudas de que el conocimiento científico es un factor clave para la creación de riqueza.

En el diseño actual del sistema público de I+D sólo se han incorporado cuatro medidas que han abordado de forma específica la

utilización empresarial de su potencial científico y tecnológico. En primer lugar, los antiguos proyectos concertados y los más recientes proyectos coordinados han permitido la realización de trabajos propuestos por las empresas en condiciones muy concretas. Una segunda medida fue el artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria, incorporado a la LOU como artículo 83, que significó un paso importante para el acercamiento de la investigación universitaria española a las empresas. Un modelo similar se aplicó posteriormente al CSIC, pero ambas medidas se refieren exclusivamente a la legitimación de las relaciones entre el investigador individual y su cliente empresarial. En tercer lugar, en el año 1985 se crearon las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, que, quizá por contar con escasos recursos, se han limitado a desempeñar tareas administrativas. Y por último, los recientes incentivos fiscales a la innovación, mencionados más arriba, que favorecen los contratos de las empresas con el sistema público de I+D, aunque su pleno efecto se obtendrá sólo cuando la comunicación y el ejemplo faciliten su comprensión y uso por parte de la mayoría de las empresas.

Todas estas medidas han ido encaminadas a hacer más atractiva la contratación, pero ninguna de ellas ha tenido como objetivo adecuar el sistema público de I+D a las necesidades empresariales. Un sistema nacido de la Ley de la Ciencia, cuya finalidad, como no podía ser de otra manera, era crear una competencia científica, que en el año 1986 España no tenía. Era una condición previa para que pudiera pensarse en su utilidad empresarial, pero hoy puede afirmarse que las directrices aplicadas han dado lugar a un modelo de investigación pública inadecuado para atender las demandas empresariales. Y esto es así porque la cooperación con la empresa es considerada hoy un subproducto de la labor investiga-

dora pública, cuando en la realidad la investigación empresarial precisa de planteamientos muy diferentes de la académica y se mide por indicadores distintos. Es necesario comprender el lenguaje de la empresa, adaptarse a sus plazos y buscar la eficacia de un negocio, y no sólo la excelencia científica.

También es cierto que no todos los investigadores públicos deben tener una vocación de atención a la empresa, pero sí es necesario que aquellos que la tengan puedan desarrollarla, y más en una situación donde es preciso acelerar la capacitación tecnológica del sistema productivo. Y para ello es preciso proporcionar el marco adecuado.

Las principales causas de la dificultad que tiene el sistema público de I+D para asumir esta nueva y urgente tarea se comentan a continuación.

Una carrera investigadora sin flexibilidad

La carrera investigadora del sistema público de I+D español está hoy exclusivamente orientada a la excelencia científica, donde la preocupación por la aplicación de la tecnología creada tiene una difícil cabida. Así mismo, la promoción del investigador descansa sólo en las publicaciones científicas que son aceptadas en revistas de prestigio mundial. Si bien esto es una indudable muestra de su nivel de excelencia, la práctica ausencia de otros incentivos penaliza una eventual dedicación a resolver problemas empresariales que siempre exigen resolver cuestiones muy demandantes en tiempo e intelectualmente poco gratificantes.

También, el investigador público español tiene muy difícil adquirir experiencia en el mundo empresarial, porque además de las ci-

tadas razones, que determinan la orientación de sus resultados, no tiene incentivos para pasar períodos más o menos largos en las empresas. Una vivencia que resultaría beneficiosa a la hora de su posible actividad docente y también cuando se le presentara la oportunidad de estimular o participar en la creación de *spin-off*. En definitiva, el actual sistema público de I+D no dispone de un camino de promoción alternativo en la carrera investigadora, dirigido a la colaboración con la empresa.

Unos grupos de investigación de tamaño demasiado reducido para afrontar retos empresariales

La política de ayudas que la Administración está aplicando ha perseguido beneficiar a una mayoría de grupos. La consecuencia inmediata es la aparición de tantos grupos como sea posible, por desglose de los existentes. Una posibilidad que resulta personalmente atractiva porque da más libertad a los investigadores. Pero la dimensión de estos grupos hace imposible disponer de personal auxiliar y, probablemente, de instrumentación adecuada o con utilización eficiente. Éstas son características imprescindibles para que las actividades tengan una mínima envergadura y puedan desarrollarse en plazo. Y lo que es más grave, queda muy dificultado el ejercicio de la autoridad de un jefe de proyecto, requisito esencial en la investigación empresarial.

La Ley de la Ciencia sí que preveía esta necesidad y creó la figura del instituto universitario, que ha dado lugar en algunos casos a la aparición de estructuras adecuadas a la investigación de orientación empresarial, pero, como ha ocurrido con otras instituciones de aquella ley, se ha hecho un mal uso en un buen número de casos, quedando muy desprestigiada la figura del instituto universitario.

En suma, parece necesaria la aparición de grupos con la masa crítica adecuada para participar en grandes proyectos, que dispusieran además de un cierto margen de flexibilidad para la gestión de las actividades diarias, respecto a los trámites internos de la universidad.

La incompatibilidad entre el tiempo burocrático y el empresarial

Las limitaciones temporales que impone la competencia del mercado a las actividades de I+D empresarial, representan otra dificultad para la cooperación con el sistema público, donde la dimensión temporal de los proyectos ofrece márgenes de actuación más amplios. Para eliminar este obstáculo sería necesario dotar al sistema público de unos mecanismos de gestión que sean ágiles y transparentes, lo que no está reñido con el rigor del control, pero sí con el ahorro de medios de gestión, tanto en calidad como en cantidad. Esta simplificación es necesaria porque la opinión más extendida es que en estos últimos años, el sistema público de I+D se ha visto progresivamente sometido a más exigencias burocráticas. Y se ha notado de forma especial en el caso de los organismos públicos de investigación, que no gozan de la autonomía propia de la universidad. Es posible que el actual ordenamiento administrativo imponga esta tendencia, y en este caso hay que aceptar que este ordenamiento no es adecuado para conseguir dar valor a un instrumento de competitividad tan caro como es el sistema público de I+D.

La falta de una mínima acción comercial

Otra de las causas de la escasa relación entre la empresa y el sistema público de I+D ha sido la deficiente acción comercial de este

último, a pesar de que a finales de los ochenta se crearon las ya citadas oficinas de transferencia de resultados de investigación, lo que pretendía ser un camino para comercializar los resultados de la investigación en las universidades, incrementando así el valor para el conjunto de la sociedad de la actividad investigadora del sector público. Sin embargo, quizás porque las gerencias de las universidades y de los organismos públicos de investigación no han asumido completamente la difusión de los resultados de la investigación a través de la comercialización como una de sus responsabilidades, las actividades de estas oficinas no han respondido satisfactoriamente al objetivo para el que fueron creadas. Dotadas en la mayoría de los casos de escasos recursos, sus actividades se han derivado hacia labores administrativas, de apoyo en la gestión de la investigación, ayuda en la búsqueda de financiación y asesoramiento legal a los investigadores, pero muy raramente incluyen las comerciales, para las cuales no tienen recursos humanos suficientes.

Pero esta situación no se podrá mantener en un mundo en el que la tecnología es continuo objeto de transacciones de mercado, donde no se puede participar sin una adecuada fuerza de venta, que exige capacidad técnica y habilidad comercial. La más o menos declarada privatización de centros de investigación en algunos países de la Europa del norte pretende adaptarlos a esta nueva realidad. En España debería buscarse la vía para ir más allá de la simple transferencia del resultado de la investigación científica y lograr la venta de tecnología desde el sistema público.

La ausencia de orientación sobre cuestiones tecnológicas de interés empresarial

Hemos tenido en España ejemplos muy adecuados de cómo un sector empresarial puede adquirir una capacidad tecnológica, pero

no se ha logrado la deseable implicación del sistema público. La aeronáutica y la industria espacial juegan un papel digno en el escenario europeo y han contado para ello con un decidido apoyo de la administración.

En el supuesto de que las barreras descritas para el actual sistema público de I+D pudieran ser rebajadas, habría llegado el momento de escoger campos tecnológicos donde la cooperación entre la Administración y las empresas se viera acompañada con el compromiso de la investigación pública. Deberían ser elegidos para obtener una gran visibilidad en los colectivos empresarial y académico. Esta colaboración incluiría la capacitación humana y material de centros de investigación y empresas, para lograr objetivos tecnológicamente ambiciosos, con la finalidad de inducir un radical cambio cultural en ambos colectivos.

IX.

Algunas conclusiones



Ya no hay duda de que hemos entrado en un período en el que la apuesta por la innovación es la única posible para sociedades y economías avanzadas como la nuestra. Tampoco la hay de que la aparición de la «nueva economía» representa un importante salto de complejidad en los procesos de innovación, que cada día abarcan más dimensiones y nuevas interrelaciones. Y todo ello está exigiendo que nuestros científicos sociales, científicos y tecnólogos colaboren con la empresa y con las administraciones públicas en cartografiar e interpretar el nuevo espacio económico en proceso de formación, trasponiendo para ello las mejores prácticas y experiencias de otras economías. Aunque también tendremos que atender a lo que constituye el contexto propio del marco europeo y el de nuestro país.

En el inicio del nuevo siglo, España se enfrenta al importante reto de dejar definitivamente canceladas las consecuencias de las ocasiones históricas perdidas, de las decisiones no tomadas en su momento o de los cursos de acción erróneos en coyunturas críticas del pasado, en las que la mayor parte de los países de nuestro entorno apostaron por la modernización basada en la industria y la revolución científica, en tanto que nosotros no supimos acertar el rumbo. Ahora nos encontramos en otro momento crítico.

Porque ahora el ritmo de cambio económico-social es tan alto, y tan rápido, que la inacción o la selección de opciones equivocadas pueden tener consecuencias devastadoras para el futuro de un país como el nuestro. Por otra parte, la importante transformación experimentada en las últimas dos décadas ha permitido acortar distancias muy significativas y converger con los países a los que por cultura y herencia compartida pertenecemos. Y nuestra pertenencia al espacio común europeo constituye una sólida garantía de que cada día será más difícil volver a extraviar el rumbo o, en

todo caso, si lo extraviamos, esta vez sería en compañía de nuestros socios. Por todo ello, tenemos que ser conscientes de que necesitaremos seguir desplegando mayores esfuerzos que los de nuestros vecinos en algunas áreas estratégicas, y de que conforme nos asemejamos más a los países europeos de referencia, aparecen en el horizonte problemas nuevos a los que habrá que prestar atención también.

Cada vez existen menos dudas de que una de las dimensiones más fundamentales de las sociedades postindustriales de este nuevo siglo será la de contar con un potente sistema de innovación, capaz de renovar de manera ininterrumpida la base económica y la satisfacción de demandas esenciales, como las de la salud, el medio ambiente o la seguridad. En menos de una década hemos pasado de una situación en la que el déficit tecnológico y de innovación era percibido mayoritariamente como una cuestión de perfil bajo a un contexto en el que ya ha adquirido una alta visibilidad y una creciente atención por parte de los responsables públicos, de la empresa y de la propia comunidad científica. Es obvio que hemos acumulado ya una serie de puntos fuertes. Nuestra comunidad científica, componente esencial de nuestro potencial de innovación, ha experimentado una importante transformación. Y existe un amplio consenso acerca del papel, claramente positivo, que el conjunto de instrumentos de política científica aplicados en la década de los ochenta tuvo entre nosotros para el salto hacia delante de la ciencia entre nuestros escenarios tecnológicos y de innovación. Porque esos años marcan un antes y un después en nuestro potencial científico.

Sin embargo, ese notable esfuerzo comenzó a dar síntomas de agotamiento y de falta de orientación a finales de esa década. Aunque en el último período de los noventa se recobró el impul-

so. A partir de ahí nuestra productividad científica ha continuado mejorando en áreas cruciales, y se está buscando reorientar la dirección del esfuerzo a desplegar en los próximos años, preservando los importantes avances acumulados. Por otra parte, las iniciativas de la Administración en los años 2000 y 2001 constituyen un avance significativo de la mayor importancia, que de mantenerse y profundizarse permitirán en muy pocos años recobrar y potenciar el salto de los ochenta, trasladándolo además a la actividad empresarial.

Hay que ser conscientes de que pocas áreas como la de la ciencia y la tecnología requieren del mantenimiento de una tradición acumulativa y un curso de acción claro y sostenido. Porque el conocimiento científico avanzado no puede arraigar, ni menos aún proyectar sus frutos en el tejido productivo, sobre la base de una línea de acción que se caracterice por frecuentes altos, cuando no retrocesos y cambios de orientación a corto plazo, de acuerdo con la coyuntura. Por ello, un principio de actuación que debería informar los programas de todos los agentes involucrados, y muy especialmente de las administraciones públicas, es de tipo minimalista: cuando menos, no interrumpir la línea de avance ya recorrida.

En paralelo deberíamos prestar una atención preferente a la cuestión central de perseguir una coordinación efectiva entre el conjunto de elementos del sistema de innovación, y muy en particular entre la tríada que conforman la empresa, la Administración y los centros públicos de investigación. Es decir, lo que podríamos llamar arquitectura institucional de nuestro emergente sistema de innovación.

Porque no podemos olvidar que en todos los casos de sistemas de innovación sólidos, que operan como verdaderas locomotoras económicas de sus respectivas sociedades, el eje de relación uni-

versidad-empresa ha sido y es fundamental. Y en el actual contexto de globalización se hace absolutamente necesario renovar los esquemas conceptuales heredados de otro marco, desde los que visualizar la misión, la estructura y las interacciones de nuestras instituciones centrales, que son las que sostienen nuestro complejo modo de vida. Y una de las vías más útiles para lograr esa renovación es la de atender a las experiencias más avanzadas, que en lo que concierne a la innovación están representadas ya desde mediados de los años cuarenta por las de Estados Unidos.

En este sentido la experiencia norteamericana, construida enlazando y reinventando en las nuevas condiciones la rica tradición científica e industrial europea, ilustra que es posible contar con un sistema público de investigación y educación superior que sea capaz, por decirlo de manera sintética, de producir premios Nobel o conocimiento de punta, y al tiempo generar de manera ininterrumpida nuevas áreas de actividad económica, nuevas empresas, renovando las existentes en otros sectores de perfil tradicional. Obviamente, son muchas las variables responsables de esa resultante global, pero dos de ellas deberían ser objeto en la próxima década de atención preferente en Europa y desde luego en nuestro país.

La primera es de carácter puramente conceptual. Se trata de que visualicemos la universidad como una institución económica fundamental en las actuales condiciones de una economía intensiva en conocimiento. Una visión que sea compartida e interiorizada por todos los agentes, desde la empresa a la Administración Pública, pasando por la propia universidad. Una visión, por otra parte, que no implica un enfoque utilitarista de corto alcance, sino una concepción integral del conocimiento, sabiendo que, a diferencia de lo que ocurría todavía en el arranque del siglo, hoy las fronteras entre investigación básica e investigación aplicada son absolu-

tamente permeables y plásticas, las interacciones entre esos dos polos múltiples.

La segunda gran variable a la que atender no es sino la traducción de ese esquema conceptual a un plano organizativo o institucional de la universidad, que debe partir del reconocimiento de la complejidad de las interrelaciones entre distintas áreas del conocimiento y también de la existencia de fuertes vínculos de realimentación o influencia recíproca entre conocimiento científico e innovación.

La proyección en la arquitectura institucional universitaria de esos dos aspectos, debe ser, en primer lugar, una permanente experimentación y disposición a modificar los departamentos, las áreas de conocimiento y especialización formativa e investigadora, creando nuevos centros y unidades, cerrando otros o alterando su peso relativo, favoreciendo las interacciones entre especialidades para el tratamiento de problemas emergentes que desbordan a una única disciplina.

La empresa y la universidad tienen que verse mutuamente como componentes de un espacio físico común y de interés compartido, como un rico «parque de aprendizaje» mutuo.¹⁸ Porque la flexibilidad organizativa de esos dos elementos de nuestro sistema de innovación, y la riqueza y densidad de relaciones entre ellos, redundará al final, como documenta el caso estadounidense, en un juego no de naturaleza cero, sino de carácter cooperativo en el que todos ganan.

De esta manera, las nuevas políticas públicas en el plano de la ciencia y la innovación, y la sensibilidad de los agentes ante la importancia de la innovación de cara a este nuevo siglo, permiti-

¹⁸ Expresión propuesta por John Seely Brown, científico jefe de Xerox.

rán atender a las cuestiones cruciales de la misión del sistema público de universidades e investigación, a su arquitectura organizativa y a sus modos de relación con el entorno. Aunque para que esta tarea pueda abordarse, con los necesarios estándares de respeto y rigor exquisitos, se precisará abrir un debate nacional basado en la mejor evidencia disponible y en las interpretaciones más potentes.

De todo lo anterior pueden deducirse con facilidad algunas recomendaciones operativas para los distintos agentes del sistema nacional de innovación. Algunas de ellas son las siguientes:

- La empresa no podrá permitirse en el futuro la búsqueda de ventajas competitivas sobre la base de factores de producción tradicionales, como materias primas baratas, bajos salarios o mercados protegidos. Tendrá que apostar por el crecimiento basado en la innovación y en un alto valor añadido; innovación que ya no será posible apoyar simplemente en la técnica, sino que requerirá de la aplicación sistemática del conocimiento científico a la resolución de problemas de naturaleza práctica. Y tendrá que hacer un importante esfuerzo para integrar suficientemente la actividad de I+D en su estrategia empresarial, porque la evidencia reciente muestra que las empresas más innovadoras realizan actividades de I+D y, al mismo tiempo, toman una actitud activa al adoptar nuevos sistemas de organización y de gestión de sus recursos humanos e intangibles (Salas 2001).
- El empresario tendrá que ver en la innovación tecnológica una variable y dimensión económica esencial de su quehacer, cuya lógica hay que comprender y gestionar adecuadamente. Porque la capacidad de innovación, en todos los planos, desde la generación de tecnología propia a la disposición para incorporar y

adaptar tecnología ajena, la mejora ininterrumpida del diseño y calidad de los productos, la consecución de una «imagen de marca» asociada a prestaciones, fiabilidad y servicio, la diferenciación de productos, el uso efectivo y la acumulación eficiente de *know-how* tecnológico constituyen hoy piezas inexcusables para competir eficazmente en un espacio económico cada vez con menos fronteras y en un contexto de ininterrumpido avance tecnológico. Y ello equivale a poner el foco de la atención en la acumulación y gestión de los activos intangibles.

- La comunidad científica deberá superar la tradicional cultura basada en el distanciamiento respecto al mundo de la empresa. Porque una mejor coordinación de los programas de investigación con los requerimientos de la empresa no tiene por qué ir en detrimento del núcleo del quehacer científico, ni de la búsqueda de modelos teóricos más veraces, potentes o elegantes. Por ello, la comunidad científica deberá ver al mundo de la empresa no exclusivamente como fuente suplementaria de recursos financieros, sino también, y sobre todo, como fuente de problemas genuinos, como reto y como banco de prueba de algunas de las consecuencias de modelos y teorías científicas.
- La universidad y los centros de investigación tendrán que redefinir su papel y revisar sus métodos. Porque el conjunto de la sociedad española, y en particular los decisores públicos, está acostumbrado a visualizar la universidad como una especie de «caja negra» cuyo *output* principal, cuando no único, son los titulados superiores, no percibiéndolo como un recurso estratégico del sistema nacional y regional de innovación. Tendrían que ser conscientes de que los incentivos para promover y recompensar la investigación siguen siendo insuficientes. Y de que existen pocas relaciones de retroalimenta-

ción entre investigación universitaria y áreas de aplicación práctica. Y de que la movilidad entre personal de la empresa y universidad es prácticamente inexistente. Por último tendrán que ser conscientes de que la gestión de la investigación y la transferencia de resultados a la sociedad necesita ser notablemente reforzada.

- Será necesario también que el sistema de ciencia y tecnología aumente sus dimensiones y mantenga su eficacia, aunque para ello deberá esforzarse en ofrecer resultados que sean asimilables por el tejido productivo, que hoy tiene una escasa capacidad de I+D. Y una capacidad reducida obliga al investigador a dedicar más atención a las etapas de la innovación más alejadas del puro trabajo científico, que siempre son las menos atractivas.

La Administración deberá asumir su responsabilidad de incrementar la dotación para I+D, tanto pública como privada, a través de los incentivos que procedan. Y deberá asumir la responsabilidad de promover la ciencia y la tecnología de excelencia.

En todo caso, la solución debe pasar por reexaminar los puntos fuertes y débiles para buscar una mejor división del trabajo entre todos los agentes del sistema de innovación, lo que favorecería la constitución de una tupida red de relaciones entre industria y universidad. Una red que puede tomar diversas formas, aunque, con independencia de unas u otras, lo que realmente es urgente es la construcción de circuitos de transmisión de información, de relaciones de confianza y de intercambio de conocimiento tácito entre los varios agentes del sistema. Algo que se puede ver extraordinariamente favorecido por la cercanía institucional y personal en los entornos regionales, faceta ésta que debería ser explorada con mayor generosidad.

También hay notas optimistas. Nuestro sistema nacional de innovación es, dentro de su reducido tamaño, eficaz, y todavía está lejos de su saturación. Por otra parte, todavía no es posible saber hasta qué punto la llamada «paradoja europea» en el proceso de transformación de conocimiento en riqueza es aplicable a nuestro joven y pequeño sistema de ciencia y tecnología. Porque no tenemos datos fiables que nos permitan comparar con otros países nuestra habilidad para convertir ideas en productos, ni nuestra rapidez en hacerlo. Hacen falta con urgencia más estudios. Porque nuestra capacidad de producción científica es reciente, mientras que la Europa desarrollada ha sido y sigue siendo fuente de continuas aportaciones científicas. Y caer en esta paradoja es un peligro que estamos corriendo. Es necesario por ello despertar el interés de la empresa por los logros académicos, así como establecer incentivos para que los académicos orienten sus esfuerzos a preparar sus resultados para que puedan ser aprovechados por el tejido productivo español.

Pero lo único que sabemos sobre esta cuestión es, como ya se ha mencionado en distintos puntos de este documento y repito como cierre dada su importancia, que las cifras demuestran que mientras el producto interior bruto español es de alrededor del 11 % de los cuatro grandes países europeos con los cuales debemos compararnos, nuestro gasto de I+D es sólo el 4,5 % del que realizan estos mismos países, y empleamos el 6 % de sus recursos humanos. Sin embargo, la producción científica española es casi el 8 % de la de aquellos países, y las ventas españolas de tecnología no incorporada representan, sorprendentemente, el 6 % de las de estos mismos países. Y esto es un claro éxito de nuestro sistema científico.

X.

Bibliografía

- ALDANA, F. (2001), «El Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2000-2003», en VV.AA. [2001].
- AYALA-CARCEDO, F.J. (2001), *Historia de la tecnología en España*, 2 vols., Madrid, Valatenea.
- ARROW, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for inventions», en Nelson, ed. [1962].
- BUSON, I. (1991), «Impacto de las ayudas públicas a las actividades de I+D de las empresas: un análisis empírico», *Revista de Economía Pública*.
- CASSIMAN, B. (1999), «Cooperación en investigación y desarrollo. Evidencia para la industria manufacturera española», *Papeles de Economía Española*, 81.
- CASTELLS, M. (1997), La era de la información, vol. I: *La sociedad red*, Madrid, Alianza.
- COHEN, W. M. (1995), «Empirical studies of innovative activity», en Stoneman, ed. [1995].
- COLE, J. R. y GRAUBARD, S. R., eds. (1994), *The Research University in a Time of Discontent*, Baltimore y Londres, Johns Hopkins University Press.
- COMISIÓN EUROPEA (1995), *Libro Verde de la innovación*, Bruselas.
- (1999) *The Competitiveness of European Industry*. 1999 Report, documento de trabajo, Bruselas.
- (2000a), *e-mail Europe 2002. Una sociedad de la información para todos*, proyecto del plan de acción preparado por la Comisión Europea para el Consejo Europeo da Feira, 19-20 de junio.

- (2000b), *Towards a European Research Area*, Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities.
- (2000c), *La innovación en una economía de conocimiento*, comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento europeos, Bruselas, septiembre.
- (2000d), *Five-year Assessment of the European Union Research and Technological Development Programmes, 1995-1999*, informe de la Comisión Independiente de Expertos, Bruselas, Comisión Europea.

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (1999), *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003)*, vol. I, Madrid.

COTEC (1998), *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones. Libro Blanco*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

- (1999a), *Relaciones de la empresas con el sistema público de I+D*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- (1999b), *La innovación en las tecnologías de información y las telecomunicaciones*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- (2000a), *La innovación en las tecnologías de la información y las comunicaciones*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- (2000b), *Relaciones para la innovación de las empresas con las administraciones*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- (2000c), *Informe Cotec 2000. Tecnología e innovación tecnológica*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.

- (2000d), *Innovación en construcción*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica.
- DAVID, P. A. (1976), *Technical Choice, Innovation and Economic Growth*, Cambridge University Press.
- DE LA FUENTE, A. y VIVES, X. (1998), «Innovación tecnológica y crecimiento económico», Estudio Cotec número 11.
- DERTOUZOS, M. L., SOLOW, R. M., LESTER, R. y otros (1989), *Made in America. Regaining the Productive Edge*, Cambridge, MIT Press.
- DOGSON, M. y ROTHWELL, R., eds. (1994), *Handbook of Industrial Innovations*, Aldershot.
- DOSI, G. (1982), «Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change», *Research Policy*, 11 (3).
- DOSI, G. y otros, eds. (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Columbia University Press.
- DRUKER, P. (1993), *La sociedad postcapitalista*, Madrid, Apóstrofe.
- (1994), «The theory of the business», *Harvard Business Review*, septiembre-octubre.
- ESCORSA, P., SOLÉ PARELLADA, F. y SURÍS, J. M. (2001), «Nuevas tecnologías e innovación en las empresas españolas», en VV.AA. [2001].
- FORAY, D. y FREEMAN, C., eds. (1993), *Technology and the Wealth of Nations*, Londres, Pinter.
- FREEMAN, C. (1974), *The Economics of Industrial Innovation*, Londres, Penguin y Harmondsworth.

- FREEMAN, C. y PÉREZ, C. (1988), «Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour», en Dosi y otros, eds. [1988].
- FREEMAN, C. y SOETE, L., eds. (1990), *New Explorations in the Economics of Technical Change*, Londres, Pinter.
- FUENTES QUINTANA, E. (2001), «I+D+i como cuestión de la mayor importancia, trascendencia y aplicación para España», en VV.AA. [2001].
- comp. (1993), *Problemas económicos españoles en la década de los noventa*, Barcelona, Círculo de Lectores y Plaza y Janés.
- FUNDACIÓ EMPRESA I CIÈNCIA (1996), *Competir en Europa*, Barcelona, Ariel.
- GRADÓN, V. y RODRÍGUEZ ROMERO, L. (1990), «Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española (1975-1981)», *Investigaciones Económicas*, suplemento.
- GRILICHES, Z., ed. (1984), *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press.
- GROSSMAN, G. M. y HELPMAN, E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MIT Press.
- HAGEDOORN, J. y SCHAKENRAAD, J. (1990), «Strategic partnering and technological cooperation», en Freeman y Soete, eds. [1990].
- JAUMANDREU, J. (2000), «Empresa industrial e innovación durante los noventa», *Boletín Inflación y Análisis Económico*, 71.
- KAMIEN, M. I. y SCHWARTZ, N. L. (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge University Press.
- KENNEDY, C. y THIRWALL, A. P. (1977), *Technical Progress*, vol. I: *Surveys in Applied Economics*, Londres, Macmillan.

- LAFUENTE, A., SALAS, V. y YAGÜE, M. J. (1985), «Formación de capital tecnológico en la industria española», *Revista Española de Economía*, 2.
- LUNDVALL, B. A., ed. (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.
- MANSFIELD, E. (1961), «Technical change and the rate of imitation», *Econometrica*, 29 (4).
- (1968), *The Economics of Technological Change*, Nueva York, Norton.
- MARTÍN, C. (1988), «Fundamentos teóricos de la política tecnológica», *Revista de Economía Industrial*, 259.
- MARTÍN, C. y VELÁZQUEZ, F. J. (1992), «Some sectorial implications of Community taxes to limit Co2, emissions: Spain as a case study», *European Economy*, 1.
- MARTÍN-GUZMÁN, M. P. (2001), «Indicadores de innovación», en VV.AA. [2001].
- MARTIN LIPSET, S. (1994), «In defense of the research university», en Cole y Graubard, eds. [1994].
- ed. (1979), *The Third Century*, Chicago y Londres, Chicago University Press.
- METCALFE, S. (1995), «The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives», en Stone-man, ed. [1995].
- MILES, I. (1994), «Innovation in services», en Dogson y Rothwell, eds. [1994].
- MOLERO, J. (1996), «Patterns of internationalisation of Spanish innovative firms», *Research Policy*, 27.

- MOLERO, J. y BUESA, M. (1996), «Patterns of technological change among Spanish innovative firms: The case of the Madrid region», *Research Policy*, 25.
- MOWERY, D. C. y ROSENBERG, N. (1979), «The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies», *Research Policy*, 8.
- MULET, J. (2001), «La reciente evolución del sistema español de innovación», en VV.AA. [2001].
- NARIN, F. y otros (1997), «The increasing linkage between U.S. technology and public science», *Research Policy*, 26.
- NEEF, D. (1998), *The Knowledge Economy*, Boston, Butterworth-Heinemann.
- NELSON, R. R. (1959) «The simple economics of basic scientific research», *Journal of Political Economy*, 67 (3).
- (1993), *National Innovation System: A Comparative Study*, Oxford University Press.
- ed. (1962), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- NELSON, R. R. y WINTER, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- NISBET, R. (1979), «El futuro de la universidad», en Lipset, ed. [1979].
- NORDHAUS, W. (1969), *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge, MIT Press.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1994), *Misión de la universidad, en Obras Completas*, vol. 4, Madrid, Alianza y Revista de Occidente.
- PAVIT, K. (1984), «Sectorial patterns of technological change. Towards a taxonomy and a theory», *Research Policy*, 13 (6).

- PORTER, M. (1985), *Competitive Advantage*, Nueva York, Free Press y Macmillan.
- (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, Free Press y Macmillan.
- RACMP (1993), «El déficit tecnológico español como problema económico y cultural», *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 70.
- RODRÍGUEZ ROMERO, L. (2001), «Adquisición y generación de tecnología por las empresas españolas» en VV.AA. [2001].
- ROMER, P. (1990), «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy*, 98.
- ROSENBERG, N. (1963), «Technological change in the machine tool industry», *Journal of Economic History*, 23.
- (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press.
- (1992), *Inside the Black Box. Technology in Economics*, Nueva York, Cambridge University Press.
- ROSENBERG, N. y NELSON, R. R. (1996), «The role of universities in the advance of industrial technology», en Rosenbloom y Spencer, eds. [1996].
- ROSENBLOOM, R. S. y SPENCER, W. J., eds. (1996), *Engines of Innovation*, Boston, Harvard Business School Press.
- SALAS, V. (1999) «Un enfoque microeconómico de la competitividad», Universidad de Zaragoza.
- (2001), «Innovación y competitividad en la empresa española», en VV.AA. [2001].
- SÁNCHEZ, P. y CHAMINADE, C. (1998), «El proceso de innovación en las empresas españolas», Estudio Cotec número 14.

- SÁNCHEZ ASIAÍN, J. A. (1995), «El debate sobre la competitividad industrial en España», *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 72.
- (1998a), «Convergencias reales. Ciencia, tecnología y empresa», *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 1 (enero).
- (1998b), «Innovación tecnológica y creación de riqueza en el cambio de siglo», en *Actas de las Primeras Jornadas de I+D*, Universidad Politécnica de Madrid.
- (1998c), «La institución universitaria en el marco de una sociedad de conocimiento», intervención en el VIII Encuentro Científico de la Asociación Alexander von Humboldt España sobre la Gestión de la Calidad en la Universidad, Palacio Miramar de San Sebastián, septiembre.
- (1998d), «La llamada paradoja europea: globalización, regionalización e innovación», *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms*, primer trimestre.
- (1999), *Misión de la universidad en una sociedad de conocimiento. La necesidad de una reflexión conceptual*, Elche, Universidad Miguel Hernández.
- (2000a), «El reto de la innovación», intervención en el seminario «Ciencia, Tecnología, Empresa y Sociedad para el Siglo xxi», Santander, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, 19 de septiembre.
- (2000b), «El sistema español de innovación y la universidad», *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 77; publicado también en *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 7.

- (2000c), «Los obstáculos estructurales a la innovación tecnológica», intervención en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Valencia, 17 de noviembre.
- (2001a), «El sistema español de innovación como factor de convergencia real», *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, IX; publicado también en *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 78 (2001).
- (2001b), «El reto de Europa. Innovación, conocimiento y nueva economía», en VV.AA. [2001].
- SANZ, L. (1995), «Policy choices, institutional constraints and policy learning: Motes on the Spanish science and technology policy in the eighties», *Technology Management*, 10(4-5).
- SHERER, F. M. (1984), *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, Cambridge, MIT Press.
- SCHUMPETER, J. A. (1912), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Harvard University Press.
- (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Nueva York, McGrawHill.
- SCHMOOKLER, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Press.
- SHAPIRO, C. y VARIAN, H. R. (1999), *Information Rules*, Boston, Harvard Business School Press.
- SIMON, H. A. (1996), *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MIT Press.
- SOETE, L. (1979), «Firm size and innovative activity: the evidence reconsidered», *European Economic Review*, 12 (4).

- (1981), «A general test of the technological gap trade theory», *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117 (4).
- (1987), «The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered», *Research Policy*, 16 (2-4).
- SOLOW, R. M. (1956), «A contribution to the theory of economic growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70.
- (1957), «Technical change and the aggregate production function», *Review of Economics and Statistics*, 34.
- STONEMAN, P., ed. (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell.
- VELARDE FUERTES, J. (2001), «España apuesta mal con la ciencia y la tecnología», en VV.AA. [2001].
- VENZE, X. (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Madrid; Siglo XXI.
- VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press.
- VV.AA. (2000), *La investigación económica en España, 1990-2000. Una década de cambios*, Valencia, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- (2001), «Innovación y desarrollo tecnológico», *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*, 9, monográfico.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2000), *The Global Competitiveness Report 2000*, Ginebra.

Anexo

La cuestión tecnológica española ante la ampliación*

* Intervención del Excmo. Sr. D. José Ángel Sánchez Asiaín en la sesión ordinaria de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas. Madrid, 22 de junio de 2004.



ace ya más de diez años, en junio de 1993, abordé por vez primera en esta Academia el debate sobre las cuestiones tecnológicas. Entonces traté de plantear qué era en realidad ese problema en España y qué significaba para nosotros la cuestión tecnológica. Desde entonces lo he planteado en alguna otra ocasión, al aire de distintos acontecimientos o situaciones.

Vuelvo de nuevo, esta vez como consecuencia de la notable ampliación que se ha producido en la Unión Europea, en la medida que esa incorporación de diez países más a Europa puede complicar aún más nuestra posición en el mundo de la tecnología, ya muy delicada como sabemos. Porque entre los nuevos países, hay algunos, como ahora vamos a ver, con una historia tecnológica mucho mejor que la nuestra; y porque prácticamente todos gozan de las ventajas competitivas que a nosotros nos permitieron en su día superar el reto de nuestra incorporación, lo que hace aún más peligrosa la suya. Voy, pues, a destacar los rasgos relevantes del sistema español de innovación en la actualidad, pero partiendo de nuestra posición en el conjunto de la Europa de los veinticinco, para poder concluir sobre las políticas que, en mi opinión, deberían implantarse en nuestro sistema, para que España pueda afrontar con éxito el inevitable reto que ello supone y, especialmente, para aprovechar las oportunidades que, como es lógico, también nos va a ofrecer la nueva situación.

Contrariamente a lo que ocurría en mi primera intervención de 1993, hoy la necesidad de la innovación tecnológica es una idea muy presente en la política empresarial, en los discursos políticos y, desde luego, en los medios de comunicación. En todos los casos la innovación se presenta como un fenómeno absolutamente necesario, imprescindible, para incrementar nuestra posición competitiva en el mundo y nuestro producto interior bruto.

Pero a la vez, y con mucha vehemencia y convicción, todos esos colectivos lamentan la poca actividad innovadora española si se la compara con la de los países avanzados, y si se tiene en cuenta lo lento y dificultoso que está resultando nuestro proceso. En efecto, existe en ellos el convencimiento de que en España aún no hemos asumido la importancia de la innovación tecnológica, cosa que es cierta porque, en opinión de los expertos, a los que año tras año se consulta, ninguno de los agentes implicados en España en el proceso de la innovación está desempeñando correctamente su papel. Es más, en los últimos años el índice que mide esta opinión señala un marcado deterioro.

No hay duda de que en estos años pasados hemos avanzado bastante sobre la lamentable situación tecnológica que teníamos todavía no hace mucho; pero tampoco la hay de que hemos avanzado menos de lo que podríamos haber caminado, y mucho menos de lo que necesitamos avanzar. Efectivamente, hay que recordar que nuestra historia sobre inversión en I+D no puede ser más triste. En las décadas de los años sesenta y setenta del siglo pasado, nuestro gasto en I+D, en porcentaje sobre el producto interior bruto, se encontraba en el pelotón de los países en vías de desarrollo. En 1964 estaba por debajo del 0,2 %. Tardó más de diez años en colocarse en el 0,35 %. Y cinco más tarde, en 1980, apenas habíamos superado el 0,40; el 0,61 en 1986. Era evidente que en todos esos años estábamos en el grupo de cola de los países de la OCDE.

Entre 1988 y 1993 se produjo un importante salto, de tal manera que en 1993 alcanzó el 0,91 %, lo que no dejó de representar un notable esfuerzo que luego no encontró continuidad en los cuatro años siguientes, en los que la inversión en I+D, medida en términos de PIB, disminuyó. Sólo en el año 2000 volvió a alcanzar el

máximo de 1993. Con posterioridad se ha ido produciendo un incremento paulatino de ese índice, de forma que en 2002 se dedicó algo más del 1 % del PIB a I+D, aunque todavía quedamos muy lejos del conocido 2 % de la media de la UE.

¿Qué es lo que está pasando? En primer lugar, que nuestro sistema de innovación, como tal, sigue teniendo una dimensión notablemente reducida para lo que somos como país. No hemos sido capaces de construirlo mejor. El porcentaje de empresas innovadoras en España es menos de la mitad del de la media europea. También es la mitad el porcentaje del producto interior bruto que invertimos en investigación y desarrollo. El número de investigadores en la empresa, por mil empleados, es menos de la mitad. Y estas mismas proporciones se repiten en la práctica totalidad de los indicadores que pueden observarse en relación con el fenómeno de innovación en España: siempre la mitad o menos de la mitad.

Nuestro sistema de innovación tiene además muchos puntos débiles y debemos partir del análisis de esta situación para reflexionar en qué punto de la evolución de nuestro proceso innovador estamos, tecnológicamente hablando, después de la ampliación de la UE. Desde el punto de vista empresarial, es decir, qué hacen las empresas en relación con la I+D, hay que admitir que las empresas innovadoras son muy pocas, como decía. Y todavía son mucho menos las que investigan habitualmente. Todo ello indica que la innovación de la empresa española se basa más en la tecnología adquirida que en la investigación propia, lo que se traduce en una menor competitividad, puesto que ya no hay duda alguna de que la investigación es la que ofrece más beneficios competitivos a las empresas, además con resultados muy superiores a los que produce la incorporación de tecnología adquirida. Es verdad que la

compra de tecnología es más segura y más barata, pero ello supone que se está tratando de mejorar la eficacia de la empresa en un mundo crecientemente competitivo mediante tecnología que ha sido previamente explotada por otros y que, en todo caso, es accesible en todo momento a cualquier otro competidor. Y a medio plazo, ello coloca a la empresa que utiliza este sistema en una posición de inferioridad.

Desde luego conduce a que el número de investigadores propios de la empresa sea muy reducido. Porque mientras que la empresa española utiliza un investigador por cada mil empleados, países como Francia o el Reino Unido cuentan con tres, Alemania con cuatro y Finlandia con ocho (cuadro 6). Esta escasez de investigadores es la principal causa de la pobre capacidad tecnológica de la empresa española. Por dos razones: primero, porque la carencia de investigadores propios nos impide investigar directamente; en segundo lugar y muy fundamentalmente, porque impide utilizar los resultados de la investigación pública —que ésta ciertamente sí existe y es excelente—, por no tener en la empresa interlocutores expertos para conocer qué tipo de conocimiento se está consiguiendo en la investigación pública y así poder entenderla, solicitarla y aplicarla.

Otro aspecto crítico de nuestra situación tecnológica lo constituye la mala gestión de la financiación pública a la investigación privada. En primer lugar, porque su volumen es también en España la mitad de lo que es habitual en los países de la Unión Europea, pero con el agravante adicional de que esa financiación sigue pautas poco habituales en los países de la OCDE, ya que en Europa las ayudas financieras de un Estado a la empresa son fundamentalmente subvenciones directas, prácticamente el 80 % del total, que son mucho más eficaces; y no más del 20 % se concede bajo

la fórmula de créditos, mientras que en España, por el contrario, los créditos superan casi diez veces las subvenciones directas. En segundo lugar, las subvenciones a cada empresa son de importes unitarios medios muy bajos, producto de un criterio tradicional de la Administración española, que pudiera etiquetarse como de «café para todos», al asignar cantidades muy pequeñas en cada caso, por aquello de llegar a un mayor número de receptores. De esta manera, la ayuda pública media por empresa no alcanza en nuestro país el coste de un solo titulado/año. Y esto no representa ningún incentivo real para investigar.

Son criterios de reparto que fueron válidos cuando en España la operación prioritaria de las administraciones públicas consistía exclusivamente en ayudar a las empresas a subsistir. Y esto, que se hacía con todas, ya no se corresponde hoy con lo que puede ser una política de búsqueda de la competitividad, que tiene que ser muy selectiva, de tal forma que lo que se está consiguiendo así es justamente lo contrario, ya que el poco dinero público que se ofrece a la empresa sirve únicamente para rebajar el coste privado de una inversión que ya se ha decidido, sin hablar de la incertidumbre del plazo y de la cantidad solicitada y la que se va a recibir.

En lo que respecta a la I+D pública, la situación es francamente buena. El objetivo de la Ley de la Ciencia de 1986 era dotar a España de una capacidad científica de la que entonces se carecía. Y se ha conseguido. Hoy, dieciocho años después, los centros públicos de I+D producen ya verdadero conocimiento científico, y en muchísimos casos de altura internacional; aunque todavía no hayan podido atender con la misma eficacia a la creación de conocimiento tecnológico y menos aún su transferencia al tejido productivo, no por culpa de los investigadores, sino por culpa del propio sistema.

Hay varias razones para ello. La más importante es la falta de conocimiento científico. Porque, como acabo de decir, la empresa, al no tener investigadores propios, carece de interlocutores adecuados para conectar con la investigación pública, en orden a suministrar al sistema de investigación pública información sobre los problemas que la empresa tiene y para los que solicita nuevos conocimientos tecnológicos. Por otra parte, el investigador público tampoco es muy proclive a tratar de conocer las demandas de conocimiento de la empresa. Como consecuencia, la ciencia que se genera en España sólo puede ser aprovechada por empresas con alta tecnología y personal cualificado, que son muy escasas en nuestro país; pero no por el resto, y especialmente no por las PYME, que representan el 80 % del PIB español.

En la esfera operativa, y como otra razón para su escaso tamaño, el sistema público de I+D también tiene carencias importantes, como son fundamentalmente las de disponibilidades para la investigación pública, que, en términos del PIB, son las dos terceras partes de la media europea, mientras que el número de investigadores públicos en España, 3,5 por cada mil, es comparable o superior al de los países de nuestro entorno: Francia 3,6; Alemania 2,7; Reino Unido 2,2 (cuadro 6). Ello quiere decir que el investigador privado español trabaja con menos recursos que sus homólogos europeos. Y esta es la razón de que los grupos de investigación que operan en nuestro país sean de dimensiones claramente menores, lo que es muy grave para la innovación tecnológica, puesto que la creación de conocimiento tecnológico requiere, cada día más, grupos de investigación de cierta dimensión, con capacidad de abordar proyectos pluridisciplinarios, en los que se cree un entorno de excelencia que permita generar ciencia y al mismo tiempo conseguir su utilidad a través de la tecnología.

Otro serio problema se refiere a la gestión de la política de innovación. La burocracia y el control previo existentes en nuestro país no son compatibles con la agilidad que el proceso de la innovación precisa, lo que hace que la ejecución de las ayudas estatales tropiece constantemente con escollos, como cuando se redactan convocatorias de ayudas, cuando se evalúan propuestas y, especialmente, cuando llega la hora de transferir los fondos a las empresas, produciéndose retrasos que incluso en términos presupuestarios hacen que esas ayudas no lleguen nunca a ser efectivas. Son conocidas las dificultades que encuentran los gestores para ejecutar los presupuestos del ejercicio, que los ha llevado frecuentemente a anteponer algunas aplicaciones presupuestarias posibles a otras mucho más necesarias (según las Memorias del MCYT en el año 2001, cuando se aplicaron recursos a los parques científicos, el presupuesto fue ejecutado en el 85 %).

Un caso especial lo constituye la fiscalidad de la innovación, que se estableció en el año 1999 de forma valiente y decidida, hasta el punto que la OCDE la calificó como la legislación fiscal favorecedora de la innovación más generosa de Europa, y que hasta ahora no ha podido ser utilizada por las inmensas cargas burocráticas que se establecieron, que fundamentalmente afectan a las PYME.

Otro caso es el que atañe a las políticas científicas, tecnológicas y de innovación, que no se coordinan adecuadamente en cuanto al reparto de responsabilidades entre la Administración Central y las regionales, algo especialmente grave, puesto que todas las comunidades autónomas cuentan ya con políticas de fomento de la innovación y muchas de ellas también con leyes para el fomento de la I+D. Se trata de algo especialmente importante, porque todas tienen competencia sobre esta cuestión, a veces con presupuestos relevantes y contando, además, con la ventaja de su mayor proximidad

dad a la empresa, lo que les permite tener un acceso a la realidad empresarial difícil de alcanzar desde la Administración Central. Todo esto, claro está, dentro de la gran heterogeneidad del esfuerzo que hacen las comunidades autónomas en gasto en I+D cuando se mide en porcentaje del PIB de cada una de ellas, especialmente destacado en Madrid, País Vasco, Cataluña y Navarra, por encima de España en su conjunto (cuadro 13), de manera que se hace absolutamente imprescindible establecer mecanismos efectivos de coordinación entre los distintos ámbitos administrativos.

Tampoco existe coordinación entre los diversos ministerios y consejerías de cada territorio que se ocupan de estas cuestiones, que van desde los que tienen competencias genéricas, como los de Industria, Educación o Ciencia y Tecnología, cuando este Ministerio existía, hasta otros que las tienen derivadas de sus objetivos específicos, como pueden ser Sanidad, Defensa, Agricultura, Fomento o Medio Ambiente.

Y no es porque no exista el instrumento adecuado, dado que la actual legislación española ofrece un camino que, de aplicarse correctamente, podría ayudar a la necesaria armonización de las actuaciones en materia de ciencia, tecnología e innovación. Me refiero a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología que creó la Ley de la Ciencia en 1986. Su eficacia como ordenadora de políticas ha sido muy escasa, pero en la corta etapa que presidió el Presidente del Gobierno, momento en que, con la autoridad en una sola mano, se logró aprobar el Plan Nacional de I+D 2002-2003 y se integraron por vez primera las acciones de varios ministerios. Fue muy corta y la Comisión no ha tenido desde entonces mayor virtualidad.

La creación en el año 2000 del desaparecido Ministerio de Ciencia y Tecnología fue otra oportunidad para abordar con seriedad

este difícil problema; pero el escaso peso político efectivo de la innovación hizo que sus responsables no pudieran defenderse de la burocracia ni tampoco de la avidez de recursos económicos y humanos de otras políticas, de manera que el nuevo Ministerio se encontró sin otras directrices que no fueran las de una etapa más del Plan Nacional de I+D, de cuatro años de duración, a cuya ejecución tuvo que dedicar la mayor parte de sus energías. Y en esto se hundió.

Lo peor es que de esta experiencia que se entiende fue un fracaso, el Ministerio ha desaparecido. Y no fue una mala idea, porque la unidad de las políticas científicas, tecnológicas y de innovación es absolutamente necesaria para que el delicado proceso de conversión de conocimiento en riqueza sea eficaz y porque la I+D pública debe estar cerca de la investigación empresarial, el eslabón más débil de la cadena, para proporcionarle orientación, personal y medios, así como servicios tecnológicos. De hecho, cuando el diseño de los gabinetes gubernamentales ha inducido esta proximidad, se han notado rápidas mejoras. Por todo esto ahora, y en el caso de que sea cierto que la política de I+D va a corresponder a Educación y Ciencia, mientras que la innovación será competencia de Industria, será necesario que para acercarse a la unidad de gestión, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología que creó la Ley de la Ciencia, recupere el papel coordinador bajo una máxima autoridad.

Nuestro sistema de innovación en el contexto de la Unión ampliada

En este punto se produce una ampliación sin precedentes en la Unión Europea, una ampliación que puede poner en mayor peli-

gro nuestro sistema de innovación tecnológica, porque con ella se da entrada a diez países, algunos de los cuales tienen una historia tecnológica mucho mejor que la nuestra, como he dicho al principio. Además casi todos gozan de las ventajas competitivas que nos permitieron, en su día, superar el reto de nuestra incorporación, como pueden ser unos salarios bajos, en este caso muy bajos, y una mayor libertad de acceso al mercado, cuyos resultados, en algunos casos, ahora, y a partir de la nueva situación comunitaria, pueden llegar a ser explosivos.

Hasta ahora hemos venido comparando la situación tecnológica de España con la de los integrantes de la Europa de los quince, comparación de la que siempre salíamos muy mal parados y que ensombrecía nuestro futuro, decíamos, si no se tomaban medidas drásticas. Ahora el término de la comparación debe ser también con el de los países recién incorporados, es decir, con los veinticinco.

Es una comparación difícil, para la que hay que tomar precauciones. Primero, porque sólo cuatro de estos países (República Checa, Eslovaquia, Hungría y Polonia) son miembros de la OCDE y, por tanto, los datos del resto de países no están homologados; y, segundo, porque, con carácter general, la experiencia en la utilización de indicadores de innovación es todavía muy limitada en todo el mundo, aunque dentro de ciertos límites sea significativa. Por eso, y como ocurre con todos los indicadores de esta naturaleza, no pueden considerarse un fiel y detallado reflejo de la realidad, pero sí un marco consistente de comparación en el que España ocupa una posición relativa llena de significado.

Voy a hacer, pues, esa comparación a partir de cinco indicadores: dos de entrada de I+D (gasto y recursos humanos, es decir, cuánto se gasta y qué recursos humanos se utilizan) y tres de resulta-

dos (patentes que se producen, exportaciones de productos de alta tecnología y creación de empresas de base tecnológica en cada país).

El indicador *gasto total en I+D*, es decir, los recursos que se dedican a generar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, pone de manifiesto, como era lógico que sucediera, que la Unión Europea de los veinticinco reúne países con una enorme diversidad (cuadro 2). En términos de PIB, y según datos del año 2001, Suecia dedica más del 4 %, mientras seis de los nuevos países miembros (no se dispone de datos para Malta) están por debajo del 1 %. También lo están Grecia y Portugal. España alcanzó en el año 2002 el 1,03 %, pero en 2001 aún no había llegado a ese límite, por lo que sigue siendo el antepenúltimo de los países de la Europa de los quince. Y según los datos de 2001, en ese año España era superada, y muy ampliamente, por la República Checa y por Eslovenia. Mejor módulo para la comparación es el PIB per cápita que se dedica a I+D en cada país (cuadro 3). Con este índice resulta que la República Checa, Hungría, Estonia, Eslovenia y Lituania dedican proporcionalmente más recursos a la investigación tecnológica que los que podrían esperarse del comportamiento medio de la nueva Europa; y que Polonia, Eslovaquia y Letonia están en esa media, cosa que no sucede con España, que está muy por debajo de lo que le correspondería. Y como España, también están por debajo Portugal, Grecia e Italia.

Sin embargo, la eficacia en el avance tecnológico no sólo depende del tamaño de los recursos que se dedican a este fin, ya que está demostrado que cuanto mayor es el porcentaje de la participación de las empresas en el total de la financiación, mayor es la capacidad innovadora del país. Y esto porque, a efectos de innovación, el gasto privado es mucho más productivo que el público,

dado que se realiza más cerca del utilizador. En Estados Unidos y en Japón las empresas aportan alrededor del 70 % del total de los fondos (cuadro 4), mientras que en la actual Unión Europea la media es el 56 %, si bien Suecia y Finlandia superan el 70 % y Alemania se sitúa en el 66 %. España está en el 47 %, por debajo de la media de los veinticinco, superada por tres de los nuevos países: República Checa, Eslovenia y Eslovaquia.

Puede decirse, en conclusión, que algunos de los nuevos países vienen haciendo mayores esfuerzos que España para aumentar su capital tecnológico y que se están apoyando más intensamente que nosotros en el sector privado, es decir, en la fórmula más eficaz, como hemos visto, cosa que les permitirá lograr un mejor rendimiento de sus innovaciones y una mayor rapidez en su aparición en el mercado. Pueden ser muy malos enemigos.

En cuanto al indicador de *recursos humanos* y por lo que a los investigadores se refiere, también en ese concepto existe una enorme disparidad en los veinticinco: por ejemplo, catorce investigadores por cada mil personas activas de Finlandia, frente a un investigador en Chipre. España (cuadro 5) cuenta con casi cinco, lo que nos coloca por delante de Italia, Portugal y Grecia, como ya sabíamos, pero detrás de Eslovenia y Lituania.

Y en esta línea hay que llamar la atención sobre la cifra de gasto por investigador, que en España es menor que la de las medias europeas, tanto para los investigadores de empresa como para los del sector público, pues el investigador empresarial español dispone sólo del 76 % de la media del europeo y el investigador público sólo cuenta con poco más del 40 %. También en los nuevos países incorporados el gasto en I+D por investigador está muy por debajo de la mitad de la media europea, salvo las excepciones de Eslovenia y la República Checa, que se acercan a esa media (cuadro 7).

Así pues, la conclusión más significativa en ese aspecto es que los investigadores españoles disponen de menos recursos que la media europea, cosa que ya sabíamos, y que nuestros universitarios no cuentan con recursos mayores que los de algunos de los países recientemente incorporados (nuevamente cuadro 7).

Es importante examinar los índices que hacen relación a los resultados reales que se obtienen de la I+D desarrollada. Tres índices son importantes a estos efectos, como ya hemos recordado: las patentes logradas, la exportación de productos de alta tecnología y la creación de empresas tecnológicas.

El número de las patentes registradas como instrumento de protección de la propiedad industrial e intelectual, obtenida de la investigación, constituye un indicador indirecto, aunque controvertido, de la capacidad de la innovación de un país. Digo controvertido porque hay que señalar que en este indicador influyen de forma realmente importante los condicionantes culturales y, sobre todo, la composición de los tejidos productivos, en la medida en que la necesidad de protección y la normativa varían enormemente en los sectores empresariales, por lo que no es un índice generalmente admitido como muy significativo.

Pues bien, con esta restricción, la información que manejamos es la siguiente: en la Oficina Americana de Patentes, Suecia, Finlandia y Alemania lograron en el año 2002, cada uno, más de 130 patentes anuales por millón de habitantes. España 8. Nos superó Eslovenia con 8,4, que es el primer país de los ahora incorporados. En la Oficina Europea, Suecia, Finlandia y Alemania estuvieron en cabeza en el año 2000, con más de 240 registros por millón de habitantes; Italia 65, Irlanda 62, España 18, Eslovenia también 18. El resumen no puede ser otro que, aunque la propensión a patentar depende enormemente de los sectores y de la cultura de los

países, es innegable que en España el número de patentes conseguidas es exageradamente exiguo.

El segundo índice de resultados es la *exportación de productos de alta tecnología*. Este índice constituye sin duda la mejor medida de la capacidad de un país para aprovechar su conocimiento de las tecnologías más avanzadas. Pues bien, en 2001 España contribuyó a las exportaciones mundiales de productos de alta tecnología con el 0,64 % de su PIB, que es un índice que relativiza la dimensión e iguala la significación del índice. Es una cifra que nos coloca sólo por delante de Portugal y Grecia en la lista de los quince, y a siete centésimas por encima de Hungría (cuadro 8), aunque lo menos satisfactorio sea que, en los últimos cinco años, nuestro país ha retrocedido en este indicador a razón de un 4,5 % anual acumulativo, mientras que las tasas de crecimiento de la mayoría de los nuevos países fueron positivas y, en algunos casos como Hungría y Estonia, de forma muy relevante, con valores de dos dígitos.

En todo caso, este indicador nos muestra claramente que Hungría y la República Checa, como se aprecia en el cuadro 9, contribuyen casi tanto como España al comercio mundial de productos de alta tecnología, a pesar de que su PIB es significativamente menor, lo que significa que en estos países el aprovechamiento de la tecnología está más adaptado que en el nuestro a lo que son los mercados competitivos actuales, por lo que potencialmente estamos situados en una clara posición desfavorable en el nuevo mercado europeo.

El tercer índice de resultados mide la *creación de empresas de base tecnológica en cada país*: parte de la constatación de que la tecnología que se crea en los centros de investigación o en las empresas hace posible la aparición de nuevas aventuras empresariales específicas, hecho que introduce dinamismo en el proceso.

Pero hay que contar, a su vez, con otra realidad: que su financiación es muy difícil y que la única fórmula que existe para asegurarla son los fondos de capital riesgo. Pues bien, un índice que se utiliza como indicador de desarrollo tecnológico es el que mide la inversión de esos fondos en las primeras etapas de la vida de las nuevas empresas. Estas inversiones suponen en Suecia, Finlandia y Dinamarca alrededor del 0,08 % de su PIB, porcentaje comparable con el de Estados Unidos; en España este porcentaje no alcanza la cuarta parte, es decir, el 0,02 %, aunque es mayor, por ejemplo, que el de Austria o Italia. Polonia y Hungría, con porcentajes todavía menores, son los países que se sitúan en cabeza de los países candidatos (cuadro 10).

En todo caso, este indicador nos muestra que la transferencia de tecnología, especialmente por esta vía que es la más eficaz, es poco frecuente en España y en todos los nuevos países entrantes.

La ampliación como amenaza y como oportunidad

Sin embargo, esta información no permite por sí sola evaluar la magnitud del desafío que desde el punto de vista tecnológico supone la nueva Europa ampliada, aunque se nos señala que el reto es, a primera vista, amenazador. Al mismo tiempo queda cada vez más claro que el modelo de desarrollo que hemos vivido en esta década y media de pertenencia a la UE, y que seguimos manteniendo, es cada día menos sostenible, y que nuestra economía, tradicionalmente basada en tecnología adquirida, no puede seguir basando su competitividad en las ventajas, cada vez menores, derivadas de un bajo coste de mano de obra y de mercados siempre menos protegidos, pues en estas ventajas todos los países entrantes nos superan.

También es claro que los indicadores tecnológicos siguen situándonos en posiciones nada tranquilizadoras, incluso en relación con los países entrantes. Por supuesto, todavía es una incógnita cómo van a ser éstos capaces de adaptarse a las condiciones de un mercado muy poco conocido para ellos, pero sus armas competitivas son muy parecidas a las que utilizamos nosotros en el momento de nuestra incorporación, y algunos países cuentan con una considerable y potencial capacidad tecnológica, de manera que, si siguen una estrategia adecuada, pueden alcanzar un desarrollo explosivo de su economía.

España, pues, debe emprender urgentemente el camino para mejorar su competitividad, basándose fundamentalmente en nueva tecnología, como ya lo hicieron recientemente países como Irlanda y Finlandia. Pero lo llamativo y singular de estas dos experiencias es que, en todo momento, existió una aceptación del reto por parte de «todos» los agentes del sistema, es decir, los investigadores, empresarios y gobiernos, y muy especialmente por parte de estos últimos, que fueron capaces de dar a la política de innovación el peso suficiente para encauzar el proceso y obtener la participación de los demás actores.

Por eso, el objetivo para nosotros no puede ser otro que cambiar de modelo y asumir que, en el futuro, el fundamento de nuestro desarrollo debe ser la tecnología generada en el país o el uso novedoso de la que tuviera que adquirirse. Y si aceptamos este principio, debemos aceptar igualmente la necesidad de establecer objetivos más concretos e inmediatos para recuperar el tiempo perdido.

En primer lugar, es urgente, y es posible, que nuestro sistema de innovación crezca de forma verdaderamente explosiva. En estos últimos años ha crecido en cantidad y calidad en proporciones que

por sí mismas son más que aceptables, pero la distancia que nos separa de nuestros socios europeos sigue siendo grande. Y este crecimiento, además de explosivo, debe ser selectivo, porque, en nuestro tejido empresarial, los sectores de alta y media alta tecnología no han crecido al ritmo de los otros sectores y, en consecuencia, hoy son poco competitivos, incluso en el mercado nacional.

Hay algo que debe quedar muy claro: aunque en esta operación son necesarios los recursos financieros, este hecho constituye ni mucho menos el principal cuello de botella. No bastará con dedicar mayores consignaciones presupuestarias a I+D, mientras no solucionemos las importantes debilidades del sistema que antes he descrito: la falta de una estrategia nacional para la innovación, la falta de coordinación entre las administraciones, un sistema público que no ha asumido entre sus responsabilidades la transferencia de tecnología y, sobre todo, una sorprendente falta de agilidad en la gestión de los recursos dedicados a la política de innovación. Estos problemas sólo se superarán cuando esta política pase a ser una prioridad para el Gobierno. Y todavía no lo es, aunque lo parezca.

Necesitamos una nueva redacción de la Ley de la Ciencia, que desde ahora debería denominarse de la «Ciencia, la Tecnología y la Innovación», para asegurar la definición y el mantenimiento de una estrategia nacional; ley, que, además de perseverar en el fomento de la ciencia —objetivo que ha cumplido satisfactoriamente desde 1986—, debería ahora no solo permitir, sino además crear tecnología en nuestro país. Para ello debería abrir o facilitar el camino a instrumentos de política de innovación que se han demostrado eficaces en otros países, entre los que cabría citar la creación de *spin-offs*, las compras públicas de tecnología o la fiscalidad de la inversión privada en nuevas empresas de base tecnológica.

Es importante también que nuestra legislación se modifique para incentivar o, por lo menos, no dificultar al investigador que opta por crear nuevas empresas de base tecnológica y, a su vez, para facilitar que el sistema financiero se interese por aprovechar el conocimiento generado por el sistema público de I+D, participando en estas nuevas aventuras empresariales.

En todo caso, lo que verdaderamente es acuciante en España es la falta de una verdadera estrategia nacional para la tecnología y la innovación, que reconozca un plazo muy amplio de ejecución. El Plan Nacional de I+D, con cuatro años de vigencia, ha sido la única definición estratégica. Y esto no es nada bueno, pues políticas de largo plazo, como la formación de investigadores, las infraestructuras o la definición de las nuevas líneas de investigación, se dejan hoy a la planificación cuatrienal y se comprueba que no constituyen un plazo suficiente. De hecho, la estrategia tecnológica precisa mecanismos de definición que garanticen su continuidad durante plazos más largos que los habituales en la vida política.

Por otra parte, cualquier política de innovación debe tener muy presentes las necesidades y limitaciones de las PYME, cosa que no se ha hecho en absoluto hasta ahora, aunque infinidad de veces se haya prometido. Y si se hace, habría que tener en cuenta que éstas presentan características muy diferentes, en la medida en que, cuando estamos hablando de las PYME, nos estamos refiriendo a la vez a dos cosas distintas: a empresas tradicionales, y al pujante y prometedor segmento de pequeñas empresas de base tecnológica, cuyo crecimiento debe ser la clave de la modernización de nuestro tejido empresarial. Estos distintos tipos de empresas PYME, necesarios los dos, requieren programas específicos diferentes, coordinados en las comunidades autónomas, cuya ma-

yor proximidad permite un acceso y una capilaridad difícil de conseguir desde la Administración Central. Y esto tampoco se acaba de entender.

En paralelo con estos programas, que forzosamente deben apoyar proyectos de pequeña o mediana dimensión, la política científica y tecnológica debe incluir necesariamente grandes proyectos de investigación, de iniciativa empresarial, que movilicen los recursos públicos y privados, canalizándolos hacia muy pocos proyectos, pero muy sustanciales. Debe acabarse lo de «café para todos». Y en esta línea los destinatarios de ayudas oficiales deberían ser las empresas con proyectos importantes destacados, capaces de inducir las cadenas de valor y de arrastrar la participación de sus suministradores y clientes, para propiciar la creación de empresas nacionales que ejerzan el papel de locomotoras tecnológicas de los sectores relevantes de nuestro tejido productivo. «Grandes proyectos», sí, no sólo por su dimensión física, que deberán diseñarse teniendo en cuenta las líneas de actuación y posibilidades que ofrece el Programa Marco de la Unión Europea en cada momento, sino también porque principalmente habrán de servir para marcar la posición de nuestro país en la definición de los futuros Programas Marco y de la política europea de I+D, ya que hasta ahora las necesidades específicas de países como España (también Italia y Portugal) no han sido tenidas en cuenta en las políticas de I+D e innovación de la Unión Europea, para las que, hay que reconocerlo, el proceso completo de innovación no ha sido un objetivo prioritario.

La verdad es que tampoco el conjunto de Europa se está comportando con racionalidad. Los Jefes de Estado y de Gobierno de los países de la Unión Europea se fijaron muy solemnemente en Lisboa, en el año 2000, el objetivo estratégico de convertir a la Unión

en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. Y este objetivo fijó el gasto medio en I+D para el año 2010 en el 3 % del PIB. Tres años después de la Cumbre de Lisboa, el Consejo de Ministros de la Unión, celebrado el año pasado, reconocía que no se había dado ningún paso. Y en eso estamos.

Por lo que a nosotros respecta, deberíamos también buscar las oportunidades que sin duda nos va a ofrecer la ampliación de la Unión Europea. Y en esta línea hoy empezamos a disponer de información que deberíamos analizar con mucho cuidado. Porque en sectores en los que España demuestra ser competitiva, algunos de los países entrantes están siendo capaces de producir a costes que pueden ser hasta un 10 % inferiores, cuando han asimilado la tecnología y los hábitos de producción de compañías españolas. Es por lo tanto obvio que, entre otras oportunidades, existe la posibilidad de localizar plantas en estos países.

De todo ello se puede concluir que estamos ante un período crítico, corto, en el que España debería afianzar sus ventajas competitivas basadas en la tecnología y en la productividad. Para ello es urgente que todos los agentes del sistema, especialmente las administraciones, asuman el serio compromiso de acercar la capacidad tecnológica de nuestro país a la de nuestros socios europeos más competitivos.

Nuestro modelo de desarrollo económico debe cambiar para basar su competitividad en la tecnología generada por y para nuestras empresas. Éstas deberán dedicar más recursos a su I+D. El sistema público deberá capacitarse para generar la tecnología que la empresa española necesita; y las administraciones para aplicar recursos públicos en cantidad y de forma que consigan apalancar el gasto privado en I+D e innovación, así como para provocar un

cambio en la cultura de nuestra sociedad, de manera que se conviertan en valores indiscutibles el conocimiento científico y tecnológico y el espíritu emprendedor. Porque España, prácticamente, no posee una cultura tecnológica acorde con los tiempos que corren.

Hace ya años que desde esta Academia venimos reclamando este cambio, pero su urgencia se ha hecho ya tan evidente que, casi todos los días, nuestros medios de comunicación incluyen opiniones en este mismo sentido de prestigiosos analistas de nuestra realidad económica y social. La *deslocalización* y *externalización* son las palabras que describen una nueva situación internacional y la única manera de adaptarse a ella es conseguir un mayor valor añadido en la actividad económica de los países con mayores niveles de renta. Esto, hoy por hoy, sólo se consigue recurriendo a una tecnología nueva, propia y completamente adaptada a nuestra forma de producir o de proveer servicios.

Cuadro 1

PIB PER CÁPITA, SUPERFICIE Y POBLACIÓN DE LOS ESTADOS MIEMBROS DE LA UE

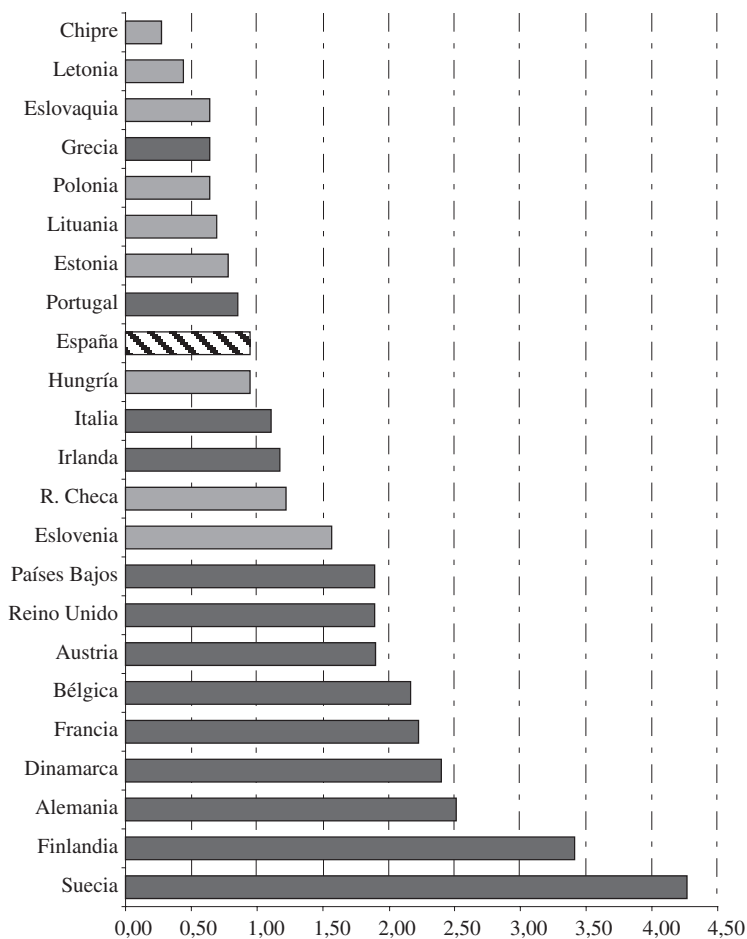
Año 2003	PIB per cápita PPS	Superficie km ²	Población millones de habitantes	PIB millones PPS
Luxemburgo	45.270	2.586	0,5	22.635
Irlanda	29.600	70.000	4,0	118.400
Dinamarca	27.190	43.094	5,4	146.826
Austria	26.910	83.858	8,1	217.971
Países Bajos	26.570	41.864	16,2	430.434
Reino Unido	26.510	242.500	59,3	1.572.043
Bélgica	25.860	30.158	10,3	266.358
Suecia	25.460	450.000	8,9	226.594
Francia	25.120	550.000	59,6	1.497.152
Finlandia	24.500	338.000	5,2	127.400
Alemania	24.050	356.854	82,5	1.984.125
Italia	23.910	301.263	57,3	1.370.043
España	21.270	504.782	41,6	884.832
Chipre	18.870	9.000	0,7	13.209
Grecia	17.940	131.957	11,0	197.340
Eslovenia	16.950	20.000	2,0	33.900
Portugal	16.830	92.072	10,4	175.032
Malta	16.800	316	0,4	6.720
R. Checa	15.510	79.000	10,2	158.202
Hungría	13.430	93.000	10,1	135.643
Eslovaquia	11.730	49.000	5,4	63.342
Polonia	10.400	313.000	38,2	397.280
Estonia	10.250	45.000	1,4	14.350
Lituania	10.050	65.000	3,5	35.175
Letonia	9.080	65.000	2,3	20.884

Fuente: Eurostat 2004.

Cuadro 2

RECURSOS DESTINADOS A I+D EN LOS PAÍSES DE LA UE

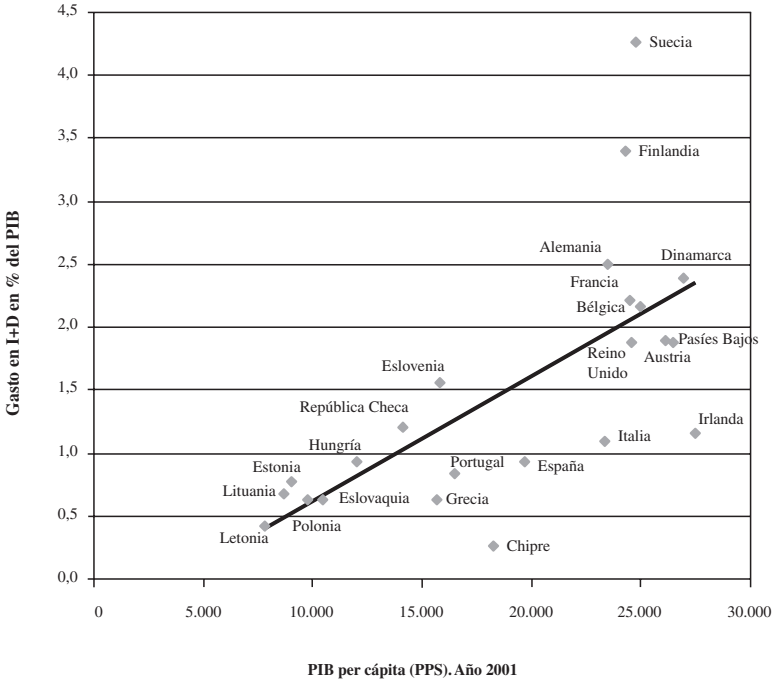
GASTO EN I+D (% PIB). AÑO 2001



Nota: Datos para Luxemburgo y Malta no disponibles.

Fuente: Eurostat 2004.

Cuadro 3
RECURSOS DESTINADOS A I+D FRENTE AL PIB EN
LOS PAÍSES DE LA UE



Nota: Datos para Luxemburgo y Malta no disponibles.
 Fuente: Elaboración propia a partir de Eurostat 2004.

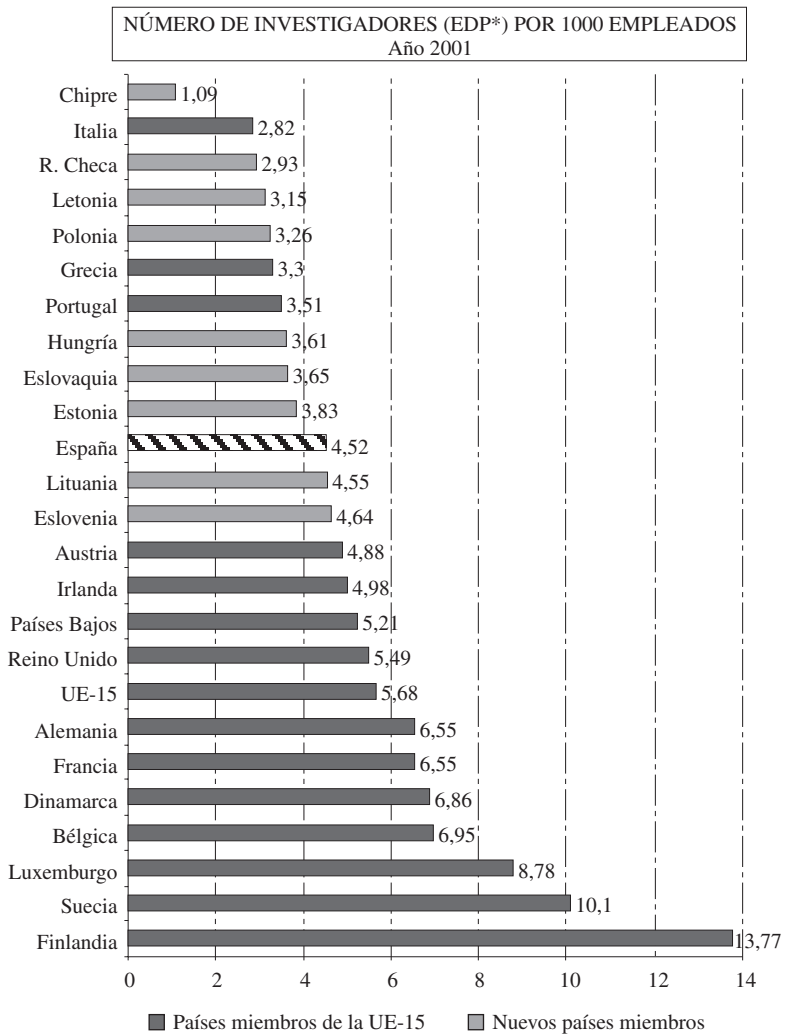
Cuadro 4

GASTOS EN I+D DEL SECTOR EMPRESARIAL. PORCENTAJE SOBRE EL GASTO TOTAL EN I+D

	Gasto empresarial en I+D (% sobre el gasto total) Año 2001	PIB per cápita PPS Año 2003
Suecia	71,9	25.460
Finlandia	70,8	24.500
Bélgica	66,2	25.860
Alemania	66,0	24.050
Irlanda	66,0	29.600
Dinamarca	58,0	27.190
UE (15)	56,1	24.300
Eslovaquia	56,1	11.730
UE (25)	55,8	22.220
Eslovenia	54,7	16.950
Francia	52,5	25.120
R. Checa	52,5	15.510
Países Bajos	50,1	26.570
España	47,2	21.270
Reino Unido	46,2	26.510
Italia	43,0	23.910
Austria	39,0	26.910
Hungría	34,8	13.430
Portugal	32,4	16.830
Polonia	30,8	10.400
Letonia	29,4	9.080
Grecia	24,2	17.940
Estonia	24,2	10.250
Chipre	17,5	18.870

Cuadro 5

NÚMERO DE INVESTIGADORES EN LOS PAÍSES DE LA UE



*EDP: Equivalente a dedicación plena.
 Nota: Dato para Malta no disponible.
 Fuente: European Comisión 2003. Key Figures 2003-2004.

Cuadro 6

NÚMERO DE INVESTIGADORES EN LOS SECTORES PRIVADO Y PÚBLICO EN LOS PAÍSES DE LA UE

NÚMERO DE INVESTIGADORES EDP*/1000 EMPLEADOS		
AÑO 2000	EMPRESA	SISTEMA PÚBLICO
Finlandia	8,3	6,7
Suecia	6,4	4,2
Luxemburgo	5,3	0,9
Alemania	4,0	2,7
Bélgica	4,0	3,3
Dinamarca	3,5	3,4
Francia	3,4	3,6
Irlanda	3,3	1,7
Reino Unido	2,9	2,2
Austria	2,9	1,7
Países Bajos	2,5	2,6
Eslovenia	1,6	2,9
España	1,3	3,5
Eslovaquia	1,2	3,2
R. Checa	1,2	1,6
Italia	1,1	1,7
Hungría	0,9	2,4
Polonia	0,7	3,1
Grecia	0,6	3,2
Portugal	0,5	2,5
Estonia	0,5	4,5
Chipre	0,2	0,7
Letonia	0,2	2,3
Lituania	0,1	4,5

*EPD: Equivalente a dedicación plena.

Nota: Datos para Malta no disponibles. Nuevos estados miembros, Grecia y Austria, datos de 1999.

Fuente: Elaboración propia a partir de OCDE 2003, *Main Science and Technology Indicators* y Eurostat 2004.

Cuadro 7

GASTOS EN I+D POR INVESTIGADOR EDP* (PORCENTAJE RESPECTO A LA MEDIA DE LA UE-15)

	Total	Empresa	Educación Superior	Administración
Suecia	133%	129%	124%	78%
Dinamarca	110%	113%	117%	78%
Francia	105%	106%	91%	121%
Italia	110%	106%	146%	97%
Alemania	116%	105%	117%	109%
UE-15	100%	100%	100%	100%
Países Bajos	109%	99%	141%	100%
UE-25	91%	95%	87%	86%
Bélgica	89%	89%	87%	75%
Austria	105%	81%	163%	134%
España	46%	76%	40%	44%
Reino Unido	85%	73%	89%	126%
Finlandia	73%	69%	74%	61%
Irlanda	81%	67%	108%	76%
Eslovenia	44%	58%	39%	34%
Portugal	34%	54%	40%	35%
Grecia	32%	45%	37%	51%
R. Checa	32%	39%	30%	24%
Chipre	47%	30%	46%	82%
Lituania	5%	24%	5%	7%
Hungría	22%	24%	23%	18%
Polonia	13%	22%	12%	23%
Eslovaquia	9%	20%	3%	9%
Estonia	8%	13%	11%	9%
Letonia	6%	7%	7%	8%

*EPD: Equivalente a dedicación plena.

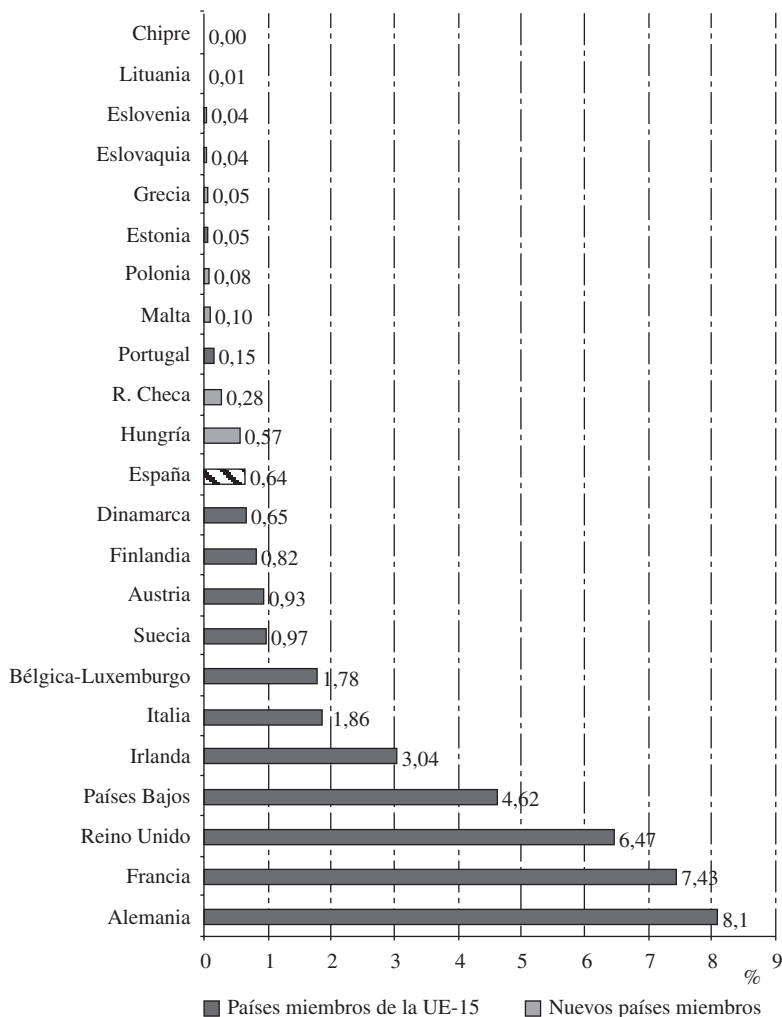
Nota: Dato para Malta y Luxemburgo no disponible.

Fuente: European Commission 2003. Key Figures 2003-2004.

Cuadro 8

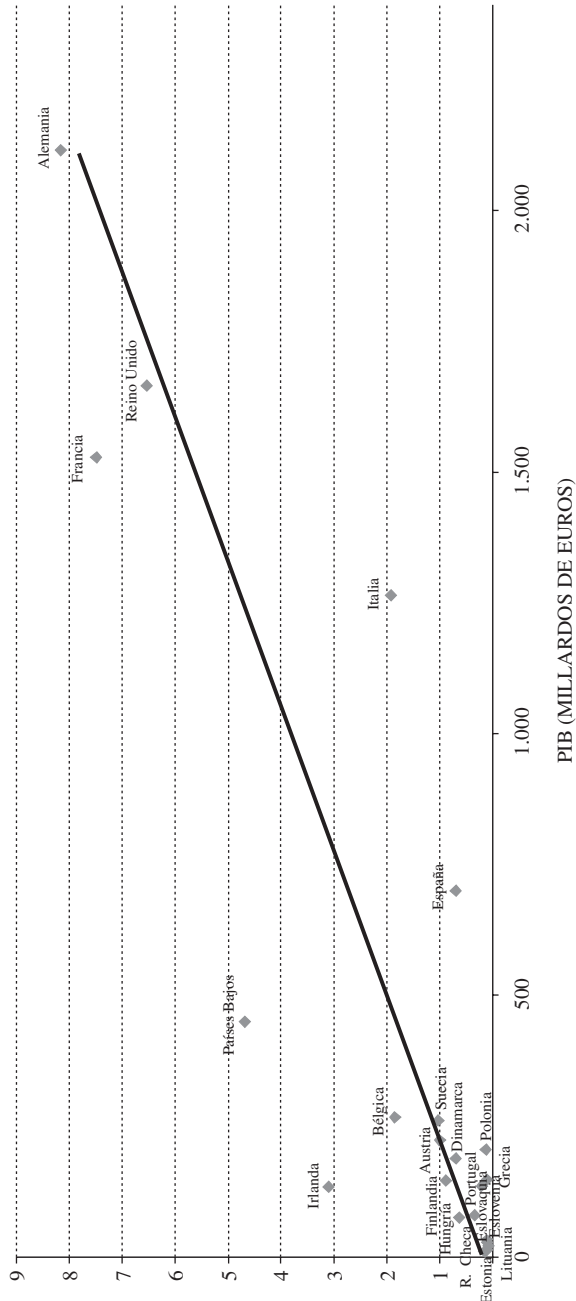
GASTOS EN I+D POR INVESTIGADOR EDP* (PORCENTAJE RESPECTO A LA MEDIA DE LA UE-15)

CONTRIBUCIÓN A LAS EXPORTACIONES MUNDIALES DE
PRODUCTOS DE ALTA TECNOLOGÍA. PORCENTAJE
Año 2001



Fuente: European Comisión 2003. Key Figures 2003-2004.

Cuadro 9
EXPORTACIONES MUNDIALES DE PRODUCTOS DE ALTA TECNOLOGÍA FRENTE AL PIB
EN LOS PAÍSES DE LA UE. AÑO 2001



Fuente: European Comisión 2003. Key Figures 2003-2004.

Cuadro 10

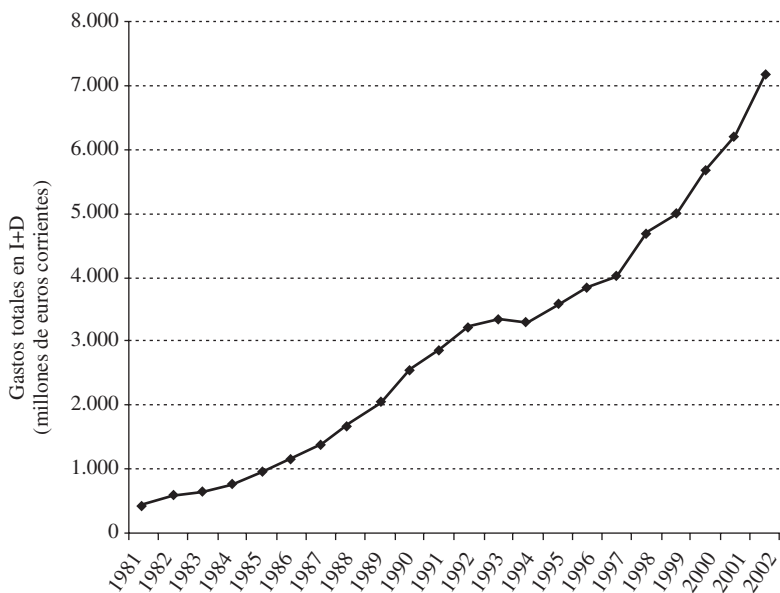
INVERSIÓN EN CAPITAL RIESGO EN LOS PAÍSES DE LA UE

Inversión en capital riesgo (semilla y start-up) % del PIB Año 2002	
Suecia	0,975
Dinamarca	0,753
Finlandia	0,706
Países Bajos	0,453
Bélgica	0,417
Noruega	0,362
Reino Unido	0,361
Alemania	0,266
Francia	0,264
Irlanda	0,214
España	0,153
Austria	0,127
Grecia	0,092
Portugal	0,079
Italia	0,051
Polonia	0,049
Hungría	0,034
Eslovaquia	0,031
R. Checa	0,007

Fuente: European Comisión 2003. Key Figures 2003-2004.

Cuadro 11

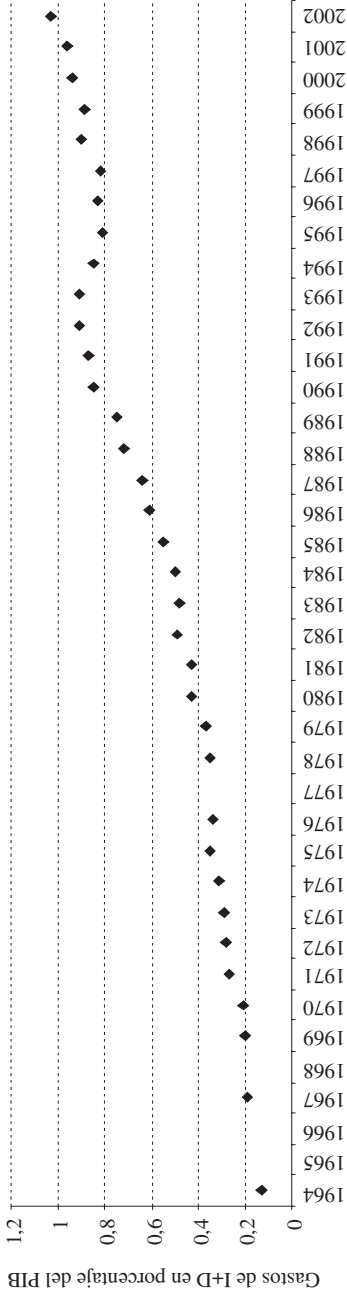
EVOLUCIÓN DE LOS GASTOS TOTALES EN I+D EN ESPAÑA (1981-2002)



Fuente: INE (2004).

Cuadro 12

EVOLUCIÓN EN ESPAÑA DE LOS GASTOS EN I+D EN PORCENTAJE DEL PIB (1964-2002)



Cuadro 13

GASTOS EN I+D EN % DEL PIB PM EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y EN ESPAÑA

