

Nuevas orientaciones de la política científica y tecnológica

Alberto Lafuente Félez

Documento de trabajo 5/2003



D. Alberto Lafuente Fález

Catedrático de Comercialización e Investigación de Mercados de la Universidad de Zaragoza.

Fue Director General del Instituto de la Mediana y Pequeña Industria (IMPI) en 1993-1994, y posteriormente Secretario General de Energía y Recursos Minerales hasta 1996.

Es autor de libros y artículos sobre economía del cambio técnico y política tecnológica, economía industrial, política industrial, regulación económica y dirección estratégica de las empresas.

Es miembro del Consejo Editorial de EXPANSION y La Actualidad Económica. También es consejero de la Fundación Ecología y Desarrollo.

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Alternativas

© Fundación Alternativas

© Alberto Lafuente Fález

ISBN: 84-96204-04-9

Depósito Legal: M-20219-2003

Contenido

Resumen Ejecutivo	5
Introducción	7
1 Crecimiento Económico e Innovación	9
1.1 Determinantes del Crecimiento	9
• Divergencia económica con Estados Unidos	
• Crecimiento menor de la productividad europea	
1.2 La Importancia del Conocimiento	11
• Extensión social de las TIC	
• Rentabilidad social de la I+D	
• Complejidad de la relación entre productividad e I+D	
1.3 Productividad y Progreso Técnico en España	16
• La productividad española no crece	
• La paradoja española de la I+D	
1.4 Ciencia y Ciudadanía	18
• La utilidad del conocimiento	
• Otras formas de relación entre ciencia y sociedad	
2 Investigación	22
2.1 ¿Qué es la I+D+i?	22
2.2 Recursos para la Investigación en España	23
• La última bonanza económica no ha propiciado la convergencia de I+D+i	
• Penuria de recursos humanos	
• Penurias de los medios a disposición de los investigadores	
• Desviación de recursos hacia la industria de Defensa	
• Divergencia europea de la I+D	
2.3 Resultados de la I+D	31
• La producción científica española es acorde con los medios dispuestos	
• La eficiencia de la producción científica	
3 Innovación	36
3.1 Recursos para la Innovación en España	36
3.2 Investigación e Innovación	39
• Menos recursos para la I+D en tareas tecnológicas	
• De la ciencia al mercado	
3.3 La Innovación en la Empresa Española	43
• Proceso de innovación	
• La competencia estimula la innovación	

• El desarrollo de los mercados financieros facilita la innovación	
• Empresas innovadoras y no innovadoras	
3.4 Fiscalidad de la I+D+i	49
• La fiscalidad de la I+D+i tiene un poder estimulador limitado	
• La administración pública de los incentivos fiscales restringe su eficacia	
4 Políticas de I+D+i	52
4.1 La Política Científica y Tecnológica en España, hoy	52
4.2 Orientaciones Generales para una Nueva Política Científica y Tecnológica	54
• Arquitectura institucional	
• En Europa	
• La importancia de la investigación básica	
• Reforma de las instituciones públicas de I+D	
• Recursos humanos	
• Evaluación con consecuencias	
• La innovación en la empresa	
• Más financiación pública para la I+D	
4.3 Diez Propuestas de Aplicación Inmediata	62
Bibliografía	65
Índice de Cuadros	68

Nuevas orientaciones de la política científica y tecnológica

Alberto Lafuente Fález

Catedrático de Comercialización e Investigación de Mercados
de la Universidad de Zaragoza

Es bien conocido que una de las debilidades mayores de la economía española es **la pobre evolución de la productividad**. El análisis económico pone en relación esta variable con el crecimiento del *stock* de capital tecnológico y, en última instancia, con el esfuerzo de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i). Es sabido igualmente que los recursos dedicados por la economía española a estas actividades son escasos y su cuantía no se ha aproximado en los últimos años a la registrada en las economías de la OCDE.

El documento da cuenta del fenómeno anterior y de sus orígenes. A estos efectos se distingue entre I+D e innovación. En cuanto a la I+D, parecen probadas sus múltiples penurias. Sin embargo, ello contrasta con la producción científica española en áreas de contenido industrial (económico y empresarial) relevantes, que arroja cifras muy estimables cuando se ponen en relación con el montante de recursos dedicados a tal fin. **Los esfuerzos de consolidación presupuestaria de los años noventa frenaron el proceso de convergencia de I+D con la Unión Europea** iniciado en los años ochenta; ni siquiera la bonanza económica de la segunda mitad del decenio pasado ha propiciado el acercamiento al esfuerzo de I+D de las economías avanzadas.

España cuenta con un cuadro de **incentivos fiscales a la innovación empresarial muy generoso**. También lo es que su **eficacia parece limitada**, sobre todo cuando se mide en términos de población de empresas innovadoras. Además, no parece existir una relación significativa entre I+D e innovación. Finalmente, podríamos estar asistiendo a un proceso de especialización de la economía española en sectores y ramas de contenido innovador limitado, lo que explicaría el comportamiento de la productividad y del esfuerzo innovador.

Los análisis anteriores conducen a la determinación de los grandes ejes de la nueva política y tecnología. A saber: **excelencia investigadora, internacionalización de las instituciones** españolas de I+D, reforma de tales instituciones, potenciación de los **incentivos pecuniarios a los investigadores**, integración de los investigadores jóvenes en el sistema de I+D+i, **redefinición de la política de innovación**, con especial referencia a las PYME, e incremento de la financiación pública de la I+D.

El documento concluye con un plan de acción de aplicación inmediata, que debería salir al paso de los problemas más urgentes y, sobre todo, evidenciar la **voluntad política y social de situar la I+D en el corazón de las políticas públicas** y de la economía española. Se trata de diez medidas, que podrían ser complementadas con otras, con un horizonte temporal de eficacia relativamente inmediata.

Las medidas propuestas adoptarían, pues, la forma de un “plan de choque” que no impediría la adopción de decisiones con un período de maduración más amplio.

- Integración en el Ministerio de Ciencia y Tecnología de las competencias y funciones de la Administración General del Estado en materia de universidades.
- Publicación de un calendario de convocatorias públicas de apoyos a la I+D+i.
- Convocatoria del nuevo Programa Ramón y Cajal Plus para la atracción a España de investigadores de primera línea internacional y su contratación por las universidades y los OPI.
- Plan Renove de infraestructuras de equipamiento científico de rango medio. Convocatoria de financiación por objetivos a grupos de excelencia. La financiación abarcará las necesidades de infraestructura, formación de personal investigador, personal de apoyo y personal investigador.
- Creación de un Fondo Nacional de Capital Riesgo para el apoyo a la creación de empresas de base tecnológica, incubadas por universidades y centros públicos de investigación.
- Regulación del régimen de patentes registradas por el personal investigador de los laboratorios públicos, en lo que se refiere a titularidad de las invenciones y distribución de los beneficios de las patentes. Incremento de los niveles retributivos asociados a los sexenios de investigación, de acuerdo con las Comunidades Autónomas.
- Establecimiento y puesta en marcha de un sistema de certificación de la innovación por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en coordinación con el Ministerio de Hacienda y la Agencia Tributaria, a los efectos de simplificar la aplicación de los beneficios fiscales de la innovación.
- Convocatoria de financiación por objetivos a centros de servicios técnicos y de apoyo a la innovación.

Una advertencia última. El documento no pretende engordar el repertorio de quejas y de desánimos tan habitual en España cuando se abordan estas materias. Hay buenas razones económicas, y no económicas, que justifican una mayor inversión en I+D+i. Lo importante, sin embargo, es la orientación y aplicaciones de los nuevos recursos, que deben mejorar la eficacia probada del sistema español de ciencia y tecnología. Más recursos, pero también mayores exigencias respecto de su uso y disfrute.

Introducción

El documento pretende examinar la situación actual de las actividades de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) en España, con el propósito último de formular algunas recomendaciones respecto de la política científica y tecnológica. Para ello, es imprescindible partir de las evidencias relativas a los efectos macroeconómicos de la I+D+i, que se refieren esencialmente a su impacto sobre la productividad de los factores productivos y a la relación de esta variable con la innovación. La que podríamos denominar paradoja española revela que la rentabilidad social de la inversión en I+D+i justificaría la dedicación de mayores recursos a la misma para alinear las cifras de esfuerzo en I+D con los vigentes en países de nuestro entorno económico. Sin embargo, a pesar de las manifestaciones políticas al respecto, no parece haberse registrado avances significativos estos últimos años. Por ello, es imprescindible estudiar con un cierto detalle la evolución de los recursos y resultados de las diferentes actividades asociadas a la I+D y a la innovación, prestando especial atención a los obstáculos que las frenan. En este sentido, el documento trata de manera separada los dos ámbitos mencionados, aunque es dudoso que exista una relación mecánica entre investigación e innovación.

Como no podía ser de otra manera, el documento presta una atención especial a la evolución última de las políticas científicas y tecnológicas de los países de nuestro entorno económico, especialmente de aquéllos que parecen haber disfrutado de mejores resultados. Es cierto que el examen comparado de políticas tropieza con la dificultad de aislar los factores determinantes de los mismos, pero tal perspectiva es inevitable. Finalmente, el documento establece un conjunto de orientaciones para la política científica y tecnológica, que se refieren a ámbitos distintos: por ejemplo, la arquitectura institucional de la I+D+i en España o la reforma de las instituciones públicas de I+D.

Cabe adelantar, de manera brevísima, las conclusiones principales. Parece más que justificado que se incremente la cuantía de los recursos dedicados a la I+D+i en España; más allá de sus efectos sobre la productividad y sobre el propio crecimiento económico, las cifras actuales no se corresponden con el nivel de desarrollo de la economía española, ni con las aspiraciones asociadas al proceso de convergencia real. Además, el examen detallado de la actual política científica y tecnológica muestra que sus propósitos, e incluso y en alguna medida sus instrumentos, no se apartan demasiado de los propios de países más avanzados. Quizá la mayor diferencia reside en que la distancia entre lo que se dice que se quiere hacer y lo que finalmente se hace es considerable. Este mal español, que no es privativo de este ámbito, requeriría algún análisis complementario. Pese a lo

anterior, cabe comprobar que la eficiencia de algunos de los instrumentos de la política científica y tecnológica es dudosa, lo que invita a su revisión. El documento formula lo que podríamos denominar un plan de choque, es decir, un conjunto de medidas adoptables en un plazo relativamente corto, con efectos movilizados amplios, cuya necesidad atiende a una motivación doble: de un lado, otorgar a la política científica y tecnológica un lugar central en el conjunto de las políticas públicas; de otro, reconciliar lo antes posible la retórica política con la acción de gobierno. El documento debe servir básicamente para la apertura de un debate. El último epígrafe esboza algunas líneas de las nuevas políticas científicas y tecnológicas, pero requiere, sobre todo, la contribución de los actores principales del sistema español de ciencia y tecnología.

1. Crecimiento Económico e Innovación

1.1 Determinantes del Crecimiento

Existe una rara unanimidad en casi todos los estudios que, desde perspectivas teóricas o empíricas, vienen pronunciándose estos últimos años sobre el crecimiento económico. Parece guardar asiento principal en tres pilares, cuya naturaleza queda descrita en el título de un informe reciente de la OCDE (2001, *Science, Technology and Industry Outlook. Drivers of Growth: Information Technology, Innovation and Entrepreneurship*). Este documento centra la atención en el segundo de los factores citados, es decir, la innovación, aunque contiene algunas referencias a los otros dos; simplemente, porque, por ejemplo, la última ola innovadora parece estar asociada a la extensión social de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y, también, porque la iniciativa es uno de los soportes principales del proceso innovador.

Probablemente, la ambición más acusada de la ciencia económica ha sido la comprensión de las claves del crecimiento. El enfoque macroeconómico más reciente, entroncado en las nuevas teorías del crecimiento económico, parte del supuesto de que la producción agregada mantiene una relación estable con las dotaciones de factores productivos, que comprenden los *stocks* de capital y de empleo junto al *stock* de conocimientos útiles para la actividad económica. El crecimiento económico es, pues, el resultado de la acumulación de factores o de una mejora de la eficiencia de los mismos.

El análisis empírico del crecimiento pretende contabilizar la contribución separada de cada una de las fuentes de crecimiento económico y, en consecuencia, explicar qué lleva a que una determinada economía nacional crezca más o menos que alguna economía de referencia, sea la OCDE, Estados Unidos o el conjunto de países de la Unión Europea. Pues bien, el examen de la aplicación de tal enfoque pone de manifiesto algunas evidencias de interés.

• Divergencia económica con Estados Unidos

Así¹, la brecha entre las economías europea y americana parece haberse ampliado en los últimos veinte años. El PIB *per cápita* europeo (medido en dólares constantes de 1985

¹ Véanse las cifras posteriores en EEFA (2002).

corregidos por paridades de poder de compra) alcanzaba en 1980 el 78% del PIB *per cápita* estadounidense; en 2000, el porcentaje se había reducido al 70%. Sólo la economía irlandesa ha mejorado su situación relativa estos últimos años. Según todos los análisis, la ampliación de la brecha se ha acentuado, sobre todo, en el decenio 1990-2000 y, especialmente, a lo largo de los cinco últimos años. En definitiva, a diferencia de tiempos anteriores, el crecimiento de la economía mundial no propicia la convergencia de rentas *per cápita* con respecto a la economía estadounidense².

La explicación del fenómeno anterior remite, según la contabilidad del crecimiento, a tres tipos de factores: el mercado de trabajo, la industria de las tecnologías de la información y comunicaciones y el déficit tecnológico. En cuanto a lo primero, sabemos que la modestia del crecimiento del PIB europeo en los años noventa, 1,9% anual frente al 2,4% de la década anterior, respecto de la economía estadounidense, 3,25% anual, tiene por raíz principal la evolución del *stock* de empleo, medido en términos de horas trabajadas. El hecho de que la economía europea muestre tasas de actividad de la población menores, un menor número de horas trabajadas por empleado y tasas de desempleo superiores explica

Cuadro 1. Crecimiento económico

		España-Europa				
		Tasas medias de variación en porcentaje				
		75-85	85-90	90-95	95-01	2001
Crecimiento real del PIB	España	1,6	4,5	1,5	3,6	2,7
	UE – 15	2,3	3,3	1,4	2,4	1,6
	Diferencial	-0,7	1,2	0,1	1,2	1,1
Crecimiento empleo	España	-1,6	3,3	-0,5	2,7	2,3
	UE – 15	0,1	1,4	-0,6	1,2	1,1
	Diferencial	-1,7	1,9	0,1	1,5	1,2
Productividad trabajo	España	3,2	1,2	2,0	0,7	0,4
	UE – 15	2,2	1,9	1,9	1,2	0,5
	Diferencial	1,0	-0,7	0,1	-0,5	-0,1
Productividad total de los factores	España	1,6	1,0	0,6	0,5	
	UE – 15	1,4	1,5	1,1	1,0	
	Diferencial	0,2	-0,5	-0,5	-0,5	
PIB por habitante*	España		4,3	1,3	3,4	1,9
	UE – 15		2,9	1,1	2,3	1,2
	Diferencial		1,4	0,2	1,1	0,7

Fuente: Comisión Europea, European Competitiveness Report 2002 y (*) Banco de España. Elaboración de AFI.

² Véase OCDE (2001).

que su crecimiento se apoye sobre un único factor: la productividad aparente del trabajo (PIB por hora trabajada).

Es habitual que los análisis pongan en relación el *stock* de empleo de las economías americana y europea con la regulación del mercado de trabajo. Así, la mayor flexibilidad del mercado americano tendría efectos positivos sobre la tasa de actividad y la tasa de empleo. Un examen cuidadoso concluiría, sin embargo, que el factor que explicaría casi tres cuartas partes de la diferencia en tasas de empleo es el que tiene que ver con las tasas de actividad y paro de las mujeres entre 25 y 54 años; en particular, un tercio de la diferencia podría estar relacionada con la menor tasa de empleo en Europa de las mujeres sin educación universitaria. El ejemplo de Holanda da muestras de que es posible incorporar a la mujer al mercado de trabajo mediante una regulación suficientemente atractiva de los contratos a tiempo parcial y a través de mayores ayudas públicas a las familias.

• Crecimiento menor de la productividad europea

El examen del éxito de la economía americana muestra, además, que la mitad del crecimiento del PIB se ha apoyado en la evolución favorable de la productividad aparente del trabajo, que ha experimentado desde 1996 hasta 2000 un crecimiento anual del 2,4% anual, frente al 1,2% en la economía europea. Pues bien, en gran medida la superioridad americana resulta del mayor ritmo de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF), o productividad agregada de los mismos, que es la mejor medida del progreso técnico.

Queda por explicar las razones del empeoramiento de la posición relativa de Europa en materia de productividad y progreso técnico. Con todo, debe señalarse que la alusión a la economía europea no debe esconder una realidad: algunos países europeos, especialmente los escandinavos, vienen disfrutando de resultados excepcionales en la materia, lo que llevaría a concluir que el nuevo régimen de crecimiento económico no es incompatible con el modelo europeo de sociedad.

1.2 La importancia del Conocimiento

La primera explicación de la ventaja americana en materia de progreso técnico tiene que ver con el mayor aprovechamiento de las oportunidades brindadas por la tecnología de la información y comunicaciones (TIC). Así, se sabe que su potencial industrial en materia de semiconductores, *hardware* y *software* es considerable: desde esta perspectiva, el crecimiento de Estados Unidos obedecería a un efecto composición: crece más por su especialización en sectores que disfrutan, a escala internacional, de mayores tasas de crecimiento de la demanda y del comercio internacional.

Cuadro 2. Indicadores de convergencia real. Relación España / UE^(a)

	1975	1980	1985	1990	1995	2001
PIB <i>per cápita</i> (miles de PPC en €)	81,0	73,8	72,3	77,3	77,9	82,7
Productividad trabajo (miles de PPC en € por ocupado) ^(b)	87,9	91,8	96,9	94,0	94,1	91,9
Productividad total de los factores (índice 1995 = 100) ^(c)	102,1	101,5	104,9	102,5	100,0	97,5
Stock de capital total/empleo (miles de PPC en €) ^(c)	68,3	79,4	85,0	82,9	88,8	88,2
Stock de capital productivo/empleo (miles de PPC en €) ^(d)	57,2	69,9	76,3	80,5	91,6	93,4
Stock de capital tecnológico/PIB ^(e)	...	...	...	33,3	43,0	40,8*
Gasto I+D / PIB (%)	...	...	29,0	44,6	47,7	49,3
Formación Bruta de capital fijo/PIB (%) ^(f)	105,9	93,3	95,3	114,2	111,9	117,1
Gasto público en educación/Pob. 16-64 (miles de PPC en €)	...	...	51,2	63,2	68,9	72,0

^(a) El agregado de la UE incluye España. Todas las variables monetarias están medidas a precios constantes y en miles de PPC en euros (paridad del poder de compra del año tomado como base 1995), excepto la capitalización en valores capital-riesgo que está medida a precios corrientes. En la mayor parte de los indicadores presentados, los dos últimos datos son provisionales.

^(b) PIB sobre ocupados (serie de Contabilidad Nacional).

^(c) Productividad total de los factores: Se calcula como diferencia entre la tasa de variación del PIB y la de los factores de producción. Esta última se estima como la media de las tasas de variación del empleo y del stock de capital, ponderadas por los pesos de la remuneración de estos factores en la renta. El stock de capital se calcula por el método del inventario perpetuo considerando como inversión la FBCF del total de la economía y como depreciación el consumo de capital fijo (series de Ameco).

^(d) Stock de capital productivo: calculado considerando como inversión la FBCF total menos el componente residencial. Stock de capital productivo privado: calculado considerando como inversión la FBCF total menos el componente público y el residencial. Stock de capital público: considerando como inversión la FBCF pública. Stock de capital residencial: considerando como inversión la FBCF en inmuebles residenciales

^(e) Stock de capital tecnológico: calculado considerando como inversión el gasto en I+D y la importación de tecnología. Stock de capital humano: medido como el % de la población en edad de trabajar con estudios universitarios equivalentes, corregidos de calidad (FUNCAS).

^(f) Serie estimada por el Banco de España a partir de los datos de Ameco

^(*) Datos disponibles para 1999.

Fuente: Comisión Europea, European Competitiveness Report 2002
y (*) Banco de España. Elaboración de AFI.

• **Extensión social de las TIC**

Cabe subrayar, igualmente, que antes de la caída del ciclo económico, la inversión en TIC era una fracción creciente de la formación bruta de capital fijo. La relevancia de tal evidencia reside en que las TIC parecen constituir una tecnología de propósito general, es decir, utilizable en un buen número de actividades económicas distintas. Además, parece tener efectos relevantes sobre la productividad de los recursos. Desde esta perspectiva, tan importante como la especialización productiva en las TIC puede ser su difusión entre los diferentes sectores económicos y, en general, en la sociedad. En este sentido, Jorgenson (2001) ha estimado que la contribución de las TIC al crecimiento de la economía americana en la última década podría alcanzar un tercio de las tasas registradas. Naturalmente, ello está en relación con la superioridad en los índices de difusión económica y social de las TIC respecto de lo observado en Europa y, desde luego, España.

Las dos evidencias anteriores permiten, además, establecer una predicción. Si la relación establecida entre productividad PTF y extensión de las TIC se demuestra correcta, entonces Europa, y como veremos más adelante y en mayor medida España, tardarán un tiempo relativamente largo en converger con Estados Unidos en términos de crecimiento de la productividad y, en consecuencia, también en términos de crecimiento potencial. La razón de tal afirmación es que, al igual que otras revoluciones tecnológicas históricas, ésta se difunde socialmente de forma relativamente lenta. Así, algunos autores señalan que la primacía de la economía americana resulta de que fue en ese país donde se inició a finales de los años setenta la implantación de las TIC; por su parte, Greenwood y Yorukoglu (1997) han mostrado que el plazo de tiempo preciso para que el 50% de las empresas hagan uso de las nuevas tecnologías no sería inferior a quince años. Esto último está en relación con la dificultad de que capas sociales amplias adquieran las habilidades precisas para su conocimiento y uso.

La OCDE establece una distinción útil según el contenido tecnológico de los sectores económicos, que permite clasificarlos en sectores de contenido tecnológico alto, medio y bajo. Evidentemente las TIC constituyen uno de los principales vectores del citado contenido. Pues bien, todas las evidencias apuntan a que la economía americana tiende a especializarse en los sectores de contenido tecnológico elevado frente a la economía europea, con la excepción de los países escandinavos, que registran un dinamismo mayor. La relevancia de tales tendencias guarda relación con el hecho de que el comercio internacional de la OCDE de los productos de contenido tecnológico alto se ha multiplicado desde 1990 por un factor superior a dos, mientras que el del resto de productos muestra un cierto estancamiento³.

³ Véase OCDE (2001).

Cuadro 3. Convergencia tecnológica con la Unión Europea (UE = 100)

	1995	2000
Productividad Total de los Factores (PTF) (1995 = 100)	100,0	97,4
Stock de Capital Tecnológico/PIB (%)	43,0	40,8
Gasto en I+D/PIB	47,7	49,3
Gasto en I+D público/PIB	52,9	56,9
Gasto en I+D privado/PIB	46,6	48,0
Patentes Solicitadas por Residentes/Población	21,0	20,9
Ratio de Autosuficiencia	34,2	34,4
Ratio de Difusión ⁽¹⁾	52,6	68,5
Inversión en Valores Capital Riesgo/PIB ⁽²⁾	70,3	105,9

⁽¹⁾ Porcentaje de patentes de residentes sobre total de patentes solicitadas en el territorio nacional.

⁽²⁾ Número de veces que se solicita una patente por residentes para su utilización fuera del territorio nacional.

Fuente: Banco de España

• Rentabilidad social de la I+D

Conviene, en todo caso, poner en relación las evidencias anteriores con el examen del potencial innovador. Afortunadamente hoy contamos con un marco teórico y empírico que permite valorar los efectos económicos y los orígenes de la innovación. Sabemos⁴ que en el conjunto de las economías desarrolladas un incremento del 1% del gasto de investigación y desarrollo (I+D) de las empresas genera una variación positiva del 0,12% de la productividad PTF. También que un aumento igual del gasto ejecutado por universidades y centros públicos de investigación da lugar a un crecimiento de la misma productividad del 0,17%. Como las cifras de gasto en términos de PIB son relativamente modestas, los beneficios sociales de la investigación son obvios. Las reglas anteriores no se verifican de igual manera en todos los países. Así, los rendimientos del gasto de I+D son mayores en las economías que asignan a la I+D un volumen superior de recursos. Aparentemente existe un umbral del esfuerzo por debajo del cual los efectos económicos de la investigación son inapreciables. También son menores en países que asignan más recursos a la I+D asociada a la industria de defensa.

Sin embargo, no cabe ocultar que la evidencia empírica⁵ de los rendimientos privados y sociales de la I+D, que se asienta en la estimación econométrica de funciones de producción o de PTF, tropieza con dos tipos de dificultades. La primera se deriva de su carácter

⁴ Véase OCDE, (2001).

⁵ Véase De la Fuente y Jaumandreu (2000) para una revisión de la literatura sobre cambio técnico.

agregado. Por ejemplo, no es fácil determinar las vías por las cuales la investigación desarrollada en un departamento de humanidades, cuyo coste estaría incorporado a las estadísticas de I+D, podría dar lugar a una mayor productividad de los factores económicos. En todo caso, la mejor historia de la incorporación a la economía de las nuevas ideas muestra que se realiza a través de vericuetos insospechados y en plazos temporales que pueden ser extremadamente amplios; debe mirarse, por tanto, desde una cierta distancia las estimaciones econométricas que asocian la productividad de los factores y el esfuerzo de I+D+i en el mismo año. La función de producción es una caja negra que oculta las relaciones microeconómicas entre producto y recursos de I+D. La segunda es de orden metodológico. La mayor parte de las estimaciones de los rendimientos económicos de la I+D obvian la causalidad de la productividad (o del producto) sobre la I+D. Desde esta perspectiva cabría que las diferencias en gasto de I+D por empresas o países fueran explicadas por las diferencias de productividad o de producto *per cápita*, y no al revés. Simplificando, diríamos que, en principio, no cabe calificar a la I+D solamente como un bien de inversión; es posible que sea también un bien de consumo.

• Complejidad de la relación entre productividad e I+D

Un trabajo reciente de Máñez *et al.* (2003) basado en la Encuesta de Estrategias Empresariales pretende valorar las dos hipótesis mencionadas para las empresas españolas (1991-98), mediante el método de dominancia estadística. Así, la hipótesis de los rendimientos económicos de la I+D (efectos sobre la productividad empresarial) merece, a priori, la misma consideración que la hipótesis de selección de muestra, según la cual la I+D generaría costes hundidos, por lo que sólo las empresas que disfrutaran de mayores productividades tendrían la posibilidad de hacerles frente, iniciando las actividades correspondientes y manteniéndolas, mientras que las empresas de menor productividad no las iniciarían o, habiéndolas comenzado, las abandonarían. La relación de causalidad iría de la productividad hacia el esfuerzo de I+D, y no, como se contempla habitualmente, de la segunda variable hacia la primera.

Pues bien, el trabajo arroja algunas conclusiones de interés. En primer lugar, el tamaño empresarial parece desempeñar una función crucial en las relaciones entre productividad PTF e I+D. Así, en el caso de las empresas pequeñas, las productividades de las empresas que hacen I+D son claramente superiores a las de las empresas que no realizan tales actividades. Las diferencias de productividad son consistentes con las dos hipótesis barajadas (rendimiento de la I+D y selección de muestra). Además, la función de distribución del crecimiento de la productividad, para las empresas con una antigüedad en actividades de I+D de al menos tres años, domina a la función de distribución del crecimiento de la productividad de las empresas que no realizan tales actividades. En otros términos, las empresas que hacen I+D registran cifras superiores de productividad. En segundo lugar, y en lo que se refiere a las empresas grandes, las evidencias son menos determinantes. Algunos años, no siempre, la productividad de las empresas que hacen I+D domina estocásticamente a la del otro tipo de empresas de la muestra; sin embargo,

los resultados no confirman ni la hipótesis de rendimiento de la I+D, ni la hipótesis de autoselección de empresas más productivas.

Cabe formular varias conjeturas a partir de lo anterior. La primera es que las ventajas económicas derivadas de la I+D, en forma de un mayor crecimiento de la productividad, pueden justificar una parte del esfuerzo realizado por un país o una empresa; sin embargo, la I+D es una actividad reservada a las empresas y países más eficientes en el uso de sus recursos. Dicho en otros términos, queremos saber para ser más prósperos; pero también queremos ser más prósperos para saber más. La segunda es que los rendimientos económicos de la I+D parecen estar condicionados por la perseverancia en el esfuerzo. Por ser un bien de inversión, el valor económico del *stock* de I+D se ve perjudicado por la variabilidad a lo largo del tiempo del esfuerzo, especialmente en lo que se refiere al encaminado a la investigación básica o a la generación de nuevas tecnologías.

Pese a lo anterior, no debe despreciarse que un gran número de trabajos de orden empírico sugiere que la inversión en I+D+i es rentable en términos sociales; dicho en otros términos, los incentivos privados a la innovación llevarían a la subinversión⁶. Tal evidencia justifica sobradamente la aplicación de recursos públicos y un incremento del nivel de esfuerzo en algunas de las economías europeas. Por lo demás, parece existir una relación bastante estrecha entre prosperidad económica y dedicación nacional a estas actividades, de manera que los casos de países, que disfrutan de niveles de renta *per cápita* elevados y, al mismo tiempo, asignan cuantías de recursos modestas a la I+D+i, son raros.

1.3 Productividad y Progreso Técnico en España

Algunos estudios recientes permiten valorar el modelo de crecimiento de la economía española en los términos que nos ocupa. Cabe destacar, entre otros, los de Hernánsanz *et al.* (2001) y De la Fuente y Doménech (2000 b). De manera sintética, los resultados obtenidos más relevantes son los siguientes:

A partir de mediados de los años noventa, se registra un estancamiento de la productividad aparente del trabajo y de la productividad PTF. Ello no ha impedido, sin embargo, la convergencia real del PIB *per cápita* de España respecto de la Unión Europea. El fenómeno parece responder a una tendencia histórica, desde los años sesenta, de declive del crecimiento de la productividad.

En el mismo horizonte temporal, la economía española viene ensanchando la brecha (negativa) de crecimiento de las productividades en relación a la Unión Europea y, desde luego, con respecto a Estados Unidos.

⁶ Véanse De la Fuente y Jaumandreu (2000 a,b).

Obviamente, la pregunta relevante es por qué el estancamiento de la productividad de la economía española. Las respuestas más plausibles, de orden general, apuntan a la limitada aportación del progreso técnico (PTF) y, también, a la modestia de la inversión en capital físico, tanto público como privado, lo que, paradójicamente en el segundo caso, cabe ponerse en relación con la moderación salarial y, en definitiva, con el estancamiento de la sustitución del factor trabajo por el factor capital. El único factor que parece haber contribuido, de manera relevante, al modesto crecimiento de la productividad es la mejora del capital humano de la economía española. Tal evidencia es congruente con el aumento de la población ocupada con estudios superiores.

- **La productividad española no crece**

El análisis sectorial de la productividad de la economía española exige prestar una atención especial a la contribución de las TIC. El estudio citado de Hernánsanz *et al.* aborda tal cuestión. Pues bien, la producción y uso de TIC no parece haber evitado, pero sí contribuido, a reducir la desaceleración de la productividad. Simplemente, en los sectores productores y usuarios, intensivos en TIC, la menor desaceleración de la productividad parece haber resultado de una caída menor de la inversión en capital por trabajador. Por el contrario, no hay evidencias acerca de los efectos positivos de las nuevas tecnologías sobre la desaceleración de la PTF. Tal conclusión debe ser relacionada con la evidencia de que dos tercios de la aceleración de la productividad de la economía americana desde 1995 ha respondido a la difusión generalizada de las nuevas tecnologías. Dicho en otros términos, la revolución de las TIC está por venir en España; los índices de difusión social de las TIC en nuestro país muestran que el retraso actual es considerable y no parece reducirse con el paso del tiempo.

En definitiva, la productividad PTF no parece contribuir de manera significativa al crecimiento económico registrado en España. La única explicación que cabe a este respecto, cuya verosimilitud requeriría estudios no realizados hasta la fecha, llevaría a concluir que, en los últimos años, la economía española podría haber perfilado su especialización sectorial hacia actividades menos intensivas en cambio técnico, o, si se quiere, con menor potencial innovador. En definitiva, se invierte poco en I+D+i porque la evolución de la especialización sectorial no lo requiere.

- **La paradoja española de la I+D**

Pese a lo anterior la convicción de que el progreso técnico puede asentarse en una buena base científica y tecnológica adquiere legitimidad en bastantes estudios empíricos. Así, De la Fuente (1999) revela que en España la rentabilidad social de la inversión en I+D duplica la rentabilidad de la inversión en capital privado y, probablemente, la rentabilidad privada del gasto en I+D. Tal evidencia justificaría sobradamente una política que pretenda multiplicar por cuatro el nivel actual de gasto en nuestro país. Habida cuenta de que la distancia entre rentabilidades sociales y privadas resulta de los efectos externos de

la I+D, no apropiables, entonces el incremento del gasto debe responder a un aumento de los recursos públicos que financian la I+D. Este género de evidencias contrasta vivamente con lo observado, esto es, que el esfuerzo de I+D de la Unión Europea y, en la misma senda, de España ha observado un estancamiento en los últimos años, y que el gasto ejecutado en el sector empresarial ha observado una cierta atonía, a pesar de las nuevas orientaciones de las políticas tecnológicas. Tal paradoja solamente tiene la explicación de que las restricciones presupuestarias han obligado a los gobiernos a explorar vías de incremento de la rentabilidad social del gasto de I+D por unidad monetaria, aun a riesgo de reducir el crecimiento económico por el estancamiento de la financiación pública.

1.4 Ciencia y Ciudadanía

Para un economista, el estudio de las relaciones entre I+D e intereses sociales es muy simple. Así, el análisis económico concluye, tanto desde un punto de vista teórico como empírico, que la generación y difusión de conocimientos tienen efectos relevantes sobre el crecimiento económico, que en razón de sus características de bien de información la rentabilidad social de la innovación es superior a la rentabilidad privada, y que en ausencia de políticas públicas la inversión efectiva en I+D sería inferior a la socialmente deseable. De aquí se sigue la recomendación de que los gobiernos se interesen por la I+D, ya sea a través de la ejecución directa de I+D, ya sea mediante la financiación de tales actividades.

• La utilidad del conocimiento

Sin embargo, las relaciones entre ciencia, sociedad y Estado no se agotan en lo anterior⁷. Así, el bienestar procurado por el consumo, por ejemplo a través de la elección de una determinada marca o producto, está relacionado con el conocimiento científico y tecnológico. Ello es patente en el caso de las TIC, o en la aceptación o rechazo de los alimentos genéticamente modificados, o incluso en la gestión del ahorro familiar. Por ejemplo, la única forma de elegir adecuadamente un determinado equipamiento informático exige poseer los conocimientos precisos para traducir los usos futuros de ese equipamiento en características requeridas del mismo. Es posible que tales conocimientos tengan consecuencias finales sobre el crecimiento económico, pero lo que es seguro es que contribuyen favorablemente al bienestar personal. De igual manera, los avances de las ciencias de la salud mejoran la calidad de vida, o la indagación filosófica sobre el ser humano puede procurar al lector algún momento de placer. En definitiva, la relación entre bienestar social y conocimiento no se agota en los efectos sobre la productividad. Desde esta perspectiva, cabría anticipar que la sociedad valorara muy favorablemente el trabajo de

⁷ Véase Pardo (2001). También, Lafuente y Oro (2002).

los científicos y apoyara, sin reservas, la aplicación de recursos públicos a la generación de innovaciones.

Sin embargo, la legitimación social de la ciencia (e indirectamente los recursos asignados a la misma, así como la orientación de las políticas públicas) parece haber sufrido una ruptura desde hace algunos años. Frente al contrato implícito entre científicos y ciudadanos, según el cual los segundos concedían recursos y libertad de investigación a los primeros, y estos ofrecían a los segundos mejoras en su bienestar, palpables por ejemplo a través de los avances de la medicina, surge a partir de la II Guerra Mundial una cierta desconfianza social respecto de la ciencia, que se manifiesta en las reservas respecto de determinadas familias científicas y tecnológicas, por ejemplo, la biotecnología o la energía nuclear.

Dicho en otros términos, la sociedad desea someter al control de sus valores y creencias el quehacer de los científicos. La relación entre sociedad y ciencia queda intermediada por el Estado, quien finalmente proyecta sobre la dirección de los recursos científicos las creencias de los grupos sociales dominantes. Además, el científico aparece como una instancia imprescindible en la gestión de los riesgos sociales (catástrofes naturales, epidemias, crisis alimentarias), de manera que las sociedades se ven obligadas a solicitar su criterio con ocasión de la ocurrencia de crisis, muchas veces de manera reactiva y casi siempre espasmódica.

Cuadro 4. Puntuaciones medias respecto de percepciones sobre promesas (reservas) ante la ciencia. (Escala 1-100)

	Europa	Japón	Estados Unidos
Total Población Adulta	69 (58)	55 (56)	68 (39)
Nivel de Educación Formal:			
– Menos de secundaria	68 (64)	54 (62)	63 (51)
– Secundaria	69 (57)	55 (55)	68 (39)
– Más de secundaria	71 (53)	56 (50)	71 (27)
Edad			
– 18-29	69 (53)	53 (54)	67 (30)
– 30-39	69 (55)	53 (52)	69 (38)
– 40-49	70 (58)	54 (56)	69 (36)
– 50-69	71 (62)	56 (58)	69 (39)
– 65 y más años	68 (64)	55 (63)	61 (45)
Alfabetización Científica: Público			
– Bien informado	70 (46)	64 (45)	72 (24)
– Moderadamente informado	69 (55)	58 (50)	69 (30)
– Poco o nada informado	69 (62)	54 (56)	67 (42)

Fuente: Miller, Pardo y Niwa (1997)

• **Otras formas de relación entre ciencia y sociedad**

Las evidencias empíricas relevantes sobre la percepción social de la ciencia son de tres tipos. En primer lugar, la familiaridad de la población con los conocimientos básicos de la ciencia moderna es muy limitada y se distribuye de acuerdo con el nivel de desarrollo de los países. Es fácil comprobar este extremo a través del examen de las respuestas dadas por los ciudadanos europeos a proposiciones/preguntas científicas elementales (del tipo: “los primeros seres humanos vivieron al tiempo que los dinosaurios” o “toda la radioactividad es la producida por los seres humanos”) que el Eurobarómetro ofrece regularmente. Pues bien, el porcentaje de ciudadanos con un nivel de conocimiento científico alto se sitúa en niveles que no superan el 40% (28% en España). En segundo lugar, según Gaskell *et al.* (1997), las principales reservas de los ciudadanos europeos respecto de la ciencia parecen tener un carácter moral, o se refieren a imágenes amenazadoras asociadas a aplicaciones inconvenientes de los descubrimientos científicos. Finalmente, no parece existir ninguna relación entre el grado de alfabetización científica y las actitudes frente a la ciencia. Es más aquellos individuos que albergan actitudes positivas son los que mantienen, al mismo tiempo, mayores reservas.

**Cuadro 5. Gastos de I+D/población (UE = 100)
(u.m. corregidas por paridades de poder de compra)**

Bélgica	117
Dinamarca	128
Alemania	138
Grecia	16
España	38
Francia	119
Irlanda	70
Italia	57
Países Bajos	115
Austria	108
Portugal	38
Finlandia	174
Suecia	209
Reino Unido	103
Noruega	114
Japón	178
Estados Unidos	218

Fuente: EUROSTAT.

Lo anterior muestra las limitaciones propias de la estrategia de alfabetización científica, como fuente de legitimación social de la ciencia y pone de relieve la necesidad de instaurar nuevas formas de participación de los científicos en la conformación de las políticas públicas, y de la sociedad en la delimitación de los problemas de conocimiento cuya solución debería merecer la aplicación de recursos públicos.

Sea o no sea consecuencia de los progresos de la alfabetización científica, lo cierto es que, a diferencia del modelo clásico de relación entre la ciencia y la sociedad, parece advertirse una tendencia según la cual la sociedad (o los públicos sociales más sensibles) demandaría ser escuchada en los procesos de determinación de las políticas públicas de apoyo a algunas líneas de investigación e, incluso, en la propia limitación normativa (prohibición) de algunas investigaciones. No es preciso

señalar que la articulación de esa voz podría condicionar en el futuro el signo de la ciencia y su contribución al bienestar social.

Lo cierto es que ésta es hoy una cuestión abierta, que no se soluciona completamente mediante la creación de comités éticos. Conviene señalar que existen dos líneas de pensamiento contrapuestas. Para algunos científicos (los menos), convendría que los públicos sociales participaran en las decisiones sobre temas científico-tecnológicos; con independencia de su capacidad, la democracia es la apuesta de que la consciencia debe tener precedencia sobre la competencia. Para otros (los más), tales decisiones deberían estar reservadas a los públicos con un nivel acreditado de competencia científica. Hacer otra cosa no serviría sino para aumentar la ansiedad de la sociedad y para que ésta redujera su confianza en la ciencia. En España, el debate apenas ha sido planteado y, desde luego, no ha tenido reflejo en el plano institucional.

Por otra parte, el examen de las relaciones entre ciencia y sociedad permite traer a colación la evidencia de que, en España, no existe la tradición de la expresión generalizada de la voz de los científicos a través de los medios de comunicación. La voz de los “intelectuales públicos” (*public intellectuals*) permanece bastante apagada, tanto en los medios nacionales como regionales, lo que impide una valoración social más ajustada del interés del estudio y la investigación. No corresponde a este documento determinar las razones de este silencio; en todo caso, convendría encontrar alguna respuesta a este fenómeno.

De otro lado, cabe examinar la relación entre ciencia y Estado. Nadie discute que la voz de los científicos es fundamental en relación a la evaluación de proyectos de investigación o unidades y aplicación de los recursos públicos. Así, la generalización de la evolución por pares (*peer review*) ha conferido al mundo de la ciencia una cierta capacidad autorreguladora de sus actividades y de la administración de los recursos públicos. Sin embargo, ha merecido menos atención la participación de los científicos, en tanto que tales en los procesos de elaboración de otras políticas públicas distintas de la de la ciencia y la tecnología. En España, ello se produce, casi siempre *a posteriori*, en casos extremos de crisis sociales (colza, Prestige o guerras), como factor de legitimación de la acción del Estado. Sería largo explicar tal fenómeno; en todo caso existe un terreno amplísimo de experimentación social, que debería ser explorado a los efectos de mejora de la calidad de las políticas públicas. Desde audiencias regulares en las diferentes comisiones parlamentarias hasta la fundamentación de los diseños principales de las políticas públicas en Libros Blancos, cuya elaboración suele estar más cerca del conocimiento científico que la producción normativa ordinaria.

En España, la acción pública orientada a mejorar las percepciones ciudadanas sobre la ciencia se encuadra en el Programa Nacional de Difusión de la Ciencia y la Tecnología. La primera convocatoria del Programa, en el año 2000, adjudicó 187 millones de pesetas, una cifra que refleja bien la modestia del esfuerzo público. Igualmente cabe reseñar la creación de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), cuyo objetivo fundamental es constituirse en punto de encuentro de la comunidad científica y tecnológica con la sociedad y el mercado. Es pronto para pronunciarse sobre el acierto de la iniciativa. En todo caso, sí cabe constatar que, hasta ahora, la envergadura de la acción pública no ha estado a la altura de la enjundia del problema.

2. Investigación

2.1 ¿Qué es la I+D+i?

La OCDE ha alumbrado, a través de los manuales de Frascati y Oslo, conceptos estándar de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica⁸. De esta manera, los países miembros iniciaron hace ya bastantes años las encuestas sobre actividades de I+D y, más recientemente, las encuestas de innovación. La estandarización estadística de tales conceptos, indeterminados desde un punto de vista económico, permite después la realización de análisis comparados que se han demostrado extraordinariamente útiles. Sin embargo, conviene señalar que la mencionada estandarización conduce a la no consideración de prácticas que, en un sentido amplio, pueden disfrutar de un contenido innovador elevado.

A estos efectos, se considera Investigación (I) la indagación original y planificada que persiga el descubrimiento de nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico y tecnológico. A estos efectos cabe distinguir entre investigación básica y aplicada.

La investigación básica (no orientada) es el trabajo experimental o teórico desarrollado inicialmente para la adquisición de nuevos conocimientos sobre los fundamentos de fenómenos y hechos comprobables, sin ninguna aplicación específica o uso a la vista. Este tipo de investigaciones analiza propiedades, estructuras y relaciones con el objeto de formular y probar hipótesis, teorías, leyes. Los resultados de la investigación básica normalmente no se venden, pero son publicados normalmente en revistas científicas o se ponen en conocimiento de científicos interesados.

La investigación aplicada (orientada) es también una investigación original con el objeto de obtener nuevos conocimientos. No obstante, ese tipo de investigación se dirige a un fin u objetivo específico. Esa clase de investigación se lleva a cabo tanto para determinar posibles usos para los descubrimientos de la investigación básica como para concretar nuevos métodos para alcanzar fines fijados de antemano.

⁸ Véase la metodología de la encuesta de innovación (www.ine.es).

El Desarrollo (D) se refiere a la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o de productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes. Tal actividad abarca la materialización de los resultados de la investigación en un plano, esquema o diseño, así como la creación de un primer prototipo no comercializable y los proyectos de demostración inicial o proyectos piloto. Igualmente, incluye el diseño y elaboración del muestrario para el lanzamiento de los nuevos productos.

La Innovación tecnológica comprende los productos y procesos tecnológicamente nuevos, así como las mejoras de los mismos, cuando son introducidos en el mercado (innovaciones de producto) o son utilizados de manera efectiva en un proceso de producción o prestación de servicios. La innovación, en un sentido amplio (I+D+i), abarca las actividades de I+D y otras (i), tales como el diseño industrial, la inversión en equipos e ingeniería industrial, el lanzamiento de la fabricación de un nuevo producto, la adquisición de tecnologías materiales e inmateriales y la comercialización de nuevos productos, siempre que estén relacionadas con una innovación de producto o proceso. El Manual de Oslo especifica las actividades que, a estos efectos, pueden ser consideradas de I+D+i.

Con todo, las propias definiciones dejan de lado actividades con un contenido innovador indudable. Así, cabe mencionar la adopción de nuevas formas organizacionales, las políticas de recursos humanos o la aplicación de nuevos modos de gestión. Digamos que el concepto estadístico de innovación está bastante ligado a la tecnología de producto o proceso, y menos a las tecnologías organizacionales y de modelos de negocio. De aquí que las estadísticas disponibles no muestren adecuadamente las relaciones entre esos vectores tecnológicos.

Finalmente, cabe reseñar que la cobertura sectorial de las encuestas de innovación es limitada; por ejemplo, es llamativo que no abarque a las administraciones públicas, como si sus productos o procesos no pudieran tener contenido innovador. Por esta razón y la anterior conviene interpretar con prudencia las cifras proporcionadas por la encuesta de innovación, especialmente en lo que se refiere a la medida del gasto o inversión en innovación.

2.2 Recursos para la Investigación en España

Es bastante sencillo relatar la historia de la investigación en España¹⁰; basta con acudir a la estadística oficial. No me referiré a la investigación nacida del esfuerzo aislado de

¹⁰ Véanse Lafuente y Oro (1992, 2002).

investigadores de mérito, sino a la desarrollada por comunidades amplias de acuerdo con criterios de relevancia científica y excelencia internacional. Pues bien, la primera página de tal crónica se escribe en los años ochenta. Antes, no había nada digno de tal nombre. Baste saber que el INE empezó a ocuparse en serio de las estadísticas de I+D en 1980. Así, por establecer una referencia temporal, en 1964 España invirtió en I+D poco más de 1.600 millones de pesetas (el 0,13% del PIB de la época), cantidad que sustentaba el trabajo de cuatro mil investigadores. En la época, la universidad española no investigaba; el INE (2000), en un trabajo meritorio de reconstrucción de series, ha contabilizado apenas 600 profesores/investigadores. Después, en 1996, la economía española invertía en I+D una cifra equivalente al 0,83% del PIB, contaba con 52.000 investigadores (35.000 en la universidad) y, lo que es más importante, un conjunto de mecanismos de evaluación de proyectos de investigación comparable en calidad al de países más avanzados.

• **La última bonanza económica no ha propiciado la convergencia de I+D+i**

A pesar de la bonanza económica, que hacía presagiar un impulso presupuestario decidido y la aproximación a las cifras de inversión en I+D de la Unión Europea, hoy el gasto de I+D registra en términos de PIB un nivel, 0,94%, apenas superior al de los primeros años de los noventa. Se dirá, con razón, que ello responde a que las empresas españolas no muestran la sensibilidad requerida por los nuevos tiempos. Con todo, si examinamos en detalle la evolución de los presupuestos públicos de la Administración Central y eliminamos el maquillaje de los fondos destinados a la financiación de la participación española en proyectos militares, que sólo un convencido podría calificar como investigación, nos encontramos con que se han reducido de forma significativa desde 1990. Naturalmente, ello ha tenido efectos inmediatos sobre la calidad y actualización de los medios a disposición de los investigadores.

El examen de las series estadísticas de gasto de I+D desde 1964, tal y como han sido establecidas por el INE, permite constatar un crecimiento sostenido del esfuerzo de I+D, que relaciona las cifras de gasto con el PIB, que alcanza su primer máximo histórico en 1992, 0,91%. Después, el indicador observa una caída notable y un ligero incremento en 1998, que lleva a situar la cifra de esfuerzo en un nivel comparable al observado en 1991. En este sentido, cabe distinguir el antes del después de 1992, a los efectos de valorar la evolución más reciente del sistema español de ciencia y tecnología. Además, y con el mismo propósito, el período de referencia se inicia en 1985, que coincide con los albores de la Ley de Ciencia de 1986, la adhesión de España a las Comunidades Europeas, y define la base sobre la que se impulsó el crecimiento del sistema registrado hasta 1992. Como siempre, la periodificación elegida encierra un cierto grado de arbitrariedad; con todo, las conclusiones establecidas más adelante no dependen, en su signo y sentido, de los años de comienzo y fin de cada período. El Cuadro 6 da cuenta del crecimiento de algunos indicadores básicos en los períodos 1992-98 y 1985-92.

Cuadro 6. Evolución reciente del sistema español de ciencia y tecnología

	1992-98	1985-92
Crecimiento Anual del Gasto de I+D		
(u.m. constantes) (%)	1,63	11,46
• Administración Pública	-0,01	8,35
• Enseñanza Superior	3,58	16,88
• Empresas	1,16	10,04
Crecimiento Anual del Número de Investigadores⁽¹⁾	4,67 ⁽²⁾	9,95
• Administración Pública	2,87 ⁽²⁾	15,23
• Enseñanza Superior	5,97 ⁽²⁾	7,05
• Empresas	3,63 ⁽²⁾	13,25
Crecimiento Anual de la Producción Científica	9,70 ⁽³⁾	10,30
Crecimiento Anual de las Patentes		
• Demandas en España de Residentes	1,25 ⁽³⁾	3,83 ⁽⁴⁾
• Demandas en el Extranjero	24,69 ⁽³⁾	24,92 ⁽⁴⁾

(1) Investigadores en equivalencia a dedicación plena.

(2) Período 1992-99.

(3) Período 1992-97.

(4) Período 1987-92.

Fuente: INE (1999), INE (2000) y elaboración propia.

Aparentemente el crecimiento medio anual del gasto de I+D en los últimos años apenas alcanza el 15% del registrado en el período 1985-92, 1,63% frente al 11,46% en pesetas constantes. El crecimiento en cuestión es inferior al observado por el PIB, de suerte que el esfuerzo de I+D en 1998, 0,90%, según la última valoración del INE (2000), es inferior al de 1992, 0,91%, según la misma fuente. La tendencia apuntada es común a los tres principales sectores de ejecución de gasto, Administraciones Públicas, Enseñanza Superior y Sector Empresarial. Puede apreciarse incluso una reducción del gasto en términos absolutos en el primer sector citado, que integra a los Organismos Públicos de Investigación (OPI). Conviene señalar, en todo caso, la trayectoria descendente del indicador de esfuerzo a partir de 1993, que llega a alcanzar un mínimo del 0,81% en 1995.

• Penuria de recursos humanos

Idéntica conclusión se deriva de la comparación de las tasas de crecimiento del número de investigadores. Sin embargo, cabe constatar que el crecimiento de este indicador en el período 1992-98 es significativamente superior al correspondiente a las cifras de gasto. Probablemente el crecimiento del sistema español de ciencia y tecnología en términos de recursos humanos ha resultado sobre todo de la reincorporación de investigadores

formados al amparo de los programas desarrollados desde la segunda mitad de los años ochenta. Sin embargo, hoy España apenas cuenta con 3,8 investigadores por 1.000 trabajadores activos, frente a 5,3 en la Unión Europea. De hecho, el número de investigadores es inferior al de países más pequeños como Holanda. Tal penuria se extiende, quizá en mayor medida, a los técnicos vinculados a la investigación y al personal de apoyo de la misma.

En los últimos años, la acción pública de mayor notoriedad en este ámbito ha sido el Programa Ramón y Cajal. Con independencia de sus conocidos déficits de gestión, atribuibles al Ministerio de Ciencia y Tecnología, lo cierto es que el Programa supone un avance en la definición de la carrera investigadora y la mejora de las condiciones retributivas respecto de los sistemas de contratación existentes (contratos de reincorporación). Poco cabe decir de la política de personal investigador de los OPI, salvo que la convocatoria de plazas ha sido muy limitada (por ejemplo, 57 en 1999). Por otra parte, los esfuerzos realizados en materia de formación de nuevos investigadores, a través de las Becas Predoctorales de Formación de Investigadores, no garantizan la renovación a largo plazo del parque nacional de investigadores. Finalmente, tampoco cabe reseñar ninguna actuación destacable en materia de creación de plazas de personal técnico y de apoyo a la investigación, a pesar de los déficits constatados anteriormente.

En suma, aunque nuestro país cuenta con un *stock* notable de jóvenes investigadores no incorporados plenamente al sistema de ciencia y tecnología y de que parece razonable aspirar a un incremento significativo de la relación entre investigadores y empleo, las acciones públicas emprendidas tardíamente son modestas y aparentemente mal gestionadas.

• Penuria de los medios a disposición de los investigadores

Es sabido que el gasto corriente por retribuciones es un capítulo fundamental del gasto de I+D. Así, como establece el INE (2000) para el año 1998, los costes salariales alcanzaron el 54% del Gasto de I+D; tal porcentaje ascendió al 55% y 63% del gasto ejecutado en los sectores de Administración Pública y Enseñanza Superior, respectivamente. Ello, juntamente con el hecho de que el sistema español de ciencia y tecnología haya experimentado en los últimos años un mayor crecimiento en términos de número de investigadores en relación al observado por el gasto, ha tenido como efecto inmediato la disminución de los recursos a disposición del investigador.

El Cuadro 7 muestra la evolución del gasto de I+D por investigador en España desde 1985. Cabe observar una disminución progresiva, en pesetas constantes, del gasto por investigador, especialmente desde 1993; ello es especialmente cierto en el ámbito de los OPI y, en menor medida, en el sector de enseñanza superior. La explicación más plausible de tal evidencia se refiere a la caída de los presupuestos públicos para infraestructura científica y técnica. Así, en 1998, los recursos disponibles por investigador para la inversión en capital de I+D apenas alcanzaron 1,7 y 1,5 millones de ptas. en OPI y universidades, respectivamente. Adviértase

Cuadro 7. Evolución del gasto I+D por investigador (EDP) (1992-97). Millones de pts. constantes de 1986

	Total	Sector Empresarial	Administración Pública	Enseñanza Superior
1985	8,128	19,693	15,946	2,582
1992	8,806	15,991	9,587	4,787
1993	8,373	15,405	9,387	4,731
1994	7,175	14,507	9,089	3,793
1995	7,449	15,744	7,856	4,082
1996	7,197	16,185	7,450	3,884
1997	7,082	15,506	6,318	4,075

Fuente: INE (1999).

que la dotación de recursos para infraestructura de I+D es, con toda seguridad, muy inferior, pues a las cifras citadas es preciso restar la formación bruta de capital no afecto directamente a actividades de I+D, como edificios y equipamientos generales. Tal género de evidencias invita pues a sospechar que las inversiones en infraestructuras de I+D no compensan la depreciación técnica de los equipos y que, por lo tanto, en los últimos años se ha producido un envejecimiento notable del instrumental científico; lo cierto es que las convocatorias públicas para las dotaciones de infraestructuras han sido muy limitadas. No hay que señalar que ello está en contradicción con las exigencias de competitividad científica y tecnológica del sector público de I+D.

Conviene añadir a lo anterior que desde 1987 la inversión en infraestructura científica y tecnológica se ha beneficiado de financiación procedente de fondos estructurales. Pues bien, el futuro se antoja bastante gris, una vez que se modifique la cuantía y el mapa de los fondos comunitarios, es decir, en los próximos años.

Es cierto, sin embargo, que el Gobierno ha promovido estos últimos años convocatorias de ayudas a los Parques Científicos y Tecnológicos en forma de créditos blandos a interés cero y quince años de amortización. Con todo, conviene señalar al respecto que, con la excepción de algunas acciones en biotecnología, biomedicina o supercomputación, las ayudas apenas han servido para dotar y analizar las infraestructuras científico-técnicas. Más bien, su aplicación más notable ha tenido que ver con la obra civil.

Finalmente, en el plano más tecnológico el propósito de fortalecer las infraestructuras ha estado muy orientado hacia la constitución de una red nacional de verificación y control de requerimientos de calidad y seguridad, mediante la acreditación de laboratorios que cumplan las normas internacionales aplicables. Pese a los esfuerzos realizados, las evidencias disponibles apuntan a que el porcentaje de empresas usuarias de tales servicios sigue siendo muy bajo.

• **Desviación de recursos hacia la industria de defensa**

La valoración de la evolución más reciente del sistema español de ciencia y tecnología obliga a prestar atención a la denominada función 54, que agrupa los programas presupuestarios del Estado en materia de investigación científica, técnica y aplicada y, por lo tanto, estructura el gasto presupuestario en I+D.

El Cuadro 8 muestra la evolución de la función 54 desde 1990 en pesetas constantes. El mismo Cuadro distingue los montantes totales si se excluye el capítulo VIII o de activos financieros, que constituye uno de los epígrafes contables de la citada función.

Cabe observar que el capítulo VIII empieza a observar cuantías sobresalientes a partir de 1997. Hasta entonces apenas alcanzaba el 5% del total de la función 54. En 1999 su cuantía era superior al 50%. El grueso del citado capítulo presupuestario es la financiación de créditos a bajo interés de inversiones en tecnología de proyectos desarrollados por empresas de la industria de defensa. Por ello, los incrementos registrados por el capítulo VIII han beneficiado exclusivamente a los presupuestos del Ministerio de Industria y Energía. Tal epígrafe se ha convertido así en el principal capítulo presupuestario del gasto público en I+D, superando ampliamente a gastos de personal, transferencias de capital o inversiones reales. De la misma manera la modificación de la política presupuestaria ha dado lugar a que el Ministerio de Educación y Ciencia haya dejado de ser, por primera vez en la historia, el principal gestor de fondos de I+D. En conjunto, los recursos presupuestarios correspondientes a la función 54, excluido el capítulo VIII, se han reducido un 21% en el período 1990-99.

Es dudoso que los apoyos públicos a los programas EUROFIGHTER (avión de combate europeo), FRAGATAS F100, LEOPARDO (carros de combate), o P3ORION tengan un componente relevante de I+D, e incluso que las innovaciones (i) estimuladas disfruten de una difusión apreciable en el sector empresarial español.

Cuadro 8. Evolución de la función 54 (millones de pts. de 1990)

	Función 54	Función 54 sin Capítulo VIII
1990	208.253	198.949
1991	196.436	186.298
1992	179.098	171.153
1993	153.940	147.006
1994	149.902	141.553
1995	159.939	151.878
1996	141.881	134.164
1997	169.010	135.978
1998	220.720	142.012
1999	318.002	156.772

Fuente: COTEC (1999)

Conviene poner en relación las evidencias anteriores con la evolución del gasto de I+D en la industria de defensa en las principales económicas avanzadas. Así, la UNESCO (1998), que da cuenta de las estadísticas disponibles establecidas por la OCDE y EUROSTAT, constata una tendencia decreciente del gasto de I+D correspondiente a la industria de defensa sobre el total en las sociedades europeas, al menos desde 1990. La caída es especialmente pronunciada en países como Francia y Reino Unido, que juntamente con Suecia han concentrado la investigación europea en este ámbito. En este sentido, lo observado anteriormente respecto de nuestro país aparta a éste de las pautas observadas en el resto de Europa. Cabe poner en relación estos extremos con la evidencia de que el impacto de las inversiones en I+D de defensa sobre la productividad PTF de las economías avanzadas parece ser de orden menor¹¹; simplemente, porque está vinculado a las tecnologías de doble uso, cuya importancia no debe ser sobrevalorada.

• Divergencia europea de la I+D

La contextualización internacional ayuda a interpretar las evidencias anteriores. El Cuadro 6 muestra, entre otros extremos, el gasto de I+D de la economía española y del resto de economías avanzadas, medido en términos comparables. En dólares corrientes, según paridad de poder de compra, la tasa media acumulativa anual del gasto español en el período 1992-98 se sitúa en el 3,47 %, frente a tasas inferiores en el conjunto de los países de la Unión Europea. Y es que el período 1992-98 viene caracterizado por una disminución del esfuerzo de I+D en la mayor parte de los países europeos, especialmente en los grandes. Frente a tal tendencia cabe constatar igualmente un crecimiento notable del gasto de I+D en países con un menor nivel de esfuerzo, por ejemplo, Irlanda, Grecia y Portugal. A este respecto conviene traer a colación las desiguales trayectorias observadas por Irlanda y España desde 1990. Según la OCDE (1998), en esa fecha el esfuerzo de I+D de los dos países se situaba en torno al 0,85%; siete años después el gasto de I+D alcanzaba el 1,41% del PIB de Irlanda, manteniéndose el indicado en un nivel similar en el caso de España. En definitiva, la evolución reciente del gasto de I+D de nuestro país se asemeja a la de los grandes países europeos. Sin embargo, las cifras de partida (y llegada) son muy distintas. Como muestra el Cuadro 6 y la propia OCDE (1999), las diferencias entre España y la Unión Europea en materia de esfuerzo de I+D siguen siendo extremadamente amplias. Así, si en 1992 el gasto de I+D *per cápita* apenas alcanzaba el 36,69% del mismo indicador referido a la Unión Europea, en 1997 el porcentaje correspondiente no superaba el 36,71%. La comparación no mejora si se relaciona la cifra de gasto, siempre medida en dólares corrientes corregidos por paridades de poder de compra, con la población activa. Los porcentajes referidos a 1992 y 1997 alcanzan, según la misma fuente, el 42,4% y el 40,2%, respectivamente. Así, en estos términos ha habido un alejamiento del esfuerzo tecnológico realizado en España respecto del medido para el conjunto de países de la Unión Europea.

¹¹ Véase OCDE (2001).

A lo anterior hay que añadir que en la actualidad el esfuerzo español de I+D es inferior al observado por algunos países de la ampliación como Eslovenia, República Checa o Eslovaquia, que registran niveles situados en torno al 1,3%. A diferencia de otros ámbitos, la ampliación de la Unión Europea no mejorará la comparación del esfuerzo español en ciencia y tecnología.

El mismo Cuadro 9 pone en evidencia el ensanchamiento del gap de I+D entre la Unión Europea, de un lado, y Estados Unidos y Japón, de otro. Según la OCDE (1999), el gasto de I+D por individuo activo en la Unión Europea en 1992 era equivalente al 56% y 64% del propio de Estados Unidos y Japón, respectivamente. Cinco años más tarde, en 1997, los porcentajes correspondientes alcanzaban el 53% y 62%. En definitiva, la última década se caracteriza por el distanciamiento de la Unión Europea respecto de Estados Unidos y Japón en materia de esfuerzo de I+D. No es preciso subrayar que tal evidencia multiplica la importancia del estancamiento del gasto en I+D registrado en la economía española.

La referencia a lo acaecido en los países europeos más grandes obliga a establecer algunas explicaciones. La caída del esfuerzo de I+D parece obedecer, en primer lugar, a la congelación del gasto ejecutado en el sector público, vinculada a la restricción presupuestaria, y, en segundo, a la ausencia de impulso en el sector empresarial. Conviene poner en relación ambas evidencias con la reorientación de las políticas científicas y tecnológicas observadas en esos países. En términos generales las nuevas políticas han pretendido aproximar las tareas investigadoras al mundo de la innovación, es decir, han querido dar utilidad económica y social inmediata al quehacer científico y tecnológico protagonizado por las universidades y los organismos de investigación. Al

Cuadro 9. Evolución comparada del sistema español de ciencia y tecnología (1992-98)

	Gerd/Pib(%) ⁽¹⁾	Gerd/Pib(%) ⁽²⁾	Gerd ⁽³⁾	Berd ⁽³⁾	Goverd ⁽³⁾	Herd ⁽³⁾
Alemania	2,48	2,33	2,84	2,70	3,03	3,19
Francia	2,42	2,23*	1,10 ⁺	0,79 ⁺	0,11 ⁺	3,56 ⁺
Italia	1,20	1,11	2,02	1,37	1,19	4,32
Reino Unido	2,13	1,87*	1,87 ⁺	1,35 ⁺	0,73 ⁺	5,23 ⁺
España	0,91	0,88	3,47	2,99	1,02	5,48
Unión Europea	1,92	1,83*	3,06 ⁺	2,95 ⁺	1,74 ⁺	4,59 ⁺
Estados Unidos	2,74	2,79	5,48	6,24	1,55	4,57
Japón	2,95	2,92*	4,04 ⁺	5,02 ⁺	5,23	-1,23 ⁺

⁽¹⁾ Relación entre Gasto Interior de I+D y PIB (%), para 1992.

⁽²⁾ Relación entre Gasto Interior de I+D y PIB (%), para 1998 ó 1997(*)

⁽³⁾ Tasas medias acumulativas anuales de crecimiento del Gasto Interior de I+D (GERD), Gasto de I+D ejecutado en el sector empresarial (BGRD), Administraciones Públicas (GOVERD) y Enseñanza Superior (HERD), estimadas sobre las series de OCDE (1999) en dólares corrientes, corregidos por paridades de poder de compra. Las tasas (+) se refieren al período 1992-97.

Fuente: OCDE (1999) y elaboración propia.

mismo tiempo, y a través de instrumentos diferentes, se ha querido otorgar al sector empresarial y a la lógica de los mercados una función orientadora de la aplicación de los recursos públicos disponibles. No pretendemos abordar ahora la discusión de las nuevas políticas reseñadas; basta con constatar que su desarrollo ha coincidido con la atonía del esfuerzo inversor en I+D desplegado por el sector empresarial.

Cuadro 10. Evolución del gasto I+D por investigador

	Número de Investigadores EDP en España (1992=100)	Gasto I+D por Investigador ⁽¹⁾	Gasto I+D por Investigador ⁽¹⁾ en la Unión Europea
1992	100,0	112,6	157,6
1993	104,0	109,8	163,3
1994	114,8	94,6	n.d.
1995	113,6	101,4	158,5
1996	123,9	100,1	159,8
1997	129,3	100,6	n.d.

⁽¹⁾ Datos en dólares según paridad de poder de compra de la OCDE.

Fuente: OCDE (1999) y elaboración propia.

Las evidencias anteriores apuntan a que el ciclo económico iniciado en 1993 ha significado un cierto estancamiento del sistema español de ciencia y tecnología, al menos en términos de recursos aplicados. Frente a las proyecciones de comienzos de la década, que pretendían la aproximación a los indicadores de la Unión Europea, la realidad de los hechos ha congelado toda ambición. La explicación de tal fenómeno pertenece a la historia. Cabe, sin embargo, establecer algunas conjeturas. Primera, las exigencias presupuestarias derivadas de la moneda única europea han cobrado un precio en relación a la inversión en I+D en España y en los principales países de la Unión Europea. Segunda, la reorientación de la política de I+D, desde la ciencia a la innovación, no se ha visto acompañada del relevo económico del sector público por el sector empresarial. Tercera, la citada reorientación no ha arraigado en el tejido social, quizá porque la arquitectura institucional se adapta mal a los nuevos empeños, quizá porque la vinculación mecánica de la innovación a la I+D responde más a la voluntad de sacar partido de los recursos existentes que al conocimiento de los mundos científico y tecnológico y de sus lógicas.

2.3 Resultados de la I+D

Sin embargo, el examen de la evolución de la producción científica, reflejada en el Cuadro 11, medida por el INE en términos de artículos publicados por investigadores residentes en revistas SCI e ISI (CINDOC) invita a un cierto optimismo. La carencia de recursos no

parece haberse traducido en un crecimiento menor de la producción científica. Tal afirmación merece, con todo, distintos tipos de cautela. Primero, el desfase temporal entre investigación y publicación y la propia naturaleza de las tareas investigadoras genera inercias en la producción científica publicada. Segundo, este tipo de medidas ignora la calidad e impacto científico de la producción, dimensiones esenciales de esta variable. Tercero, la valoración del crecimiento de la producción científica nacional exige su comparación con el observado por el mercado internacional de tal variable.

Cuadro 11. Evolución temporal del número de publicaciones científicas españolas y citas recibidas

	Publicaciones científicas			Citas recibidas		
	Número	% respecto a la Unión Europea	% respecto al mundo	Número	% respecto a la Unión Europea	% respecto al mundo
1980	2.685	2,08	0,60	5.034	1,21	0,40
1985	4.814	3,41	1,03	10.091	2,42	0,72
1990	8.141	5,11	1,60	22.462	3,83	1,27
1993	12.079	6,53	2,24	37.539	5,01	1,80
1995	14.189	6,82	2,45	-	-	-

Fuente: Comisión Europea (1997) y elaboración propia.

• **La producción científica española es acorde con los medios dispuestos**

Desgraciadamente, las estadísticas disponibles no permiten dibujar un panorama reciente de la competitividad internacional de la ciencia española. Con todo sabemos, a través de la Comisión Europea (1997), que la cuota española de la producción científica mundial alcanzaba en 1995 el 2,5%, frente al 1,6% registrado en 1990. También que la misma cuota referida a la Unión Europea (15) suponía en 1995 y 1990 el 6,8% y el 5,1%, respectivamente.

El Cuadro 11 refleja tales evidencias, así como la cuotas de la producción científica española en términos de citas recibidas, lo que como es conocido permite valorar también la calidad de la ciencia publicada. Pues bien, el Cuadro muestra que entre 1980 y 1993, período que se corresponde con el primer impulso histórico al sistema español de ciencia y tecnología, la producción científica española multiplicó por más de cuatro su contribución a la ciencia mundial y europea.

El Cuadro 12 refleja los porcentajes de publicaciones internacionales de los quince países del mundo con mayor producción científica en el período 1990-1995, y los valores correspondientes al período 1984-1989. España mejoró sustancialmente en el último período su posición alcanzando el lugar undécimo del ranking internacional de países. El Cuadro pone de manifiesto que Estados Unidos ocupa un lugar preponderante, aunque la

Cuadro 12. Liderazgo científico y cuotas de publicaciones de los quince países del mundo con mayor producción científica

	1990-1995		1984-1989	
	Posición	Porcentaje	Posición	Porcentaje
Estados Unidos	1	35,82	1	36,52
Reino Unido	2	9,24	2	9,21
Japón	3	8,67	3	7,37
Alemania	4	7,42	5	6,22
Francia	5	5,88	6	5,17
Federación Rusa	6	4,96	4	6,85
Canadá	7	4,77	7	4,66
Italia	8	3,49	8	2,69
Australia	9	2,40	11	2,01
Holanda	10	2,40	11	2,01
España	11	2,08	14	1,21
India	12	1,94	10	2,22
Suecia	13	1,94	12	1,84
Suiza	14	1,67	13	1,44
China	15	1,38	19	0,81

Fuente: Comisión Europea (1997) y elaboración propia.

consideración en conjunto de los países de la Unión Europea arrojaría una cuota de producción científica comparable.

El Cuadro 13 muestra las contribuciones de la producción científica española a la europea y mundial en términos de artículos publicados y por áreas científicas. En los años ochenta la única área situada entre los diez primeros países según sus aportaciones era la Química; en 1995 eran ya cuatro las áreas: Biología, Investigación Biomédica, Matemáticas y Química. En la última fecha, la ciencia española ocupaba las posiciones undécima y decimotercera en los *rankings* internacionales de producción científica publicada y de citas recibidas por los investigadores residentes en España. Adviértase que, como suele ser habitual, la ciencia española se caracteriza por su especialización, al menos en términos de su presencia internacional. Lo mismo cabe decir de, por ejemplo, Francia o Alemania, que disfrutaban de niveles extremadamente elevados de competitividad internacional en Física y Matemáticas, respectivamente.

Pese a las evidencias anteriores, conviene recordar que los sistemas científicos son intrínsecamente frágiles, y que la consolidación y mejora de los avances conseguidos requieren, en un país como el nuestro, de tradición científica limitada, una intensificación del esfuerzo inversor, demasiado alejado de la media de los países de nuestro entorno. Además, la evolución desfavorable de los recursos a disposición de cada investigador observada en los

Cuadro 13. Cuotas de la producción científica española en 1995, clasificada por áreas científicas

	Con respecto a la UE		Con respecto al mundo	
	% Publicaciones	Posición	% Publicaciones	Posición
Biología	8,60	5	3,04	9
C. Tierra y Espacio	5,23	6	1,65	n
Física	6,74	5	2,45	n
Ingeniería	6,04	6	2,04	n
Investigación Biomédica	6,20	7	2,45	10
Matemáticas	8,13	5	3,11	10
Medicina Clínica	5,58	7	2,10	n
Química	10,01	5	3,49	9
Todas las áreas	6,82	6	2,45	11

n: no presente entre los diez primeros países del mundo.

Fuente: Comisión Europea (1997) y elaboración propia.

últimos años, muy especialmente en el ámbito de la investigación fundamental, y del número de becarios de investigación, debería ser corregida en el corto plazo.

• La eficiencia de la producción científica española

En definitiva, el examen de las cuotas internacionales de la producción científica española permite concluir que la ciencia española es, en términos generales, cada vez mejor; por tanto, no constituye un despilfarro público invertir recursos para financiar su crecimiento, siempre y cuando, claro está, su aplicación se haga con los criterios de excelencia dominantes en las mejores comunidades académicas.

Algunos análisis permiten valorar ciertos detalles de la relevancia de producción científica española. Así, cabe constatar en primer lugar que la cuota mundial de la producción relativa a ámbitos de interés económico e industrial (*most industry relevant scientific disciplines*, según la OCDE) es proporcional, de acuerdo con el ajuste econométrico de los países de la OCDE, al volumen de citas recibidas, que es un buen indicador de la calidad de la citada producción. No cabe sostener, pues, que las cifras sobre cuotas de producción encubrirían la realidad de una calidad menor. De igual manera, conviene constatar que, en relación al PIB nacional, la producción científica española es superior a la de países como Alemania, Noruega o Japón, a pesar del menor esfuerzo de I+D.

En segundo lugar, el examen de la producción científica de un área particular, la economía¹², demuestra que las instituciones y departamentos que se situarían en los

¹² Véase García Castillo, P., Lafuente, A., Montañés, A. y F. Sanz (1999).

primeros lugares del ranking nacional y europeo sustentan su producción sobre la base de la coautoría de los trabajos con investigadores de otros países. No olvidemos a este respecto que la coautoría internacional es uno de los rasgos más característicos de la nueva producción científica, especialmente en países pequeños. Conviene poner en relación la evidencia anterior con el hecho de que las instituciones referidas cuentan con plantillas internacionales de investigadores y/o desarrollan políticas de reclutamiento abiertas al mercado internacional y basadas en criterios internacionales de excelencia investigadora.

3. Innovación

3.1 Recursos para la Innovación en España

La Encuesta sobre la Innovación Tecnológica en las Empresas (encuesta de innovación) correspondiente al año 2000 ofrece información sobre el proceso de innovación en las empresas españolas de servicios y de construcción, además de las empresas industriales. A diferencia de la encuesta del año 1998, la población objeto de este estudio está constituida por empresas de 10 o más asalariados y abarca la totalidad del sector empresarial de la economía española, aunque no investiga las actividades no de mercado.

En el año referido las empresas españolas destinaron 10.174 millones de euros a innovación tecnológica, lo que supone aproximadamente el 1,67% del PIB. El 41,45% de los gastos de innovación corresponde a actividades de I+D, ya sean desarrolladas por la propia empresa (32,83%) o fuera de ella (8,62%), y el 58,55% corresponden a otras actividades innovadoras. Entre estas últimas destaca la adquisición de maquinaria y equipo relacionada con nuevos productos y procesos, que representa el 36,7%. De lo anterior debe

deducirse que en gran medida las poblaciones de empresas que realizan actividades de I+D o innovación (i) son coincidentes; además, en España la inversión en innovación parece estar muy relacionada con la inversión en nuevos equipamientos, por definición innovadoras.

Cuadro 14. Distribución porcentual de los gastos en innovación por actividades innovadoras. 2000

• I+D interna	32,83%
• I+D externa	8,62%
• Adquisición de maquinaria y equipo	36,73%
• Adquisición de otros conocimientos externos	9,26%
• Diseño, otros preparativos para la producción y/o distribución	4,56%
• Formación	2,23%
• Comercialización	5,78%

Fuente: INE (2002).

La encuesta revela, también, que existe una cierta concentración sectorial de la inversión en innovación en algunos sectores. Las empresas dedicadas a la fabricación de vehículos a motor invirtieron en el período un total de 1.018 millones de euros, que representa el 10,01% del gasto empresarial en innovación. Por su parte, las empresas de productos alimenticios y bebidas invirtieron 689 millones (6,78%).

Cuadro 15. Intensidad en innovación e investigación por sectores. 2000

	Intensidad^(*) en Innovación	Intensidad^(*) en I+D
Total	0,93	0,28
Construcción aeronáutica y espacial	23,5	7,26
Otro material de transporte	7,84	3,05
Aparatos de radio, TV y comunicación	4,91	3,88
Productos farmacéuticos	3,99	2,29
Instrumentos de óptica y relojería	3,50	2,04
Componentes electrónicos	3,26	1,69
Edición, impresión y reproducción	2,82	0,11
Otro equipo de transporte	2,77	1,40
Construcción naval	2,75	1,87
Maquinaria, material de transporte	2,60	1,01
Total industria	1,78	0,50
Servicios de I+D	62,21	56,48
Otras actividades informáticas	6,52	3,43
Actividades informáticas y conexas	5,42	2,89
Programas de ordenador	5,00	2,68
Servicios de telecomunicaciones	3,28	1,41
Total servicios	0,48	0,18
Construcción	0,30	0,03

(*) Mide la relación entre gastos y cifra de ventas.

Fuente: INE (1999), INE (2000) y elaboración propia.

La intensidad en innovación (gasto en innovación respecto a la cifra de negocios) de la empresa española alcanzó el 0,93% en 2000. En lo que se refiere a las empresas industriales, el porcentaje correspondiente se elevó hasta el 1,78% frente al 1,64% de 1998. En definitiva, el esfuerzo innovador mayor parece registrarse en la industria, en relación a otros sectores de actividad.

Se entiende que una empresa es innovadora cuando realiza regularmente alguna actividad innovadora. Pues bien, en España el porcentaje de empresas innovadoras en 2000 fue del 19,77%. En concreto, dentro de la población de empresas de 10 o más asalariados, el sector industrial cuenta con 15.917 empresas innovadoras, el sector de la construcción con 2.687 y el sector servicios con 10.624.

La encuesta revela, igualmente, que el sector de comercio al por mayor es el que cuenta con mayor número de empresas innovadoras (un 9,56% del total de empresas innovadoras). Le siguen la construcción y la industria de productos alimenticios y bebidas con un 9,19% y un 7,39% respectivamente.

Cuadro 16. La innovación en las comunidades autónomas. 2000

	Gastos Innovación Miles de €	Gastos Innovación/PIBpm
Total	10.174.259	1,67
Andalucía	634.056	0,79
Aragón	489.097	2,59
Asturias (Principado de)	153.559	1,09
Baleares (Islas)	44.286	0,31
Canarias	111.851	0,46
Cantabria	118.459	1,54
Castilla y León	391.327	1,12
Castilla-La Mancha	254.848	1,23
Cataluña	2.751.103	2,42
Comunidad Valenciana	808.924	1,39
Extremadura	40.860	0,39
Galicia	418.963	1,26
Madrid (Comunidad de)	2.636.979	2,51
Murcia (Región de)	152.137	1,08
Navarra (Comunidad Foral)	174.265	1,70
País Vasco	922.989	2,41
Rioja (La)	70.555	1,58

Fuente: INE (2002)

Cuadro 17. Indicadores de innovación en las empresas industriales de 20 y más empleados de los países europeos

Países	% empresas innovadoras	Intensidad de la innovación	% cifra de negocios debida a innovaciones
Bélgica	27	2,2	14
Alemania	69	4,1	43
España	28	1,8	22
Francia	43	3,9	21
Irlanda	73	3,3	32
Luxemburgo	42	—	—
Holanda	62	3,8	25
Austria	67	3,5	31
Finlandia	36	4,3	25
Suecia	54	7,0	31
Reino Unido	59	3,2	23
Noruega	48	2,7	20
Total	53	3,8	31

Fuente: INE (2002)

La consideración de los porcentajes de empresas innovadoras sobre el total de empresas en cada rama conduce a constatar que la innovación es una práctica habitual en sectores tales como la fabricación de material electrónico, fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones (el 68,96%), y la rama de coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares (el 62,5%).

Finalmente, cabe constatar que el porcentaje español de empresas innovadoras parece observar niveles significativamente inferiores a los registrados en otros países europeos, aunque las diferentes coberturas sectoriales impiden que la comparación sea precisa.

3.2 Investigación e Innovación

Dyson (1985) sugirió las dos maneras de entender el quehacer de quienes producen conocimiento: Atenas sería la patria de los científicos apasionados con la búsqueda de principios generales que lo explican todo; Manchester, por el contrario, daría cobijo a quienes disfrutan con la proliferación de artefactos y con el examen de los detalles de cosas y hechos. Las metáforas de Dyson reflejan las conocidas dicotomías ciencia/tecnología, conocimiento/innovación o investigación básica/aplicada, y pone el acento en el origen del conocimiento: la resolución de un problema científico o la consecución de una solución aceptable de un problema de orden práctico. Tradicionalmente, y desde un enfoque excesivamente lineal, se ha querido suponer que todo el potencial innovador de una sociedad responde al afianzamiento nuevo de su base científica. Después, es un lugar común que el proceso innovador no debe ser conceptualizado como una secuencia lineal desde el conocimiento a la aplicación, y que su entendimiento debe prestar atención a las barreras culturales e institucionales, así como a la función desempeñada por los protagonistas principales: las empresas.

• Menos recursos para la I+D en áreas tecnológicas

En los últimos años, el signo común de las políticas científicas y tecnológicas de la mayor parte de las economías avanzadas ha consistido en potenciar la I+D+i realizada por el sector empresarial y dar una mayor orientación a la I+D realizada por el sector público, en torno a ejes próximos a las necesidades empresariales. Naturalmente, conviene distinguir a este respecto entre propósitos y realidad y describir lo que ha sucedido realmente. Además, la alusión a Dyson permite tener presente que las lógicas de la ciencia y la tecnología son distintas, al igual que sus criterios de valoración social (interés y verdad).

El Cuadro 15 muestra que, con independencia del cambio retórico de la política científica y tecnológica, la aplicación del gasto de I+D por campos y tipos de investigación se resiste a abandonar Atenas. En efecto, los recursos dedicados a la I+D relativa a la ingeniería y

tecnología, desde un punto de vista, o al desarrollo tecnológico, desde otro, han disminuido en términos relativos desde 1985 y, lo que es más significativo, desde 1992.

Cuadro 18. Evolución de las aplicaciones del gasto de I+D por campos y tipo de investigación

	1985	1992	1997
Campos			
Ciencias Exactas y Naturales	11,6	13,2	20,1
Ingeniería y Tecnología	61,0	56,7	50,3
Ciencias Médicas	9,9	17,0	13,7
Ciencias Agrarias	9,9	6,8	7,4
Ciencias Sociales y Humanidades	7,6	10,3	8,5
Total	100,0	100,0	100,0
Tipos de investigación			
Investigación Básica	21,3	20,0	22,8
Investigación Aplicada	38,2	37,0	38,8
Desarrollo Tecnológico	40,5	43,6	38,4
Total	100,0	100,0	100,0

Fuente: INE (1999) y elaboración propia.

Cuadro 19. Distribución porcentual del presupuesto público de I+D, por objetivos socioeconómicos (en base a NABS*)

Capítulos de NABS	1995	1996	1997	1998
1. Exploración y explotación de la tierra	2,4	2,5	2,2	1,9
2. Infraestructura y planificación del uso de la tierra	0,6	0,6	0,4	0,6
3. Control y protección del medio ambiente	2,6	2,7	2,2	2,6
4. Protección y mejora de la salud humana	5,2	5,6	5,0	4,6
5. Producción, distribución y utilización racional de la energía	2,7	2,5	4,2	3,5
6. Producción y tecnología agrícola	4,3	4,1	4,0	4,0
7. Producción y tecnología industrial	20,2	19,6	17,3	15,2
8. Estructuras sociales y sus relaciones	1,0	1,1	0,7	0,6
9. Exploración y explotación del espacio	8,0	7,7	6,5	5,3
10. Investigación financiada por Fondos Generales de Universidad (GUF)	32,4	33,8	28,7	24,6
11. Investigación no orientada	8,5	6,8	7,8	7,0
12. Otra investigación civil	1,6	1,9	1,4	1,2
13. Defensa	10,5	11,2	19,6	28,9

(*) Nomenclatura para el Análisis y Comparación de Presupuestos y Programas Científicos.

Fuente: CICYT (1999)

Cuadro 20. Origen y aplicaciones de fondos del gasto interno de I+D

	Administración Pública	Enseñanza Superior	Empresa
Origen			
Administración Pública	85,44	73,80	8,72
Enseñanza Superior	0,27	12,66	0,01
Empresas	5,18	6,45	84,85
IPSFL	0,37	0,77	0,09
Extranjero	8,74	6,32	6,33
Total	100,00	100,00	100,00
Aplicación			
Gasto Corriente Interno	83,19	76,73	81,85
Gasto de Capital Interno	16,81	23,27	18,15
Total	100,00	100,00	100,00

Fuente: INE (1999) y elaboración propia.

De igual manera, el Cuadro 19 muestra que desde 1995 la contención del gasto de I+D ha coincidido con una aplicación menor de recursos a áreas tecnológicas, como, según la clasificación NABS, Producción y Tecnología Industrial, y de interés social, como Salud, Investigación no Orientada, y Exploración del Espacio, en beneficio de la I+D adscrita a la Industria de Defensa.

Es cierto que las clasificaciones que soportan los Cuadros 18 y 19 pueden pecar de inexactitud y, en consecuencia, las distribuciones del gasto de I+D que generan pueden ser equívocas. Sin embargo, parecen confirmar la paradoja de que la reorientación de la política científica y tecnológica no ha surtido efectos, al menos en términos de recursos. Probablemente, la razón de tal hecho es que una porción importante del gasto en I+D tiene un grado reducido de movilidad entre usos alternativos, tanto en lo que se refiere al gasto corriente como al gasto de capital. A ello contribuye, además, la rigidez propia de la arquitectura institucional de la I+D en nuestro país y la ausencia de mecanismos de valoración académica e investigadora de las tareas de servicios prestados al sector empresarial.

• De la ciencia al mercado

En esencia, la transferencia de conocimiento desde la ciencia al mercado de la innovación empresarial se realiza a través de tres vías principales: el desarrollo conjunto de proyectos de investigación por parte de laboratorios de investigación y empresas; las patentes registradas por esos laboratorios y los procesos de *spin-off* (creación de empresas de base tecnológica). Junto a estas vías, existen otras menos exploradas. Por ejemplo, que la investigación sea una actividad habitual de la Universidad debería tener efectos favorables sobre la calidad de los contenidos docentes y, en consecuencia, de la cualificación de los egresados del sistema universitario.

Respecto de la primera vía mencionada, debe citarse en primer lugar la prestación de servicios al amparo inicial del art. 11 de la LRU. Aparentemente, ello ha dado lugar a un volumen de actividad anual cuantificable en 1.500 millones de euros, aunque la información disponible carece de exactitud. En general, el balance de este género de apertura es favorable, aunque las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) han asumido esencialmente funciones de gestión económica de los proyectos y menos de comercialización de servicios, que sigue siendo realizada por los propios investigadores. En bastantes ocasiones, la venta de servicios se realiza de manera poco sistemática y ajena a la lógica que guía las necesidades empresariales.

La política de fomento de la innovación tecnológica está articulada en torno al programa PROFIT y a los proyectos CDTI. El primero financia proyectos mediante subvenciones y préstamos, junto con el reafianzamiento de las garantías de los préstamos concedidos por entidades financieras. Los segundos financian actuaciones industriales en condiciones financieras ventajosas.

Lamentablemente no existen análisis públicos sobre las poblaciones de empresas beneficiadas ni sobre la efectividad de los recursos públicos empleados. Sí cabe señalar, sin embargo, que la selección de proyectos apenas ha tenido en cuenta en el pasado, como criterio de valoración, el hecho de que los proyectos conciernan a actores distintos (centros de investigación, universidades, empresas) con una dedicación preferente a proyectos de carácter concertado, a pesar de que todas las evidencias apuntan a que son tales proyectos los que disfrutan de una mayor capacidad difusora. En consecuencia, al menos hasta la fecha, los apoyos públicos a la I+D+i empresarial no ha servido para alcanzar un grado mayor de articulación entre los mundos de la ciencia y la tecnología.

Sí existen evidencias, sin embargo, sobre las dificultades de la población de las PYME para acceder a este tipo de financiación.

Como es sabido, la producción tecnológica española medida en términos de patentes es muy modesta. Más modestas aún son las cifras referentes a las patentes registradas por los investigadores universitarios y de los OPI. Las razones de esto último son de muy diferente tipo; una elemental es que durante muchos años España ha carecido de un marco normativo.

El artículo 20 de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad establece el régimen jurídico de las invenciones realizadas por los profesores universitarios. El mismo precepto contempla la posibilidad de que tal régimen pueda ser aplicado a las invenciones del personal investigador de los OPI, y habilita al Gobierno para la regulación de las modalidades y de la cuantía de la participación de los investigadores en los beneficios derivados de la explotación o cesión de los derechos sobre las invenciones realizadas.

Urge la puesta en marcha del correspondiente Reglamento, en particular en lo que se refiere a:

- 1º) Titularidad de las invenciones.
- 2º) Obligaciones del organismo y del personal investigador.
- 3º) Distribución de los beneficios de las patentes.
- 4º) Régimen especial para las invenciones derivadas de contratos o convenios.

Sólo muy recientemente se ha prestado atención al fomento de la creación de nuevas empresas de base tecnológica. La iniciativa NEOTEC pretende tal fin (200 empresas en el período 2000-2003) mediante la instrumentación de un conjunto de apoyos financieros (capital riesgo, préstamos participativos, proyectos CDTI). Naturalmente, es muy pronto para hacer un balance; en todo caso cabe señalar que el programa no tiene la articulación debida con las incubadoras de empresas existentes (por ejemplo, CEEI) y que se enfrenta a las dificultades de los centros públicos de investigación para la creación de sociedades mercantiles que exploten los resultados de la investigación, así como las de los investigadores para integrar este tipo de aventuras en sus carreras académicas.

3.3 La Innovación en la Empresa Española

La innovación es un concepto de fronteras indeterminadas. Es cierto que la encuesta de innovación ha ampliado convenientemente el ámbito estadístico de la I+D, pero también lo es que determinadas actividades innovadoras no son todavía, por sus características, objeto de atención estadística. Ello limita el alcance de los análisis realizados al respecto. En los últimos años se han realizado algunos estudios valiosos, basados en encuestas ad hoc a empresas españolas, que permiten entender el perfil propio de las empresas innovadoras y sus diferencias con respecto a las no innovadoras. Los estudios se refieren, por ejemplo, a la utilización de TIC, de nuevas formas de organización de la producción o de mecanismos incentivadores avanzados¹³. Los estudios están basados en la hipótesis de la complementariedad, según la cual debería existir una congruencia entre los diferentes tipos de activos (tangibles y no tangibles) empleados por las empresas. En otros términos, las empresas tenderían a ser (no ser) innovadoras en todos los ámbitos de la gestión. Por ejemplo, la implantación de TIC en la empresa debería ir acompañada de los consiguientes ajustes en aspectos como su capital humano, su organización interna o la arquitectura de sus relaciones con clientes a proveedores.

• Proceso de innovación

En todo caso, el examen del proceso de innovación de la empresa española, establecido a partir de la encuesta de innovación del INE sugiere, de acuerdo con el Cuadro 21, que

¹³ Véanse, entre otros, García Olaverri y Huerta (1990 a, b), Bayo y Huerta (2002).

refleja de arriba abajo y por orden de importancia las fuentes de ideas innovadoras, los factores que dificultan la innovación y los objetivos de ésta, que las actividades de I+D desempeñan una función menor y que cualquier análisis sobre el proceso de innovación en la economía española deberá atribuir una responsabilidad reducida a la I+D. El mismo Cuadro revela que es el mercado, los clientes, el factor que desencadena la innovación y son las dificultades de financiación de ésta el obstáculo fundamental para su materialización. Conviene poner en relación tal evidencia con el hecho de que en España una buena parte de la inversión en innovación está vinculada a la adquisición de nuevos equipamientos. Con todo conviene una reflexión más detallada acerca de la relaciones entre los mercados de bienes y servicios, el mercado de capitales y el esfuerzo innovador de las empresas.

Cuadro 21. El proceso de innovación en la empresa industrial española

Fuentes de Ideas Innovadoras	Factores que Dificultan la Innovación	Objetivos de la Innovación
Clientes	Falta de Financiación	Mejorar la Calidad
Producción	Falta de Infraestructura	Mantener Cuota de Mercado
Ferias y Exposiciones	Riesgos Excesivos	Abrir Nuevos Mercados
Competidores		Mejorar Condiciones de
Trabajo		
Marketing		Mejorar Flexibilidad de
Producción		
Proveedores		Reducir Daños al Medio
Ambiente		
Actividades Internas de I+D		

Fuente: INE (1999) y elaboración propia.

• La competencia estimula la innovación

Parece demostrado que en aquellos países donde el Estado fomenta la competencia en los mercados de bienes y servicios se observa una mayor intensidad en actividades de I+D empresarial. Así, una tercera parte de la diferencia entre el esfuerzo en I+D de países como Estados Unidos, Japón, Alemania y Suecia, en relación a la media de la OCDE, podría estar relacionada con este factor. En el extremo opuesto, en los países donde existen múltiples obstáculos a la competencia (barreras legales a la entrada en mercados, cargas administrativas y otros), como Grecia e Italia, el esfuerzo de I+D es significativamente menor. La explicación al uso se refiere a que el nivel de competencia efectiva estimula la construcción de ventajas competitivas por parte de las empresas. La innovación es una forma particular de ventaja competitiva.

El examen de la base de datos OECD *International Regulations Database* permite valorar el ritmo de avance de las reformas orientadas a la introducción de competencia en algunos sectores (industrias de red y otras) en los diferentes Estados-miembro de la OCDE, así como

su evolución en los últimos veinte años. Para ello se ha convenido diversos indicadores relacionados con las barreras a la entrada, la estructura de mercado y la propiedad (pública o privada) de las empresas, que son sintetizadas en índices simples mediante técnicas de análisis factorial. Gonenc *et al.* (2000) dan cuenta de la situación última. Cabe constatar al respecto, la superioridad de Estados Unidos con respecto a Europa, al igual que la posición intermedia de España en el *ranking* de países europeos de la OCDE.

Cuadro 22. Ranking de liberalización en el mercado único*

	Telefonía móvil	Transporte Aéreo	Transporte por carretera	Distribución comercial	Electricidad	Telefonía Fija	Ferrocarril	Ranking Global**
Alemania	8	4	8	1	4	2	2	3
Austria	10	6	7	11	-	-	-	9
Bélgica	13	11	9	9	6	5	4	8
España	14	3	6	5	5	4	3	6
Finlandia	6	9	2	8	2	6	6	5
Francia	2	5	5	12	10	7	6	7
Grecia	7	14	10	-	11	-	-	11
Irlanda	11	10	-	3	8	8	7	8
Italia	5	8	-	10	12	9	8	10
Países Bajos	4	2	-	2	9	-	-	3
Portugal	9	12	4	7	7	-	-	9
Reino Unido	1	1	1	6	1	1	2	2
Suecia	3	7	3	4	3	3	1	1
Estados Unidos***	-	1	3	-	5	2	2	2

(*) Los *rankings* parciales reflejan (de mayor a menor) la intensidad de la liberalización, de acuerdo con los índices establecidos en Gonenc et al. (2000)

(**) El *ranking* global es la ordenación de países resultante de la agregación aritmética de *rankings* parciales.

(***) Posición que ocuparía Estados Unidos en el *ranking* de los países europeos considerados.

Fuente: Lafuente y Ocaña (2002)

En el sentido anterior, la potenciación del régimen de competencia en el sector servicios debería tener consecuencias positivas sobre el esfuerzo innovador de las empresas españolas. En este ámbito, como en muchos otros que están relacionados con el marco y recursos de la I+D+i en España, la retórica política ha ido muy por delante de la realidad. Así, no parece exagerado afirmar que hoy la competencia real en los servicios básicos de naturaleza mercantil (energía, transporte, telecomunicaciones o servicio postal) no es, por insuficiente, un factor de estímulo de la I+D+i.

En lo que se refiere a las empresas industriales españolas, Merino y Salas (2001), la evidencia muestra que responden al aumento de la competencia derivado de la

presencia de empresas extranjeras en el mercado nacional a través de la introducción de innovaciones.

Finalmente, algunos estudios advierten que las regulaciones restrictivas de la competencia pueden producir más efectos negativos en algunos sectores que en otros. Los más perjudicados serían aquellos en los que la tecnología evoluciona más rápidamente, como son los relacionados con los de las tecnologías de información y comunicación y salud.

• El desarrollo de los mercados financieros facilita la innovación

Algunas investigaciones permiten establecer un conjunto de ideas básicas sobre la relación entre el grado de desarrollo de los mercados financieros y el crecimiento económico. La función que realizan los mercados financieros en una economía es asignar la financiación y el riesgo. Pueden surgir problemas cuando el desarrollo de estos servicios es limitado y no satisface adecuadamente las necesidades de financiación del sector empresarial y en particular las relacionadas con los proyectos de I+D. Las evidencias indican que:

1. Aquellas industrias que dependen más de la financiación externa, como ocurre en el caso del sector farmacéutico crecen más rápidamente en los países que cuentan con un sistema financiero más desarrollado.
2. Un mayor desarrollo de los mercados y servicios financieros tiene un efecto especialmente positivo para las empresas nuevas.
3. En las economías con un menor desarrollo de los mercados e instituciones financieras la prestación de garantías es imprescindible para obtener financiación externa. En otras palabras, es más difícil financiar los activos intangibles, entre los que se hallan las actividades de I+D.

En definitiva, cabe anticipar que se produzca una cierta subinversión en I+D+i debida al funcionamiento de los mercados de capitales, bien por un coste superior de los recursos necesarios para financiar proyectos de I+D+i, bien por las restricciones crediticias impuestas a ciertas empresas. La evidencia muestra que ello afecta especialmente a las empresas nuevas de sectores donde se producen cambios tecnológicos más intensos, pues su valor está basado en el disfrute de activos intangibles (ideas, I+D). Por ello, se han propuesto medidas que mejoran el desarrollo de los mercados financieros, como son las promociones del capital riesgo, del capital semilla (*seed capital*), o de *business-angels*, con el fin de facilitar las iniciativas empresariales basadas en la aplicación de nuevos conocimientos científico-tecnológicos (*spin-offs*, *stat-ups*). Los estudios disponibles sugieren que un buen funcionamiento del capital riesgo precisa la existencia de un mercado de valores amplio y profundo, especialmente para empresas jóvenes (mercado de ofertas iniciales públicas de acciones), así como de inversores experimentados.

Aunque estaba previsto en la Ley 6/2000, de 13 de diciembre, de Acompañamiento de los Presupuestos, el apoyo a la capitalización de empresas de base tecnológica por parte de entidades financieras, mediante préstamos a los operadores de capital riesgo, lo cierto es que apenas se ha desarrollado tal programa. En consecuencia, la incubación de nuevas empresas por parte del sistema público de I+D está además limitada por restricciones de tipo financiero, difícilmente soslayables con los recursos disponibles.

• **Empresas innovadoras y no innovadoras**

Así, los análisis realizados sugieren que, en efecto, la adopción de TIC por parte de la empresa española va asociada a cambios en la estructura organizativa, que adquieren reflejo en las políticas de gestión del capital humano, la organización del trabajo y las relaciones con suministradores y clientes. Los cambios en estas dimensiones parecen ir encaminados a garantizar una mayor flexibilidad y participación (compromiso y motivación) de los empleados en los procesos de innovación.

De igual manera, los estudios llevados a cabo esbozan perfiles diferentes para empresas con diferentes niveles de adopción de TIC. Las empresas con mayor grado de adopción parecen fomentar la flexibilidad y la descentralización en la toma de decisiones, generando para ello estructuras más abiertas y participativas, en las que el trabajador adquiere un mayor compromiso con su labor. Al mismo tiempo se establecen vínculos de colaboración más estrechos con el exterior (suministradores y clientes), abandonando progresivamente las relaciones puras de mercado para fijar unas pautas de cooperación más amplias entre empresas.

En el mismo sentido, conviene prestar atención a los estudios realizados acerca del grado de adopción de nuevas técnicas de organización de la producción por parte de las empresas manufactureras españolas. Así, vale la pena constatar algunos puntos.

1. Los cambios tecnológicos realizados por las empresas tienen efectos muy intensos sobre la cualificación exigida a los trabajadores y sobre la calidad y variedad de la oferta realizada.

La innovación tecnológica refuerza las orientaciones estratégicas de las empresas hacia la diferenciación y consolida sus posiciones en los mercados.

2. En cuanto a la difusión de las distintas estrategias tecnológicas, hay que indicar que los sistemas más extendidos son los más elementales y los que incorporan menos flexibilidad a los sistemas productivos. El mantenimiento preventivo, las redes informáticas de tratamiento de datos y el análisis de valor son las estrategias tecnológicas más utilizadas.

Las estrategias más complejas para coordinar los procesos de producción, pero que incorporan también más adaptabilidad al sistema, son las menos utilizadas. El CIM, los

sistemas automáticos de recogida de materiales y el JIT en planta son las tecnologías menos incorporadas a la actuación de las empresas.

3. La adopción de niveles elevados de complejidad tecnológica se presenta con mayor frecuencia en las empresas medianas y grandes, y en las que pertenecen a grupos multinacionales.

Por sectores, se observa que industria química, maquinaria y equipo mecánico, material de transporte y material y equipo eléctrico, electrónico y óptico son los que están incorporando los sistemas tecnológicos más avanzados.

4. La incorporación de nuevas tecnologías viene impulsada por el mantenimiento de relaciones de colaboración amplias con proveedores y clientes, y por los compromisos de operar JIT.
5. Se constata que el desarrollo por parte de las empresas de perfiles tecnológicos avanzados está facilitando la transición hacia estrategias competitivas más diferenciadas. La incorporación de estrategias tecnológicas modernas mejora la calidad de los productos, facilita el cumplimiento de los compromisos de entrega y reduce el número de productos defectuosos fabricados.

Probablemente las evidencias anteriores son de aplicación a otros ámbitos de la innovación empresarial. En definitiva, la probabilidad de que una empresa realice algún tipo de innovación está relacionada con el modelo de gestión de los recursos; una empresa innovadora suele serlo en todos los ámbitos de la innovación; lo mismo se puede decir de una empresa no innovadora. Además, la propensión innovadora está relacionada con el tamaño y con el sector donde opera la empresa, esto es, que sea más o menos exigente en materia de innovación. Finalmente, la presencia de capital extranjero parece estar asociada a la inclinación a adoptar prácticas innovadoras. Conviene señalar a este respecto que, probablemente, las innovaciones introducidas en las plantas españolas por parte de las empresas multinacionales son la réplica de prácticas desarrolladas previamente en otras plantas. En este sentido, el denominado efecto sede podría perjudicar las tareas de desarrollo tecnológico y de I+D realizadas en el sector empresarial español.

Algunos estudios disponibles sobre la motivación que guía a las empresas españolas a la cooperación con centros de investigación en materia de I+D+i, y que desean transferir a los laboratorios de investigación las tareas de investigación básica aportan varias evidencias. Primera, se trata de empresas grandes; las de tamaño menor tienen dificultades para gestionar la complejidad administrativa y organizativa de los acuerdos de cooperación. Segunda, se comprueba que la atmósfera de los laboratorios es poco sensible a la vocación de mercado de las empresas, lo que genera desajustes en la gestión de los proyectos. Tercera, hay evidencias de que la cooperación puede ser,

simplemente, la manifestación de criterios de prioridad formulados en el diseño de las ayudas públicas a los proyectos concertados, sin que finalmente supere el estado del formalismo.

De lo anterior, cabe concluir que la movilidad del personal de los laboratorios de investigación hacia los departamentos de I+D de las empresas o de los propios departamentos técnicos puede ser un buen mecanismo complementario del apoyo público a los proyectos concertados entre empresas y laboratorios de investigación. Lamentablemente, ello tropieza con la ausencia de previsiones legales al respecto en el caso de las universidades públicas.

Cabe señalar, a este respecto, que el Programa Torres Quevedo ha pretendido contribuir al reforzamiento de las plantillas de investigadores-doctores de las empresas y de los centros tecnológicos. Sin embargo, la cuantía de los recursos aplicados ha sido extremadamente modesta. Además, se carece de un buen diagnóstico acerca de cuáles serían las modalidades de contratación de mayor interés por parte de las empresas.

3.4 Fiscalidad de la I+D+i

El examen de la eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D+i en España requiere repasar brevemente algunas evidencias sobre las decisiones de inversión en I+D. En primer lugar, parece probado que la inversión en activos tangibles mantiene una relación inversa con el coste de uso de los bienes de inversión. En consecuencia, la potenciación de los incentivos fiscales debería dar lugar a una variación positiva de la inversión, en la medida en que de lugar a una disminución de su coste. Sin embargo, la intensidad de tal relación varía en función de las características de las empresas y del funcionamiento de los mercados de capitales.

En segundo lugar, no cabe trasladar mecánicamente la evidencia anterior al ámbito de los activos intangibles. Así, la inversión en I+D suele estar constituida por una porción significativa de gastos corrientes, que no pueden ser aportados como garantía colateral, y en general responde a un compromiso a largo plazo. En consecuencia, la inversión en I+D podría ser bastante insensible al coste de capital, lo que cuestionaría la eficacia de este instrumento.

En tercer lugar, la evidencia empírica muestra que la inversión en I+D tiende a realizarse con recursos propios. Así serían las empresas que cotizan en bolsa, las que disfrutan de una mayor capacidad de autofinanciación, y en términos más generales, aunque inexactos, las empresas más grandes las que únicamente podrían disfrutar de los incentivos fiscales.

• **La fiscalidad de la I+D+i tiene un poder estimulador limitado**

El estudio de Bloom, Griffith y Van Reenen (2000) permite comparar los efectos de los incentivos fiscales en España y otros países de la OCDE. En términos generales, el coste de uso del capital de I+D es el más bajo de los países considerados, como consecuencia de las reformas del impuesto de sociedades de 1990 y 1995. Igualmente, España disfruta del marco de ventajas fiscales de la I+D más beneficioso, también como consecuencia de las sucesivas mejoras introducidas en la década de los noventa. Aunque, en el caso de España, la elasticidad de largo plazo del gasto de I+D respecto del coste de uso del capital de I+D es significativa, su valor es menor que el registrado en países como Alemania y Reino Unido. Finalmente, el estudio concluye que las elasticidades varían por sectores industriales: altas en la industria farmacéutica, instrumentos científicos y metales no férreos; bajas en alimentos y bebidas, industria naval o equipos de comunicaciones.

De lo anterior podría deducirse que los incentivos fiscales vigentes en España podrían estimular la inversión en I+D de las empresas que cotizan en bolsa, o disfrutan de capacidades de autofinanciación elevadas, y operan en sectores de contenido tecnológico elevado. Sin embargo, cabe albergar algunas dudas acerca del rendimiento fiscal de esos incentivos, es decir, si los ingresos fiscales derivados del gasto fiscal correspondiente es superior al mismo. También acerca de si son las empresas con mayor capacidad de aprovechamiento de esos incentivos las que finalmente proceden al mismo. No cabe, con todo, albergar ninguna sobre la evidencia de que la fiscalidad no es un mecanismo suficiente para promover la extensión de las prácticas de I+D e innovadoras a un porcentaje significativo de las empresas españolas.

Pese a lo anterior, las empresas españolas disfrutan hoy, al decir de los análisis de la OCDE, del marco fiscal más ventajoso para las inversiones en I+D+i. Conviene, por tanto, examinarlo detenidamente, cara a incrementar su potencial incentivador de las actividades innovadoras.

• **La administración pública de los incentivos fiscales restringe su eficacia**

El marco fiscal de la I+D+i se deriva del Capítulo IV del Título V de la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, reguladora del Impuesto de Sociedades, y del artículo 33 de la Ley 55/1999, de 29 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. Posteriormente, las leyes de acompañamiento de 2001 y 2002 han introducido modificaciones a la normativa básica vigente, siempre en el sentido de mejorar el cuadro de incentivos. Los incentivos fiscales se refieren básicamente a un cuadro de deducciones del impuesto de sociedades, sujetas a un determinado límite de la cuota a pagar, y que se refieren a las inversiones en I+D+i. El marco vigente, sin embargo, ha dado lugar a ciertos problemas de orden fiscal¹⁴.

¹⁴ Véase Martín y Rodríguez (2002)

En primer lugar, el concepto fiscal de I+D+i es distinto del concepto contable y, en consecuencia, la determinación de los beneficios fiscales depende de la definición utilizada. En principio, desde el punto de vista de la técnica tributaria, debería ser de aplicación el concepto fiscal de I+D+i contenido en el mencionado artículo 33; sin embargo, parece que ésa no puede ser la solución por cuanto los artículos que se refieren a la libertad de amortización están encuadrados en la I+D, lo que no incluiría los gastos en innovación tecnológica. Lo mismo puede decirse en relación a lo previsto en el artículo 16.4, que tampoco se refiere a las actividades estrictas de innovación, primando así el concepto contable de la I+D. En general, el desajuste entre los conceptos contable y fiscal de la I+D+i genera una incertidumbre considerable, que apenas es salvada por los mecanismos vigentes de las consultas vinculantes a la administración tributaria y que encarece notablemente el aprovechamiento de los incentivos, especialmente en el caso de las pequeñas y medianas empresas.

En segundo lugar, la regulación de la libertad de amortización de los elementos del inmovilizado material afecta a las actividades de I+D y no está exenta de controversia, especialmente en lo que se refiere al período de afectación.

En definitiva, el carácter jurídicamente indeterminado de los conceptos barajados, la ausencia de criterios jurisdiccionales y las limitaciones de los mecanismos de las consultas vinculantes y no vinculantes dan lugar a que la administración tributaria se muestre muy cautelosa, cuando no restrictiva, y también a que cualquier decisión de inversión en I+D+i deba venir acompañada de un estudio detallado, es decir, caro, de las consultas vinculantes publicadas, sin perjuicio de que cualquier modificación legislativa puede motivar el cambio de criterio interpretativo por parte de la administración consultada.

4. Políticas de I+D+i

4.1 La Política Científica y Tecnológica en España hoy

Desde el año 2000 las políticas científicas y tecnológicas están enmarcadas en España por el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003. Examinaremos brevemente sus contenidos. El Plan plantea como objetivo que en el año 2003 el gasto de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) alcance el 2% del PIB. Curiosamente el avance de las estadísticas de innovación correspondientes al año 2000, elaboradas por el INE, parece indicar que en el año 2000 el gasto de I+D+i alcanzaba ya el 2% del PIB.

El Plan formula como objetivos fundamentales para el período de referencia:

- Incrementar el tamaño y la calidad de la ciencia y tecnología españolas.
- Mejorar el aprovechamiento de los resultados de I+D por parte de las empresas y de la sociedad española.

Cuadro 23. Indicadores asociados a los objetivos estratégicos del plan nacional de I+D+i

Indicadores de recursos económicos	1998	2003
% Gasto en I+D respecto del PIB	0,95	1,29
% Gasto en I+D+i respecto del PIB	1,55	2,00
% Gasto en I+D ejecutado por el sector empresarial	49,1	65,3
% De empresas innovadoras respecto total empresas	12,0	25,0
Creación de nuevas empresas de base tecnológica a partir de centros públicos de I+D y centros tecnológicos	-	100
Número de investigadores por 1.000 de población activa	3,3	4,0
% de investigadores en el sector empresarial	23,0	27,0
Personal de I+D por 1.000 de población activa	5,5	7,0
% de personal de I+D en el sector empresarial	37,0	44,0
Nuevos contratos y plazas de investigador en el sistema público de I+D	-	2.000
Inserción de doctores en el sector empresarial	-	500
Inserción de tecnólogos en PYMES y centros tecnológicos	-	1.000

Fuente: Plan Nacional de I+D+i.

- Fortalecer el proceso de internacionalización de la ciencia y la tecnología españolas. Incrementar los recursos humanos.
- Aumentar el nivel de conocimientos científicos y tecnológicos de la sociedad española.
- Mejorar los procedimientos de coordinación, evaluación y seguimiento técnico del Plan.

Para la consecución de lo anterior, el Plan se estructura en torno a un número limitado de áreas prioritarias, tanto para la investigación orientada como para la atención a la resolución de problemas de determinados sectores de la economía y sociedad españolas. A lo anterior debe añadirse el apoyo a la investigación no orientada.

El Plan detalla igualmente el abanico de instrumentos de la acción pública en la materia: esencialmente, los financieros, los fiscales y las convocatorias de recursos humanos, infraestructura y soporte de la innovación tecnológica.

Cuadro 24. Estructura del plan nacional de I+D+i

- **Áreas Prioritarias**
 - Áreas Científico-Tecnológicas (Biomedicina, Biotecnología, TIC, Materiales, Procesos y Productos Químicos, Diseño y Producción Industrial, Recursos Naturales, Recursos y Tecnologías Agroalimentarias).
 - Áreas Sectoriales (Aeronáutica, Alimentación, Automoción, Construcción Civil y Conservación del Patrimonio Histórico-Cultural, Defensa, Energía, Espacio, Medio Ambiente, Sociosanitaria, Sociedad de la Información, Transportes y Ordenación del Territorio).
 - Investigación Básica (no orientada): Promoción General del Conocimiento.
- **Acciones Horizontales**
 - Objetivos estratégicos.
 - Centros de Competencia (Centros de Excelencia en Dominios de Investigación Emergentes, Centros Tecnológicos en Areas de Interés para Sectores Empresariales, Centros Distribuidos en Red).
 - Grandes Instalaciones Científico-Técnicas.
- **Instrumentos**
 - Financieros (Subvenciones, Subvenciones Concurrentes, Créditos Reembolsables, Refianzamiento de Créditos).
 - Fiscales.
 - Modalidades de Participación (Recursos Humanos, Proyectos de I+D, Soporte a la Innovación Tecnológica, Equipamiento Científico-Técnico).

Fuente: Elaboración propia a partir de Plan Nacional de I+D+i.

La culminación del período previsto en el Plan obliga al Gobierno a presentar su prolongación para el período 2003-2006 y, también, a la evaluación de los resultados alcanzados por el Plan vigente. Naturalmente no es propósito de este documento proceder a su evaluación. Sí cabe, sin embargo, realizar unas reflexiones al respecto.

La primera es que los períodos de maduración de la acción pública en estos ámbitos sobrepasan ampliamente los cuatro años y, en consecuencia, sería injusto exigir el cumplimiento de los objetivos estratégicos a finales de 2003. Sin embargo, sí parece cierto que los registros de los indicadores previstos para ese año estarán lejos de la realidad, una vez realizados los ajustes correspondientes. La segunda es que las comunidades autónomas españolas vienen realizando esfuerzos notables en materia de políticas científicas y tecnológicas. Pues bien, aunque estaba previsto en el Plan, su coordinación con el Plan Nacional ha sido notoriamente insuficiente. La tercera es que el Plan apenas establece referencias al sector público de la I+D, es decir, las universidades y los OPI. En este sentido, las reformas institucionales están ausentes de la política científica y tecnológica, aunque en los últimos años se hayan adoptado en el marco universitario.

4.2 Orientaciones Generales¹⁵

• Arquitectura institucional

Los sistemas nacionales de ciencia y tecnología se asientan en una determinada arquitectura institucional. La congruencia de ésta con las características del quehacer investigador, su capacidad de transferir recursos financieros y evaluar su utilización, y el desempeño relativo a la intermediación entre la sociedad y la ciencia y tecnología determinan en bastante medida la eficacia de las políticas científica y tecnológica y la salud del sistema nacional. Conviene, a este respecto, observar los modelos de arquitectura institucional vigentes en Europa, así como las tendencias principales de los sistemas europeos de ciencia y tecnología.

El modelo federal, observable en Alemania, Bélgica y Suiza, atribuye a las autoridades públicas regionales la función de financiación de las actividades de I+D realizadas en sus respectivos territorios de tutela. Además, el gobierno federal en Alemania coordina la I+D de las instituciones y redes de mayor importancia, como es el caso del Max-Planck-Gesellschaft para la investigación básica, Fraunhofer-Gesellschaft para la investigación aplicada, Helmholtz-Association y otras instituciones de renombre. En general tales instituciones disfrutan de autonomía en cuanto a la configuración de programas de investigación y determinación de objetivos.

¹⁵ Seguiremos OCDE (2001) en lo que se refiere a las tendencias internacionales.

El modelo anglosajón, vigente en el Reino Unido y los países escandinavos, se caracteriza por la centralización de la organización y financiación de la investigación en un conjunto de organismos nacionales especializados, como es el caso en el Reino Unido de los Consejos de Investigación: BBSRC (biología y biotecnología), GPSRC (física e ingeniería), GSRC (ciencias sociales), MRC (medicina), NGRC (medio ambiente) y PPARC (física y astronomía).

Finalmente, el modelo mediterráneo tiene por rasgos principales que la financiación de la I+D procede en gran medida de los presupuestos del Estado y se realiza, también en buena medida, en grandes instituciones multidisciplinares, como es el caso del CNRS en Francia, el CNR en Italia o el CSIC en España.

Los tres modelos mencionados se enfrentan, sin embargo, a exigencias y orientaciones comunes. La primera exigencia está relacionada con la dimensión regional de la I+D. Tanto a escala comunitaria como nacional, las políticas de desarrollo regional prestan una atención especial a la I+D y a la innovación. Esto está en relación con la evidencia de que las disparidades interregionales relativas al esfuerzo de I+D son considerables en Europa y superan ampliamente las divergencias de los indicadores de bienestar. No es extraño, en consecuencia, que la aplicación de los fondos estructurales haya prestado una atención especial a esta variable. Esta nueva exigencia social a la política científica y tecnológica adquiere una importancia especial en los países con un diseño constitucional federal, o cuasifederal, como el nuestro. Se trata, al menos en parte, de replicar en cada territorio los mejores modelos de política científica y tecnológica y también de garantizar que las restricciones presupuestarias de las regiones que prestan una atención menor a estas actividades no ahogan la consolidación de equipos competitivos a escala internacional.

El hecho de que el diseño constitucional del Estado español sea cuasifederal, de que las universidades hayan sido transferidas a las Comunidades Autónomas y de que finalmente por esta vía las Administraciones Autonómicas sean hoy fuente principal, aunque indirecta, de la financiación pública de la I+D plantea un escenario nuevo. Adviértase, a este respecto, que en los últimos años los recursos para la investigación a disposición de los investigadores universitarios mantienen una relación estrecha con la intensidad de las políticas científicas y tecnológicas de las Comunidades Autónomas, e incluso con el régimen de financiación autonómica. Todo ello es, claro está, independiente de la excelencia investigadora. En definitiva, la asignación de fondos públicos para la I+D universitaria viene intermediada hoy por un hecho nuevo, ajeno en principio a la calidad de la I+D realizada, que es el origen regional de la financiación.

Conviene incluir en este apartado el alcance de la creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología en el año 2000. Recibida la noticia con bastante esperanza por parte del mundo de la ciencia y la tecnología, lo cierto es que las expectativas no se han cumplido. En parte, la insatisfacción puede estar relacionada con el desajuste entre las promesas de

la política científica y tecnología y las realizaciones; en parte con los déficits de gestión. La cuestiones fundamentales son, sin embargo, si tiene sentido, o no, la supervivencia del nuevo Ministerio; también si tiene sentido, o no, que una parte considerable del sistema público de ciencia y tecnología dependa, a efectos de coordinación de las comunidades autónomas, del Ministerio de Educación y Cultura. La respuesta a la primera pregunta debería ser afirmativa; la respuesta a la segunda podría ser negativa. Así, quizás tendría efectos favorables que la investigación dependiera del Ministerio de Ciencia y Tecnología, al menos, las competencias directas sobre universidades. Ello conduciría, además, a la creación en los gobiernos de las comunidades autónomas de consejerías de ciencia, universidades y tecnología, lo que permitiría reforzar la atención de estas administraciones respecto de la política de apoyo a la innovación.

• En Europa

En el año 2000 la Unión Europea promovió la creación del Área de Investigación Europea (ERA), lo que entre otras cosas supone la existencia de transparencia respecto del nivel de excelencia investigadora de los diferentes centros o universidades de investigación. Está implícito que tal transparencia sería el mejor soporte para la orientación de una parte de los recursos públicos, nacionales o comunitarios. La creación del Área de Investigación Europea tiene por propósitos principales “obtener el máximo beneficio, en innovación, de la investigación nacional y europea” y “establecer un ambiente favorable para la creación de nuevas empresas innovadoras”. Se trata, en fin, de crear un clima de confianza en el progreso tecnológico. Su consolidación llevará, pues, al reforzamiento y constitución de redes europeas de investigadores y centros de investigación.

Probablemente uno de los mayores retos del sistema español de ciencia y tecnología reside en que algunos de sus laboratorios estén presentes en la primera línea de las redes europeas de investigación. Ello es posible de acuerdo con la producción científica actual en determinadas áreas, pero el propósito se enfrenta a dificultades notables. En términos generales la política científica y tecnológica no premia suficientemente la excelencia ni contribuye a su consolidación. La fragmentación regional de la financiación pública de las universidades y la escasez de fondos nacionales, junto con las resistencias habituales, impiden dibujar sobre el territorio nacional la excelencia investigadora, en términos de centros o unidades o, al menos, traducir esa excelencia en términos de financiación diferencial.

España participa en programas internacionales de carácter multilateral, la mayor parte de los cuales están vinculados a grandes instalaciones científicas internacionales, tales como –entre otros– la Agencia Europea del Espacio (ESA), el Laboratorio Europeo de Partículas (CERN), la Instalación Europea de Radiación Síncrotrón (ESRF), el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL). Aparentemente, la participación española en tales programas genera réditos importantes en materia de investigación; por ejemplo, a través de la movilización de un buen número de investigadores españoles. Sin embargo, tradicionalmente los beneficios

para las empresas españolas han sido menores, especialmente en lo que se refiere a las PYME. A pesar del crecimiento de su participación en el V Programa Marco queda bastante por hacer.

- **La importancia de la investigación básica**

El denominador común de los países que registren mejores niveles de los indicadores tecnológicos es, sin duda, la atención prestada a la investigación básica. Frente a la postura miope de que lo mejor es poner a trabajar a los científicos en la solución de problemas de orden práctico, los ejemplos escandinavo y americano parecen demostrar todo lo contrario. Las razones de tal evidencia son variadas. En primer lugar, el conocimiento básico es un bien público, pero no un bien libre, es decir, la única manera de sacar provecho de lo inventado fuera de las fronteras nacionales es manteniendo un potencial científico propio. En segundo lugar, las nuevas tecnologías tienen un contenido científico elevado. Así, mientras el número medio de artículos científicos citados en las solicitudes de patentes americanas relativas a componentes de vehículos es 0,08, el promedio de los citados para patentes de biotecnología es 17. La emergencia de las nuevas tecnologías explica que el contenido científico de las patentes se haya multiplicado en Estados Unidos por seis en los últimos diez años. En este punto, conviene salir al paso de la denominada paradoja europea. Forma parte de la sabiduría convencional que el potencial científico europeo resistiría bien la comparación con el americano; la inferioridad europea residiría más bien en su potencial innovador. De aquí se concluye que la mejor manera de incrementar éste consistiría en orientar los recursos dedicados a la ciencia hacia problemas de conocimiento relacionados con las necesidades de las empresas y en mejorar los vínculos entre el mundo de la ciencia y la economía. Lo cierto es que no existe tal paradoja, como han puesto de relieve algunos estudios, que de forma más cuidadosa que los anteriores han valorado el potencial científico europeo de acuerdo con su impacto en términos de citas recibidas en revistas de primer nivel.

De lo anterior debe deducirse que España no debería renunciar a fomentar la investigación básica, en el sentido de no orientada. Eso sí, debe garantizarse que los recursos aplicados dan lugar a la producción de ciencia valorada en términos internacionales. La financiación condicionada por objetivos y la propia internacionalización de los grupos de investigación contribuirían a alcanzar ese objetivo.

- **Reforma de las instituciones públicas de I+D**

Como es sabido, existe un amplio debate sobre el futuro de las universidades europeas. En España, el testigo del mismo fue recogido inicialmente en el proceso de elaboración del Informe Bricall. Curiosamente el debate público sobre el futuro de la universidad española y, desde luego, la propia LOU apenas han prestado atención a la investigación y a los obstáculos que limitan la eficacia de los recursos públicos. En lo que se refiere a los OPI, poco cabe decir. La modificación de sus Estatutos tampoco ha servido para

eliminar las restricciones que frenan su contribución a la innovación y las propias actividades de I+D.

Sin embargo, los ejemplos de Estados Unidos, Reino Unido o Australia muestran que las universidades pueden contribuir de manera efectiva a la innovación. Antes se ha podido comprobar que la contribución de la universidad española es limitada. El único mecanismo de transferencia de conocimiento que parece disfrutar de alguna envergadura es el desarrollo de proyectos concertados con las empresas. En el marco actual no cabe anticipar una contribución mayor en el caso de que se produjera un incremento significativo de la financiación pública para la I+D. Cabe, por tanto, formular algunas orientaciones relativas a la reforma institucional de las universidades españolas.

Primero, sus rigideces (centralización del proceso de toma de decisiones, dificultades burocráticas para la creación de nuevas unidades de investigación, tamaños mínimos requeridos, inmovilidad intrauniversitaria entre departamentos y áreas de conocimiento) impiden que puedan explotar necesidades de nuevo conocimiento en tiempos razonablemente cortos. A lo anterior, hay que añadir que la yuxtaposición de la administración económica a la de los recursos de investigación (habitualmente a favor de la lógica de la primera) no favorece la apertura de la universidad al mundo económico. Difícilmente la universidad podrá ser un factor de innovación económica, si ella misma prohíbe en su seno la innovación institucional.

En Europa algunos países han procedido a realizar reformas institucionales de alcance en sus sistemas de laboratorios públicos de investigación, habiendo hecho previamente su evaluación: Holanda, Noruega y Alemania. Su propósito general es dotarles de misiones más claras, una orientación al mercado más acentuada e incrementar su contribución a la innovación tecnológica. La certeza más relevante a estos efectos es que tal género de reformas institucionales tiene éxito cuando viene acompañada del establecimiento de incentivos para los laboratorios e investigadores en forma de nuevos diseños de carrera profesional, acceso a nuevas fuentes de financiación y sistematización de las prácticas de venta de servicios técnicos. Tales tendencias parecen apartarse de las reformas que se han querido introducir en España en los últimos años, que parecen centradas únicamente en la homogeneización de los órganos de gobierno de los OPI principales (CSIC, CIEMAT, INIA, IEO e IGME) el encaje de su funcionamiento y régimen jurídico en la Ley de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado, así como su coordinación en el marco del Comité de Coordinación Funcional de Organismos Autónomos de Investigación y Experimentación.

• Recursos humanos

No es concebible un sistema nacional de ciencia y tecnología competitivo sin una buena dotación de recursos humanos. Se han repasado ya las cifras que reflejan las penurias soportadas en los últimos años por los recursos humanos del mundo de la investigación.

Añadiremos las penurias de infraestructura y las padecidas por los doctores jóvenes, quienes carecen de una perspectiva profesional creíble.

En este ámbito cabe formular una nueva paradoja española. De un lado, la proporción de investigadores respecto de la población activa es notoriamente baja a escala internacional. De otro, la calidad de la producción científica española es razonable en relación a los recursos investigadores empleados. Además, el diagnóstico más ajustado de la insuficiente capacidad innovadora de la empresa española tiene que ver con la cualificación de los recursos humanos. La paradoja reside, en definitiva, en el aprovechamiento limitado de los recursos investigadores existentes, a pesar de sus capacidades. A lo anterior habría que añadir la pérdida de poder adquisitivo de sus salarios, que no ha sido compensada siquiera por un mejor reconocimiento social.

La solución de tal paradoja sólo puede venir de una mayor permeabilización de las organizaciones sociales vinculadas, actual o potencialmente, al mundo de la innovación. Citaremos algunos vectores de apertura. El primero es la potenciación de los recursos humanos innovadores en el sector empresarial. El fomento de la creación de empresas de base tecnológica incubadas desde los laboratorios públicos de investigación, mediante los apoyos financieros necesarios y, sobre todo, un régimen de excedencia temporal a disposición de los investigadores comprometidos, con retorno garantizado a los puestos de trabajo de origen, o un apoyo más decidido al empleo de doctores por parte de las empresas son vías que merecen ser valoradas.

Un vector de permeabilización fundamental se refiere a la internacionalización de las plantillas de los laboratorios de investigación; es decir, el desarrollo de una política de inmigración de investigadores muy cualificados. El programa Ramón y Cajal está diseñado para la incorporación de investigadores jóvenes o de mediana edad; debería añadirse a tal iniciativa la contratación de investigadores maduros de primera línea internacional. Lo anterior se enfrenta hoy a múltiples dificultades administrativas y sobre todo a la ausencia de tradición, lo que, por otra parte, no parece un obstáculo insuperable.

La atención a los déficits de medios a disposición de los investigadores, contratación de nuevos investigadores e, incluso, su formación debería apoyarse en dos tipos de cuadros incentivadores. De un lado, la mejora de los niveles retributivos, vinculada a los sexenios de investigación; de otro, el establecimiento de un programa de grupos consolidados, quienes podrían disfrutar de paquetes de apoyos hasta ahora dispersos en iniciativas distintas (infraestructura, formación, gasto corriente). Es dudoso que la financiación de las universidades puede hacer llegar en el futuro recursos a los grupos que hayan alcanzado mejores niveles de investigación, especialmente en lo que se refiere a la contratación de recursos humanos. A lo anterior hay que añadir el apoyo, desde perspectivas similares, a los centros tecnológicos más próximos al mercado empresarial.

• **Evaluación con consecuencias**

La mayor parte de los países europeos cuenta con buenos mecanismos de valoración de proyectos de investigación básica e incluso aplicada, siempre sobre la base de criterios de calidad y oportunidad científica (buena y mala ciencia). España no es una excepción al respecto desde mediados de los años ochenta. Podría parecer que este fenómeno sería sobre todo garantía de buena utilización de los recursos públicos. Sin embargo, la evaluación sistemática es sobre todo un potente instrumento para establecer estándares de calidad, orientar el destino de los recursos y estructurar la profesión investigadora en torno a los valores que le son propios.

Los tipos de evaluación son variados. La de los proyectos de investigación goza ya de una cierta tradición en España. La evaluación asociada a los sexenios de investigación disfruta ya de legitimidad en los públicos beneficiarios, aunque convendría reflexionar sobre la dispersión de los porcentajes de concesión de tramos por áreas y, también, sobre el hecho que desde 1991, dos años después de la entrada en vigor del mecanismo, el porcentaje de tramos aprobados respecto de los solicitados apenas haya sufrido variación (82% en ese año, 86% en 2001). No es fácil acudir a explicaciones relacionadas con la autoselección, puesto que requeriría formular la hipótesis de un aprendizaje extremadamente rápido sobre las condiciones de otorgamiento de los tramos. No obstante lo anterior, el mecanismo ha rendido buenos frutos en relación con el establecimiento de estándares de calidad en algunas áreas y, por lo tanto, cabe intensificar su potencial mediante un incremento de la retribución correspondiente.

Sin embargo, los avances en materia de evaluación institucional han sido limitados, especialmente en lo que se refiere a la valoración de los grupos de investigación. La dimensión investigadora ha ocupado un lugar menor en las valoraciones asociadas a titulaciones y departamentos de los dos planes de calidad universitaria. Es más, las evaluaciones realizadas no han tenido efectos prácticos relevantes, quizá por la ausencia de incentivos para la puesta en marcha de las recomendaciones. Tampoco parece que la recientemente constituida Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) quiera acometer un proyecto de evaluación de los laboratorios públicos de investigación, aunque su creación amenaza la supervivencia de los planes de calidad. En definitiva, la concesión de financiación a los grupos de investigación sobre bases más generales que las actuales, financiación por objetivos y examen del historial requerirán el establecimiento de un procedimiento específico de evaluación. Algunas Comunidades Autónomas lo han hecho; no parece que sea técnicamente complejo.

Es más dudosa la existencia de procedimientos de valoración fiable de las instituciones (centros tecnológicos) y de los programas de desarrollo tecnológico. Ello limita la eficacia de los recursos públicos y, lo que es más importante, su relevancia frente al mundo empresarial.

- **La innovación en la empresa**

La distinción entre empresas innovadoras y no innovadoras y la evidencia internacional sugieren que el propósito principal de la política de innovación orientada a la empresa debería ser el incremento del porcentaje de empresas innovadoras. Hemos visto que el diseño y gestión de la fiscalidad de la innovación podría discriminar negativamente a la PYME; también que la política de la competencia tiene efectos sobre el esfuerzo innovador; finalmente, que en España existe una conexión muy acentuada entre innovación e inversión en activos tangibles. Todo ello tiene consecuencias inmediatas en lo que se refiere a la adopción de políticas de fomento de la innovación. Sin embargo, nos fijaremos en otro instrumento menos conocido que es el de la prestación de servicios técnicos desde los centros tecnológicos, casi todos ellos nutridos con recursos públicos.

Hasta la fecha no se ha realizado una evaluación transparente de sus rendimientos, pese a su número e importancia. Muchos de ellos se alimentan de financiación no condicionada, otorgada por las comunidades autónomas, y con una presencia menor de los Presupuestos Generales del Estado. Sin perjuicio de su independencia, cabe que la Administración General del Estado propicie acciones orientadas a mejorar sus recursos financieros sobre la base de la evaluación de sus resultados relativos al alcance real de sus actividades, esto es, su capacidad de difusión de innovaciones tecnológicas. Cabría, por tanto, ofrecer apoyos públicos desde la Administración General del Estado condicionados a la consecución de objetivos de difusión tecnológica. Los apoyos deberían referirse a los distintos capítulos presupuestarios, de manera que a través de esta vía podría articularse la incorporación de doctores y personal técnico de apoyo. Este esquema sería válido para los centros tecnológicos sectoriales y horizontales, viveros de empresas de base tecnológica o parques científicos y tecnológicos.

Lamentablemente no cabe ir mucho más lejos pues no se dispone de una descripción de la situación actual de los centros de servicios aludidos, pero una financiación complementaria como la aludida debería permitir valorar sus rendimientos y alumbrar las mayores experiencias.

Sin perjuicio de lo anterior, es cierto que de manera inmediata cabría eliminar los obstáculos que impiden a las empresas de menor tamaño el aprovechamiento de los estímulos fiscales existentes; bastaría, por ejemplo, con establecer un sistema de certificación de la innovación por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que reduciría significativamente la inseguridad al respecto.

- **Más financiación pública para la I+D**

Parece inevitable que un documento de estas características concluya con una recomendación sobre el incremento de los presupuestos públicos dedicados a la innovación. Así, hemos comprobado que el Plan Nacional de I+D+i fijó como objetivo

para el año 2003 una cifra de esfuerzo de I+D equivalente al 1,3% del PIB. Hoy sabemos que, salvo milagros estadísticos, ese propósito no se va a cumplir.

Cabría igualmente que, en consecuencia con lo anterior, este documento estableciera un nuevo objetivo: al fin y al cabo, es dudoso que dentro de cuatro o cinco años alguien se tome la molestia de releerlo para valorar el sentido y la realización del nuevo objetivo. Lo cierto es que –una nueva paradoja– el esfuerzo de I+D en España empezó a abandonar la senda del crecimiento a mediados de los noventa, cuando se empezó a fijar objetivos de la política científica y tecnológica en estos términos.

Por el contrario, es posible que baste la puesta en ejecución de las propuestas contempladas o sugeridas en este documento para que de manera natural se produzca un incremento significativo del esfuerzo y presupuesto de I+D. Pero ello dependerá sobre todo del grado de centralidad de la política de innovación en el conjunto de políticas públicas. Por ahora sólo cabe aspirar a describir cómo deberían ser las políticas científica y tecnológica, para tener una ciencia y tecnología mejores y para asegurar un rendimiento superior de los recursos públicos aplicados.

4.3 Diez Propuestas de Aplicación Inmediata

A lo largo de las páginas anteriores, se han desgranado algunos ámbitos de la actual política científica y tecnológica que merecen algunas reformas de calado. Además, se han avanzado las orientaciones generales de la nueva política científica y tecnológica. El propósito de este apartado es formular un rosario de diez acciones, que podrían ser adoptadas con una cierta rapidez por el Gobierno y que podrían suponer una movilización relativamente inmediata de los recursos existentes en materia de investigación e innovación. Las medidas propuestas adoptarían, pues, la forma de un “plan de choque”, cuyo desarrollo no debería impedir la adopción de decisiones con un período de maduración más amplio.

- Integración en el Ministerio de Ciencia y Tecnología de las competencias y funciones de la Administración General del Estado en materia de universidades. La doble dependencia del sistema universitario respecto de los Ministerios de Ciencia y Tecnología y de Educación da lugar a que la dimensión investigadora quede relegada en las reformas del sistema.
- Publicación de un calendario de convocatorias públicas de apoyos a la I+D+i. El Ministerio de Ciencia y Tecnología ha demostrado una gran erradicidad respecto de las fechas de convocatoria y resolución de los diferentes programas. Ello dificulta enormemente la gestión económica de los beneficiarios, genera incertidumbre y añade desconfianza de los investigadores en relación con la firmeza de la política científica y tecnológica.

- Convocatoria del nuevo Programa Ramón y Cajal Plus para la atracción a España de investigadores de primera línea internacional y su contratación por universidades y OPI. Aunque España cuenta, en algunas áreas, con recursos humanos con una calidad muy apreciable, lo cierto es que carece de líderes científicos a escala internacional. El régimen ordinario de contratación de investigadores no se adapta a este propósito, por lo que conviene configurar un régimen específico.
- Plan Renove de infraestructuras de equipamiento científico de rango medio. En los últimos años se ha producido un envejecimiento de la infraestructura científico-técnica, que ha afectado especialmente a los laboratorios de investigación con una intensidad media en la utilización de tales recursos.
- Convocatoria de financiación por objetivos a grupos de excelencia. La financiación abarcará las necesidades de infraestructura, formación de personal investigador, personal de apoyo y personal investigador. Hasta la fecha, las convocatorias públicas han contemplado de manera separada los ámbitos de apoyo; además, no han contemplado la contratación de personal investigador y de apoyo técnico. La integración de los apoyos podría complementarse con la fijación de compromisos investigadores. En el mismo sentido, cabría proceder a la convocatoria de ayudas para la resolución de problemas de conocimientos específicos.
- Creación de un Fondo Nacional de Capital Riesgo para el apoyo a la creación de empresas de base tecnológica, incubadas por universidades y centros públicos de investigación. En la actualidad, la propensión de los titulados e investigadores a la creación de empresas es muy limitada: en parte, tiene que ver con la ausencia de apoyos públicos. El Fondo, que debería dar lugar al otorgamiento de microcréditos, podría implicar a las universidades en el compromiso de creación de empresas de base tecnológica.
- Regulación del régimen de patentes registradas por el personal investigador de los laboratorios públicos, en lo que se refiere a titularidad de las invenciones y distribución de los beneficios de las patentes. La ausencia de una regulación específica limita los incentivos al descubrimiento de invenciones de interés económico.
- Incremento de los niveles retributivos asociados a los sexenios de investigación, de acuerdo con la Comunidades Autónomas. El sistema de sexenios está consolidado. Una buena parte de las Comunidades Autónomas ha desarrollado regímenes específicos de complementos retributivos, algunos de los cuales vinculados al reconocimiento de sexenios de investigación. Cabe una mayor coordinación de las administraciones para mejorar las retribuciones variables asociadas a los rendimientos académicos.
- Establecimiento y puesta en marcha de un sistema de certificación de la innovación por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en coordinación con el Ministerio de

Hacienda y la Agencia Tributaria, para simplificar la aplicación de los beneficios fiscales de la innovación. La fiscalidad de la innovación en España es extremadamente beneficiosa para las empresas. Sin embargo, en la práctica, su aprovechamiento es limitado. Fundamentalmente, porque existe una gran inseguridad respecto a la noción fiscal de innovación.

- Convocatoria de financiación por objetivos a centros de servicios técnicos y de apoyo a la innovación. En los últimos años se ha producido una gran proliferación de centros que nacen con este propósito. Cabe formular un programa de apoyos desde la Administración General del Estado, al estilo de los prestados a los parques científicos y tecnológicos, condicionados a la consecución de objetivos de difusión de las innovaciones en el tejido social.

Bibliografía

- Bayo, A. y Huerta, E. (2002), Organisational Incentive Plans in Spanish Manufacturing Industry, *Personnel Review*, 31.
- Bloom, N., Griffith, R. y Van Reenen, J. (2002), Do R&D Tax Credits Work?, *Journal of Public Economics*, Vol.3.
- CICYT (1999), Indicadores del Sistema Español de Ciencia y Tecnología, Secretaría de Estado de Comunicación.
- Comisión Europea (1997), Second European Report on R and D Technology Indicators 1997 *Report*, Luxemburgo.
- Comisión Europea (1999), Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a European Research Area, Bruselas.
- COTEC (1999), Informe COTEC 1999: Tecnología e Innovación en España, Fundación COTEC.
- De La Fuente, A. (1999), Una Nota sobre la Rentabilidad Social del I+D y el Nivel Óptimo del Gasto, *Papeles de Economía Española*, nº 81.
- De La Fuente, A. y Jaumandreu, J. (2000a), Economía de la Innovación Tecnológica: Líneas Actuales de Investigación (mimeo).
- De La Fuente, A. y Domenech, R. (2000b), Human Capital in Growth Regressions: How much Difference does Data Quality make?, *CEPR Discussion Paper*, nº 2.466.
- Dyson, F. (1985), Infinite in All Directions, Manchester y Atenas, en Gifford Lectures, Aberdeen, Harper and Row.
- EAAF (2002), Report on the European Economy 2002, Ifo Institute for Economic Research.
- EUROSTAT (1997), Second European Report on Science and Technology Indicators, EUROSTAT.
- García Castillo, P., Lafuente, A., Montañés, A. y Sanz, F. (1999), Producción Científica en Economía según Publicaciones en Revistas Internacionales: el Caso de España, *Papeles de Economía Española*, 81.
- García Olaverri, C. y Huerta, E. (1999 a), Esfuerzo Tecnológico y Competitividad: ¿Son las Empresas Españolas cada vez más Flexibles?, *Papeles de Economía Española*, 81.
- García Olaverri, C. y Huerta, E. (1999 b), La Innovación en la Empresa Española: Extensión de los Nuevos Sistemas de Organización del Trabajo, *Economía Industrial*, 329.

- Gonenc, R., Maher, M. y Nicoletti, G. (2000), The Implementation and the Effects of Regulatory Reform: Past Experience and Current Issues, *Working Paper*, nº 251, OCDE.
- Greenwood, J. y Yorukoglu, M. (1974), Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy.
- Hernansanz, C., Melguizo, A y Tello, P. (2001), El Enigma de la Productividad, *Situación*, BBVA.
- INE (1998), Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, INE.
- INE (1999), Estadística sobre las Actividades de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, INE.
- INE (2000), Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, Notas de Prensa, INE.
- INE (2000), La Estadística de I+D en España: 35 Años de Historia, INE.
- INE (2002), La Innovación en la Empresa, INE.
- Jorgenson, D. (2001), Information Technology and the U.S. Economy, *American Economic Review*, 91.
- Lafuente, A. y Saraiva, T. (2002), Los Públicos de la Ciencia en España, Siglos XVIII a XX, en Los Públicos de la Ciencia, FECYT.
- Lafuente, A. y Ocaña, C. (2001), Panorama de las Industrias de Red, *Ekonomiaz*, nº 46.
- Lafuente, A. y Ocaña, C. (2002), La Política de la Competencia en Europa, *Papeles de Economía Española*, nº 91.
- Lafuente, A. y Oro, L.A. (1992), El Sistema Español de Ciencia y Tecnología, Evolución y Perspectivas, FUNDESCO.
- Lafuente, A. y Oro, L.(2000), El Sistema Español de Ciencia y Tecnología. Diez Años Después, *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas*.
- Máñez, J. et al. (2003), Productividad e I+D: Un Análisis no Paramétrico, mimeo, Universidad de Valencia.
- Martín, F. y Rodríguez, M. (2002), Las Actividades de Investigación y Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Impuestos sobre Sociedades: A Propósito de la Reciente Doctrina Administrativa y de las Modificaciones Legislativas para el Ejercicio 2002, *Revista Quincena Fiscal*, Febrero.
- Miller, J., Pardo, R. y Niwa, F. (1997), Public Perceptions of Science and Technology: A Comparative Study of the European Union, the United States, Japan, and Canada, Fundación BBV-The Chicago Academy of Sciences.
- OCDE (1992), Technology and the Economy. The Key Relationships, OCDE.
- OCDE (1998, 1999), Main Science and Technology Indicators, OCDE.
- OCDE (2001), Science Technology and Industry Outlook. Drivers of Growth: Information Technology, Innovation and Entrepreneurship.
- Pardo, R. (2001), La Cultura Científico-Tecnológica de las Sociedades de Modernidad ardía, Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas.

UNESCO (1998), World Science Report 1998, UNESCO Publishing Elsevier.

Urrutia, J. (1993), Sistemas de Ciencia y Tecnología, *Telos*.

Índice

Cuadros

Cuadro 1. Crecimiento económico	10
Cuadro 2. Indicadores de convergencia real. Relación España / UE	12
Cuadro 3. Convergencia tecnológica con la Unión Europea	14
Cuadro 4. Puntuaciones medias respecto de percepciones sobre promesas (reservas) ante la ciencia	19
Cuadro 5. Gastos de I+D/población	20
Cuadro 6. Evolución reciente del sistema español de ciencia y tecnología	25
Cuadro 7. Evolución del gastos I+D por investigador (EDP)	27
Cuadro 8. Evolución de la función 54 (1990)	28
Cuadro 9. Evolución comparada del sistema español de ciencia y tecnología (1992-98)	30
Cuadro 10. Evolución del gasto I+D por investigador	31
Cuadro 11. Evolución temporal del número de publicaciones científicas españolas y citas recibidas	32
Cuadro 12. Liderazgo científico y cuotas de publicaciones de los quince países del mundo con mayor producción científica	33
Cuadro 13. Cuotas de producción científica española en 1995, clasificada por áreas científicas	34

Cuadro 14. Distribución porcentual de los gastos en innovación por actividades innovadoras. 2000	36
Cuadro 15. Intensidad en innovación e investigación por sectores. 2000	37
Cuadro 16. La innovación en la comunidades autónomas. 2000	38
Cuadro 17. Indicadores de innovación en las empresas industriales de 20 y más empleados de los países europeos	38
Cuadro 18. Evolución de las aplicaciones del gasto de I+D por campos y tipo de investigación	40
Cuadro 19. Distribución porcentual del presupuesto público de I+D, por objetivos socioeconómicos (en base a NABS)	40
Cuadro 20. Origen y aplicaciones de fondos del gasto interno de I+D	41
Cuadro 21. El proceso de innovación en la empresa industrial española	44
Cuadro 22. Rankings de liberalización en el mercado único	45
Cuadro 23. Indicadores asociados a los objetivos estratégicos del plan nacional de I+D+i	52
Cuadro 24. Estructura del plan nacional de I+D+i	53

Documentos de trabajo publicados

1/2003. **Servicios de atención a la infancia en España: estimación de la oferta actual y de las necesidades ante el horizonte 2010.** María José González López.

2/2003. **La formación profesional en España. Principales problemas y alternativas de progreso.** Francisco de Asís de Blas y Antonio Rueda Serón.

3/2003. **La Responsabilidad Social Corporativa y políticas públicas.** Alberto Lafuente y otros.

4/2003. **Política y Comercio de España con los países en desarrollo. Propuestas para la posición española en la V Conferencia Ministerial de la OMC.** Gonzalo Fanjul Suárez.

