

ISBN 84-609-6256-3



ESTUDIOS

ESTUDIOS

ESTUDIOS

Un nivel alto de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) es una condición necesaria para el crecimiento económico sostenido de un país en las circunstancias actuales, y lo será cada vez más habida cuenta del ritmo del proceso de globalización en curso. En este trabajo se analiza la situación de la I+D en España en el contexto temporal de varias décadas y en el marco de una comparación con otros países desarrollados. Se muestra cómo de cara al pasado la mejora es indudable, pero de cara al futuro y al marco de referencia el esfuerzo ha sido insuficiente. Sobre todo si se parte del supuesto de que en España se da una aspiración nacional de *catching up* con dichos países y de mejorar, o al menos de conservar, la posición relativa de España (su nivel de prosperidad y de influencia) en el mundo.

En el texto se analizan varios indicadores del nivel tecnológico español como reflejo de los resultados de nuestra capacidad de innovación, y se examinan varios factores causales, agrupados en la infraestructura común de innovación, el tejido empresarial y los vínculos entre ambos, haciendo uso de una amplia colección de indicadores cuantitativos. La articulación entre los factores permite sugerir varios escenarios de futuro, más luminosos o menos dependiendo de si se dan o no cambios de cierto calado en los factores subyacentes.

Victor Pérez-Díaz
Juan Carlos Rodríguez

Desarrollo tecnológico e investigación científica en España
Balance provisional de un esfuerzo insuficiente de catching up

Víctor Pérez-Díaz
Juan Carlos Rodríguez

Desarrollo tecnológico e investigación científica en España

*Balance provisional de un esfuerzo
insuficiente de catching up*

Víctor Pérez-Díaz
Juan Carlos Rodríguez

Desarrollo tecnológico e investigación científica en España

*Balance provisional de un esfuerzo
insuficiente de catching up*



Fundación

IBERDROLA

Patronato de la Fundación Iberdrola

Presidente: D. ÍÑIGO DE ORIOL YBARRA

Vicepresidente: D. JAVIER HERRERO SORRIQUETA

Patronos: D. RICARDO ÁLVAREZ ISASI
D. JOSÉ IGNACIO BERROETA ECHEVARRÍA
D. JOSÉ ORBEGOZO ARROYO
D. IGNACIO DE PINEDO CABEZUDO
D. ANTONIO SÁENZ DE MIERA
D. IGNACIO SÁNCHEZ GALÁN
D. VÍCTOR URRUTIA VALLEJO

Secretario: D. FEDERICO SAN SEBASTIÁN FLECHOSO

© Victor Pérez-Díaz y Juan Carlos Rodríguez

© Fundación Iberdrola
C/ Serrano, 26 - 1.ª 28001 Madrid

ISBN: 84-609-6256-3

Depósito Legal: M. 27.310-2005

Impreso en España - Printed in Spain, Gráficas Arias Montano, S. A.

Reservados todos los derechos. Está prohibido reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, salvo para fines de crítica o comentario, por cualquier medio digital o analógico, sin permiso por escrito de los autores.

Los análisis, opiniones, conclusiones y recomendaciones que se vierten en esta publicación son de los autores y no tienen por qué coincidir necesariamente con los de la Fundación Iberdrola.

Índice

Presentación.....	7
I. Introducción.....	9
II. Los resultados: el nivel de la capacidad de innovación de España.....	13
1. Las patentes	13
2. La balanza de pagos tecnológica y el comercio exterior tecnológico	21
2.1. La balanza tecnológica.....	21
2.2. La tasa de cobertura del comercio exterior tecnológico.....	22
2.3. Las exportaciones de productos de alta tecnología.....	23
3. Las empresas innovadoras	27
III. Los factores causales: (a) la infraestructura de innovación.....	31
1. Los gastos	31
1.1. El gasto en I+D, y su composición.....	32
1.2. El gasto por investigador.....	47
2. Los recursos humanos y su producción científica	49
2.1. Los recursos humanos: los investigadores.....	49
2.2. Producción científica, productividad.....	51
3. El marco regulador	59

3.1. El marco de incentivos de la calidad de la educación superior	60
3.2. Grado de competencia de la economía y tratamiento fiscal de la I+D.....	70
IV. Los factores causales: (b) el entorno de innovación del tejido productivo	75
1. Gasto en I+D financiado por el sector empresarial.....	76
2. La base industrial de la I+D privada.....	80
3. Multinacionales e I+D.....	84
V. Los factores causales: (c) los vínculos entre la infraestructura de innovación y el tejido empresarial.....	87
1. Algunas instituciones mediadoras.....	88
2. Cooperación entre empresa y universidad.....	92
3. Las políticas públicas	97
VI. ¿Escenarios de futuro?.....	101
VII. Conclusión.....	107
Referencias bibliográficas	113

Presentación

Es ya un lugar común el referirse a la crucial importancia de la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el crecimiento económico de un país y para la presencia internacional de éste. No por serlo deja de ser muy cierto y cada vez más actual. Por ello, hay que dedicar a este asunto la necesaria atención en el debate público, especialmente si, como sucede en el caso de España, cunde la sensación de que los esfuerzos y los resultados en este ámbito, aunque meritorios, son todavía insuficientes.

En sociedades civilizadas, el debate público tiene y debe tener características muy claras. Debe centrarse en problemas sustantivos, de calado para la comunidad de referencia. Debe estar sustentado en las mejores bases de conocimiento, científicas si es posible. Debe huir de simplificaciones y enfrentamientos partidistas. Debe situar los problemas en sus adecuados contextos histórico e internacional. Ahora bien, una discusión pública de esas características requiere de un continuo sustento, y en ello han de ser de especial relevancia las aportaciones efectuadas desde las instituciones de la sociedad civil.

Tal es el empeño de la Fundación Iberdrola, para lo cual, consciente de su misión en este terreno, organiza foros, jornadas y seminarios de puesta en común de experiencias y conocimientos, financia estudios e investigaciones sobre distintos temas, y mantiene una clara estrategia de difusión de los resultados de dichos foros y estudios mediante varias colecciones que ya van adquiriendo altura.

En ese marco de actividades, la Fundación Iberdrola encargó un conjunto de estudios sobre la situación del sistema español de investigación y

desarrollo a Víctor Pérez-Díaz y su gabinete Analistas Socio-Políticos, bajo el título *Innovación y Universidades de Investigación*. El primer fruto de ese encargo, resultado de un primer año de trabajo, es el informe que tiene el lector en sus manos.

Confiamos en que este análisis, distanciado, objetivo y rico en datos, pero también implicado en la comprensión de un problema central de la vida española, contribuya a que el debate sobre la investigación científica y el desarrollo tecnológico se celebre en los términos antedichos.

ÍNIGO DE ORIOL
Presidente
Fundación Iberdrola

Introducción

I

Objeto del estudio

Un nivel alto de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) es una condición necesaria para el crecimiento económico sostenido de un país en las circunstancias actuales, y lo será cada vez más habida cuenta del ritmo del proceso de globalización en curso. En este trabajo analizamos la situación de la I+D en España en el contexto temporal de varias décadas y en el marco de una comparación con otros países desarrollados. Mostramos cómo, si mirando al pasado la mejora es indudable, en cambio, si miramos al futuro y al marco de referencia, el esfuerzo ha sido insuficiente. Lo ha sido, y lo es, si partimos del supuesto de que hay, hoy, en España una aspiración nacional de *catching up* con tales países y de mejorar, o al menos de conservar, la posición relativa de España (su nivel de prosperidad y de influencia) en el mundo. (Por otra parte, dado que este estudio corresponde, para los autores, a una etapa en un proceso de *work in progress*, esperamos completar y profundizar más adelante diversas partes de nuestro argumento, incluyendo una revisión crítica de este supuesto.)

Comenzamos presentando varios indicadores del nivel tecnológico alcanzado por España, indicadores que serían un reflejo de los resultados de su capacidad nacional de innovación. A continuación, examinamos varios factores causales de estos resultados agrupados en torno a tres grandes epígrafes: la «infraestructura común de innovación» (con tres grandes componentes: el gasto, los recursos humanos y un conjunto de mecanismos institucionales y políticos), el tejido empresarial y el vínculo entre aquella infraestructura y este tejido. Para este examen, utilizamos una amplia colección de indi-

cadres cuantitativos, y ponemos de relieve las debilidades relativas en todos estos elementos, cuya convergencia explica la situación analizada. Esta articulación y agregación de factores puede ayudarnos a anticipar cuál será el futuro previsible *rebus sic stantibus*, es decir, si no hay un cambio en las líneas de tendencia, precisamente porque no lo haya en los factores subyacentes, lo que nos permite sugerir diversos escenarios. Las conclusiones finales sintetizan nuestras averiguaciones, resumen nuestras alternativas, y sugieren diversos cursos de acción.

Enfoque teórico

Nuestro trabajo se sitúa en el marco del debate actual sobre esta materia, y su punto de partida, para la exposición del argumento y la evidencia empírica, es el enfoque propuesto por Jeffrey Furman, Michael Porter y Scott Stern en su artículo «The determinants of national innovative capacity» (2002), organizado en torno al concepto de «capacidad nacional de innovación», que es en realidad, la actualización de esa capacidad (o ese potencial) en forma de resultados o realizaciones de la misma (patentes, saldos de la balanza tecnológica, etc.).

Nos ha parecido útil el intento de síntesis que dichos autores hacen de los principales enfoques utilizados en el debate contemporáneo: la problemática de los sistemas nacionales de innovación (Nelson, ed., 1993), la teoría del crecimiento económico que incorpora el papel de los conocimientos (Romer, 1990) y el modelo de las ventajas comparativas nacionales y los tejidos industriales (*industrial clusters*) (Porter, 1990). En particular, nos ha parecido que la inclusión de las ideas de este último modelo, propuesto por Michael Porter a comienzos de los noventa, añadía un grado de complejidad y de realismo muy necesario al enfoque habitual de los sistemas nacionales de innovación, predominante en la literatura actual sobre estos temas y en las recomendaciones de políticas públicas de organizaciones internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Unión Europea (UE). A este respecto, una de las sugerencias más interesantes del modelo de Porter, recogida en el trabajo de Furman *et al.* (2002: 903), es que «el nivel de innovación efectivamente llevada a la práctica en una economía depende del grado en el que la I+D privada es alimentada por una competición doméstica basada en la innovación».

En la interpretación de la evidencia empírica y en las conclusiones que extraemos de nuestro análisis nos ayudamos también de otras dos aportacio-

nes, que ponen el acento en las instituciones y nos parecen congruentes con el enfoque centrado en torno a la idea de la capacidad nacional de innovación. Por una parte, tenemos en cuenta la crítica de Hers y Nahuis (s.f.) al enfoque de los sistemas nacionales de innovación. Estos autores lo consideran, como nosotros, útil para entrever la complejidad de los procesos de innovación, pero limitado, al centrarse en fallos del sistema que apuntan a los síntomas, y no a las estructuras de incentivos subyacentes, y, por ello, recomiendan un retorno matizado a la discusión tradicional en términos de fallos del mercado y, en particular, de fallos del estado. Por otra parte, estamos atentos al enfoque de la corriente austríaca en la ciencia económica, en particular la hayekiana (convergente en este punto con el neoinstitucionalismo), con su énfasis característico en los mecanismos institucionales, lo que permite apreciar mejor el problema de los incentivos de los agentes y la naturaleza de los vínculos sistémicos (justamente puestos de relieve por el enfoque de los sistemas de innovación).

Los resultados: el nivel de la capacidad de innovación de España

II

Aun sabiendo que ningún indicador aislado puede bastar a la hora de estimar cuál sea el nivel tecnológico de un país, muchos autores eligen el de las patentes. Así lo hacen también Furman *et al.* (2002), quienes las consideran como el principal indicador de los resultados de la capacidad nacional de innovación, entre cuyas ventajas se cuentan las de ser medible y fácil de contrastar internacionalmente. También nosotros partimos de dicho indicador, aunque lo complementamos con otros: la balanza de pagos tecnológica, las exportaciones en sectores punta y la proporción de empresas innovadoras.

1. Las patentes

Evolución favorable de las patentes de los residentes en España

La evolución del número total de las patentes de residentes en España ha experimentado un aumento notable, especialmente las presentadas en el extranjero, mas no tanto las registradas en España. Las patentes de residentes en España presentadas en el país pasaron de 1.718 en 1981 a 3.421 en 2001 (cuadro 1). Las presentadas en el extranjero, sin embargo, han experimentado un crecimiento notable: pasaron de 8.509 en 1981 a 12.709 en 1986, y, tras una ruptura de la serie entre 1986 y 1987, de 21.649 en 1987 a 111.612 en 1998⁽¹⁾; es decir, se habrían multiplicado por más de cinco en esos últimos doce años.

(1) La serie de patentes presentadas en el extranjero se detiene en 1998. No hemos encontrado ninguna fuente secundaria que permita actualizarla.

Cuadro 1

Evolución de las patentes, España (1981-2001)

	Demandas en España			Demandas en el extranjero	Tasa de dependencia	Tasa de autosuficiencia	Tasa de difusión	Coeficiente de inventiva
	Total	De residentes	De extranjeros					
Según el INE								
1981	10.227	1.718	8.509	1.848	5,0	0,17	1,0	0,4
1982	10.201	1.646	8.555	1.477	5,2	0,16	0,9	0,4
1983	9.850	1.498	8.352	1.540	5,6	0,15	0,9	0,4
1984	10.700	1.784	8.916	2.056	5,0	0,17	1,4	0,5
1985	11.298	2.149	9.149	1.785	4,3	0,19	1,0	0,6
1986	14.361	1.652	12.709	2.135	7,7	0,12	1,0	0,4
1987	23.390	1.741	21.649	2.263	12,4	0,07	1,4	0,5
1988	26.242	1.832	24.410	2.730	13,3	0,07	1,6	0,5
1989	30.596	2.118	28.478	3.102	13,5	0,07	1,7	0,5
1990	46.817	2.260	44.557	4.603	19,7	0,05	2,2	0,6
1991	45.668	2.188	43.480	5.654	19,9	0,05	2,5	0,6
1992	48.900	2.101	46.799	6.886	22,3	0,04	3,2	0,5
1993	50.004	2.192	47.812	7.575	21,8	0,04	3,6	0,6
1994	54.136	2.171	51.965	9.227	23,9	0,04	4,2	0,6
1995	57.695	2.078	55.617	10.088	26,8	0,04	4,7	0,5
1996	65.199	2.308	62.891	16.847	27,3	0,04	8,1	0,6
1997	89.227	2.270	86.957	21.028	38,1	0,03	9,1	0,6
1998	113.916	2.304	111.612	28.721	48,4	0,02	12,7	0,6
Según el Ministerio de Industria								
1995	57.943	2.280	55.663		24,4	0,04		0,6
1996	65.525	2.596	62.929		24,2	0,04		0,7
1997	89.728	2.741	86.987		31,7	0,03		0,7
1998	114.607	2.965	111.642		37,7	0,03		0,7
1999	123.234	3.187	120.047		37,7	0,03		0,8
2000	144.367	3.531	140.836		39,9	0,02		0,9
2001	159.055	3.421	155.634		45,5	0,02		0,8

1) Tasa de dependencia = demandas de no residentes / demandas de residentes; tasa de autosuficiencia = demandas de residentes / demandas en España; tasa de difusión: demandas en el extranjero / demandas de residentes el año anterior; coeficiente de inventiva = demandas de residentes / 10.000 habitantes.

2) En 1987, ruptura en las series, tras firmar España el Convenio Europeo de Patentes.

Fuente: Elaboración propia con datos de patentes hasta 1998 del INE, *Estadística de I+D. Indicadores básicos 2000* (en www.ine.es), datos de patentes desde 1995 a 2001 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (<http://www6.mcyt.es/indicadores/i+d+i/resultad/patentes.xls#%20de%20tablas%20A1>) y datos de población para el cálculo del coeficiente de inventiva, del INE (Cifras oficiales de población, también en www.ine.es).

Empeoran el coeficiente de inventiva y las tasas de dependencia y de autosuficiencia, pero mejora la tasa de difusión

No se suele usar el dato bruto del número de patentes como indicador, sino que se le suele poner en relación con otras variables. Así se elaboran indicadores más complejos, según quién solicite la patente (residente en el

país o no residente) o dónde se solicite (en el país de residencia, o en el extranjero), pero también según cuál sea el número de habitantes.

Quizá el mayor interés lo tenga uno esos indicadores, el coeficiente de inventiva, es decir, el número de patentes solicitadas por residentes dividido por el número de habitantes de un país (medido en tanto por diez mil). Es una manera de relativizar el mero aumento del número de patentes. Como en España, el número de patentes solicitadas por los residentes ha aumentado poco, tampoco lo ha hecho el coeficiente de inventiva, que ha pasado de 0,4 al comenzar los ochenta, a 0,8 al comenzar el siglo XXI.

La tasa de dependencia (patentes solicitadas por no residentes divididas por las patentes solicitadas por residentes) se refiere a la medida en que la inventiva o la innovación en un país depende de lo que ocurre fuera. Dicha tasa no ha dejado de aumentar para España desde el inicio de los ochenta, multiplicándose en esos años por más de diez: de 5,0 en 1981 se ha pasado a 7,7 en 1986, y de 12,43 en 1987 a 45,5 en 2001 (conviene recordar esa ruptura de la serie en 1986/1987, en la que las solicitudes de extranjeros casi se duplican en un año).

La tasa de autosuficiencia (número de patentes solicitadas por residentes en un país dividido por el número de patentes solicitadas en ese país multiplicado por cien) mide un fenómeno similar al de la tasa de dependencia. Aquella tasa casi no ha hecho más que caer desde 1981 a 1986, y desde 1987 a 2001, fechas estas últimas en las que ha pasado de 0,07 a 0,02. Lo que esto significa es que un 98% de las patentes solicitadas en España tiene origen extranjero.

La tasa de difusión (número de patentes solicitadas en el extranjero por residentes de un país dividido por el número de patentes solicitadas por los residentes de ese país) mide hasta qué punto las invenciones e innovaciones locales buscan una salida exterior⁽²⁾. Parece bastante claro que esa búsqueda ha aumentado en el periodo considerado: la tasa ha pasado de 1 en 1981 (es decir, apenas intentaba registrarse fuera de España el mismo número de patentes registrado aquí) a 12,7 en 1998 (último dato disponible), con una aceleración muy clara desde 1996.

Los indicadores anteriores nos permiten también situar el caso español en el marco de los países habituales de referencia (países de la Unión Europea y otros de la OCDE) (cuadro 2).

■ (2) Una patente local puede dar lugar a varias solicitudes de patentes fuera del país.

Cuadro 2

Principales ratios sobre patentes, países de la OCDE (2001)

	Tasa de dependencia	Tasa de autosuficiencia	Tasa de difusión (1997)	Coefficiente de incentiva
Japón	0,1	0,95	1,1	30,1
Alemania	1,9	0,35	10,1	9,2
Estados Unidos	0,7	0,58	14,8	6,1
Dinamarca	53,4	0,02	46,4	5,4
Holanda	18,6	0,05	43,5	5,1
Reino Unido	5,5	0,15	17,5	4,9
Suecia	38,5	0,03	38,6	4,4
Finlandia	76,4	0,01	34,5	3,9
Austria	52,9	0,02	13,9	3,6
Francia	7,0	0,12	14,0	3,6
Irlanda	116,3	0,01	11,9	3,5
Bélgica	79,2	0,01	35,3	1,9
España	45,5	0,02	9,7	0,8
Italia	40,1	0,02	12,1	0,7
Portugal	946,8	0,00	8,5	0,2
Grecia	1.990,6	0,00	5,4	0,1

Tasa de dependencia: Patentes solicitadas por no residentes / patentes solicitadas por residentes.

Tasa de autosuficiencia: Patentes solicitadas por residentes / total de patentes solicitadas.

Tasa de difusión: Patentes solicitadas en el extranjero / patentes solicitadas por residentes en el año anterior.

Coefficiente de inventiva: Patentes solicitadas por residentes / población, en tanto por 10.000.

Fuente: Elaboración propia con datos de patentes del Ministerio de Industria (véase cuadro 1) y datos de población de OECD (2005b); datos de 1997 (1996 para Italia y Grecia), de OECD, *Statistical compendium*.

Papel muy modesto de España en la comparación internacional

En términos del coeficiente de inventiva, descuella por encima de todos los países Japón (con 30,1 patentes por cada 10.000 habitantes en 2001). El grupo siguiente lo forman Alemania, Estados Unidos, Dinamarca, Holanda, Reino Unido y Suecia (con cifras que van desde el 9,2 hasta el 4,4 por 10.000). España ocupa un lugar muy inferior en este *ranking*, con 0,8 patentes por diez mil habitantes, por encima de Italia, Portugal y Grecia.

Según la tasa de dependencia, países mínimamente dependientes serían, como cabía esperar, Japón (0,1) y Estados Unidos (0,7). Muy poco dependientes serían Alemania (1,9) o Reino Unido (5,5). En este *ranking* de dependencia, España ocuparía el puesto 9 (de 16), con una tasa de dependencia elevada (45,5), pero no tanto como las de Bélgica (79,2), Irlanda (116,3), Portugal (946,8) o Grecia (1.990,6).

España sería, lógicamente, uno de los países menos autosuficientes en términos de patentes. Sólo 2 de cada 100 patentes en España las solicitarían residentes españoles, una cifra que encuentra su opuesto más lejano en el caso japonés, en cuyo país 95 de cada 100 patentes las solicitan japoneses. Países muy autosuficientes serían también Estados Unidos (58 de cada 100) y Alemania (35 de cada 100).

A la altura de 1997, la tasa de difusión de las patentes españolas era relativamente baja (9,7), sobre todo teniendo en cuenta que se calcula a partir de una cifra de patentes solicitadas por residentes relativamente baja en términos comparativos. Las tasas de difusión para otros países con tasas de autosuficiencia similares a la española (Noruega, Dinamarca, Holanda o Suecia) eran notablemente superiores, y estaban entre el 40 y el 50 por ciento. Países como Estados Unidos o Japón, a pesar de ser muy innovadores, tienen tasas de difusión relativamente bajas porque éstas se calculan sobre un número de patentes de residentes muy elevado y porque tales países representan el principal destino de las patentes generadas en otros países.

Evolución desfavorable de las patentes triádicas

Parece, entonces, que tres de las ratios examinadas muestran una tendencia negativa (las tasas de inventiva, dependencia y autosuficiencia) y que la única relativamente positiva es la de la tasa de difusión. ¿Realmente la presencia internacional de las patentes españolas ha mejorado tanto como sugiere esa tasa? Algunas evidencias adicionales matizan, mucho, esta conclusión.

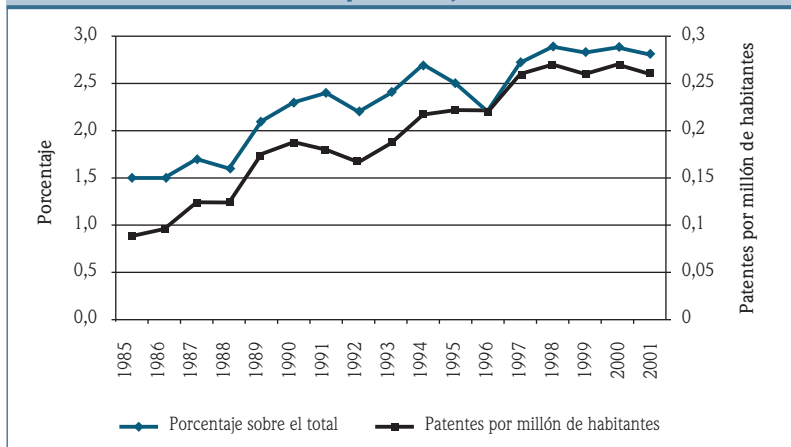
El análisis de la evolución de las patentes llamadas «triádicas», es decir, las presentadas ante las principales oficinas de patentes y marcas del mundo, las de Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office, USPTO), la de la Unión Europea (European Patent Office, EPO) y la de Japón, nos permite acercar los datos hasta 2001. En el gráfico 1 se observa la evolución de 1985 a 2001 del porcentaje español del total de estas patentes triádicas. El porcentaje aumenta hasta 1993/1994, y a partir de entonces se estabiliza un poco por encima del 0,25%, como si las patentes españolas hubieran llegado a su tope. Una evolución similar se aprecia con el indicador de patentes por millón de habitantes.

España ocupa un lugar inferior en los *rankings* de patentes triádicas. En 2001, España, con un 0,26% del total, ocupaba el puesto 16º de 22 países

de la OCDE (cuadro 3), habiendo experimentado un ligerísimo aumento respecto del 0,23% de 1990.

Gráfico 1

Patentes «triádicas» españolas, 1985-2001



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b) y datos de población de www.ine.es.

Cuadro 3

Porcentaje de las familias de patentes «triádicas», países de la OCDE (1990, 2001)

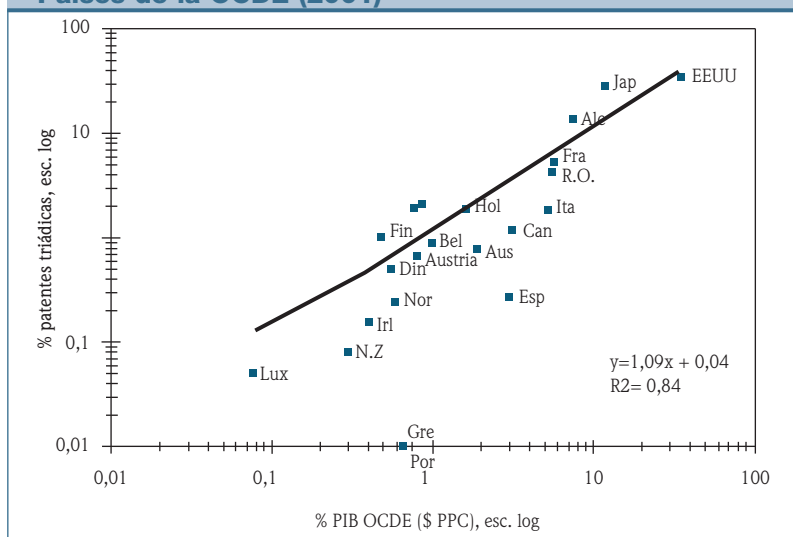
	1990	2001
Estados Unidos	34,36	35,13
Japón	30,59	27,48
Alemania	12,66	13,37
Francia	5,91	5,14
Reino Unido	4,48	4,21
Holanda	1,82	1,92
Suecia	1,33	1,92
Suiza	2,43	1,88
Italia	1,99	1,84
Canadá	0,88	1,18
Finlandia	0,46	1,01
Bélgica	0,69	0,86
Australia	0,57	0,74
Austria	0,53	0,65
Dinamarca	0,39	0,51
España	0,23	0,26
Noruega	0,16	0,23
Irlanda	0,08	0,15
Nueva Zelanda	0,03	0,08
Luxemburgo	0,05	0,05
Grecia	0,01	0,01
Portugal	0,00	0,01

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

El puesto de España está bastante por debajo de lo que cabría esperar por el tamaño de su economía (o de su población), tal y como se observa en el gráfico 2. Dicho gráfico muestra la asociación que hay entre potencia económica (medida por el porcentaje del total del Producto Interior Bruto [PIB] de la OCDE que representa el PIB de cada país) y potencia innovadora (medida por el porcentaje de cada país en las patentes triádicas). Como puede observarse, la correlación es bastante fuerte. Algunos países, sin embargo, están bastante por debajo de la recta de regresión, lo que implica que su potencial económico (o poblacional) es mayor que su potencial innovador. Según esto, los países menos aventajados serían Grecia, Portugal y España. En cambio, países como Suiza, Japón, Suecia, Finlandia y Alemania tendrían un potencial innovador superior a su potencial económico.

Gráfico 2

Potencia económica e innovadora. Países de la OCDE (2001)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Podemos ver la distribución de esa presencia de los países en el panorama internacional de las patentes triádicas con más detalle en el cuadro 4. En cuanto a las patentes solicitadas en la EPO en el año 2000, la parte del león se la llevan países externos a la Unión Europea: Estados Unidos (27,5%) y Japón (18,2%); juntos (45,8%) suman un porcentaje equivalente al del total de los países de la UE (46,7%). Hay que destacar, de todos modos, que Alemania representa el 20,6%, mientras que España sólo aportaba el 0,7%,

es decir, un porcentaje casi 30 veces inferior al alemán. Además, el porcentaje español casi no habría variado desde 1995. Tan sólo representaban porcentajes inferiores Irlanda, Luxemburgo, Grecia y Portugal, todos ellos países mucho más pequeños que España, aunque hay que tener en cuenta que el porcentaje de Irlanda habría crecido bastante desde 1995.

Algo similar ocurre con las patentes concedidas por la USPTO en 2002, si bien, en este caso, el predominio estadounidense es aún más abrumador (51,7%). Japón mantiene una proporción algo superior (20,8%) y la UE consigue una penetración reducida (16,1%), similar a la de 1995. De nuevo, España tan sólo supera a Irlanda, Luxemburgo, Grecia y Portugal, con un porcentaje en torno al 0,2% (algo superior al de 1995).

El panorama relativo al grado de importancia de las patentes españolas se oscurece todavía más si consideramos sólo las patentes en campos de alta tecnología en los años 1996-1998 (cuadro 5). Sus porcentajes son aún más bajos, sobre todo porque en estos sectores se acentúa el predominio norteamericano y japonés: 39,6 y 24,9% de las patentes solicitadas en la EPO; 56,0

Cuadro 4

Patentes solicitadas en la European Patent Office (EPO) en el año 2000; patentes concedidas en la United States Patent and Trademark Office (USPTO) en 2002, por países

	Patentes europeas		Patentes estadounidenses	
	Porcentaje del total (2000)	Crecimiento porcentual desde 1995	Porcentaje del total (2002)	Crecimiento porcentual desde 1995
UE-15	46,79	0,4	16,17	0,2
EEUU	27,54	-1,5	51,76	-0,8
Alemania	20,6	1,2	6,76	0,5
Japón	17,2	0,2	20,86	-0,4
Francia	6,87	-2,2	2,41	-2,0
Reino Unido	5,33	-1,3	2,3	-1,0
Italia	3,61	-0,4	1,05	-0,3
Holanda	2,88	4,0	0,83	0,6
Suecia	2,13	0,4	1,00	3,3
Finlandia	1,29	3,9	0,49	4,9
Bélgica	1,23	-0,6	0,43	1,2
Austria	1,03	-0,7	0,32	-0,8
Dinamarca	0,78	1,4	0,27	4,9
España	0,69	3,2	0,19	3,4
Irlanda	0,23	10,7	0,08	5,0
Luxemburgo	0,06	8,9	0,03	2,2
Grecia	0,04	0,6	0,01	6,1
Portugal	0,03	4,3	0,01	19,3

Fuente: European Commission (2003: 67).

Cuadro 5

Patentes en campos de alta tecnología, solicitadas en la EPO; concedidas en la USPTO, por países (1996-1998)				
	Patentes europeas (EPO)		Patentes estadounidenses (USPTO)	
	Porcentaje del total (1996-1998)	Crecimiento porcentual desde 1993-1995	Porcentaje del total (1996-1998)	Crecimiento porcentual desde 1993-1995
Estados Unidos	39,60	1,5	56,00	7,7
Japón	24,91	-6,1	27,16	-19,4
Bélgica	10,26	0,5	2,83	-6,2
Suecia	6,20	9,5	2,29	6,0
Finlandia	6,12	-14,8	2,22	-6,3
Irlanda	3,04	10,5	0,88	-5,9
Grecia	1,87	-0,9	0,68	11,1
Reino Unido	1,82	37,4	0,77	35,1
Portugal	1,72	54,2	0,44	52,7
Alemania	1,12	11,1	0,35	32,7
Austria	0,70	19,1	0,28	104,5
Italia	0,58	22,7	0,15	12,5
España	0,38	12,5	0,12	51,9
Francia	0,14	-2,6	0,09	12,4
Dinamarca	0,04	-5,8	0,02	103,5
Luxemburgo	0,02	-8,2	0,01	526,2
Holanda	0,01	0,0	0,00	-79,1

Fuente: Adaptado de European Commission (2000: 60).

y 27,1%, respectivamente, de las patentes concedidas por la USPTO. De todas formas, aunque ligeramente, los reducidos porcentajes correspondientes a España han aumentado respecto del trienio anterior: del 0,33 al 0,38% en Europa; del 0,08 al 0,12% en Estados Unidos.

En definitiva, este primer y principal indicador de la capacidad de innovación española es bastante claro. Se ha mejorado en los últimos lustros, pero tan poco que nuestra capacidad de innovación parece muy alejada de nuestro potencial económico y demográfico.

2. La balanza de pagos tecnológica y el comercio exterior tecnológico

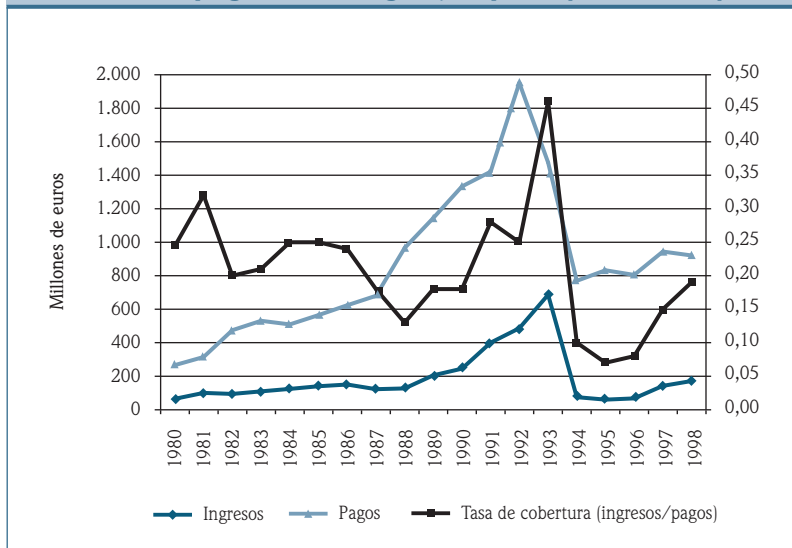
2.1. La balanza tecnológica

Una evolución desfavorable de la balanza tecnológica

La balanza de pagos tecnológica española sigue presentando hoy su desequilibrio tradicional (gráfico 3). La tasa de cobertura (pagos/ingresos) se mantuvo, grosso modo, entre el 0,2 y el 0,3 entre 1980 y 1992, con algún descenso coincidente con la fase alcista del ciclo económico, en la que en

España las importaciones suelen crecer más que las exportaciones, y el crecimiento correspondiente de 1993 (hasta el 0,46), que refleja el intenso recorte de las importaciones debido a la recesión de ese año, y el impulso a las exportaciones que supusieron las devaluaciones de la peseta en 1992/93. Desde 1994, la serie sigue otros criterios y, además, sólo llega hasta 1998, pocos años como para observar una evolución.

Gráfico 3

Balanza de pagos tecnológica, España (1980-1998)

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2005a), ruptura de serie en 1994, tras la liberalización de la economía.

2.2. La tasa de cobertura del comercio exterior tecnológico

Evolución desfavorable de las tasas de cobertura de los productos de alta tecnología

Otro indicador sugiere que, desde 1997, el equilibrio de la balanza tecnológica de productos (es decir, excluyendo, por ejemplo, el pago por patentes y licencias; así como los servicios) se ha mantenido estable, incluso más que el de la balanza comercial total. Así, la tasa de cobertura en el comercio exterior de productos de alta tecnología (cuadro 6) se ha mantenido relativamente estable alrededor del 0,45 entre 1997 y 2002, lo cual es notable, dado que en el mismo periodo, la tasa de cobertura del conjunto del comercio exterior ha caído (de 0,85 a 0,77).

En general, España es uno de los países desarrollados con una menor tasa de cobertura en su balanza de pagos tecnológica. Entre los trece países de la OCDE para los que había datos de comienzos del siglo XXI o finales de la década de los noventa, España ocupaba, justamente, el último lugar, con una tasa de 0,19 (correspondiente a 1998), lejos, incluso, del penúltimo país, Australia, con un 0,61 (cuadro 7). Mucho más lejos aún de países como Japón (2,56) y Estados Unidos (2,41), o, entre los europeos, del Reino Unido (2,35). Cabe reseñar, además, el contraste del caso español, que cayó de una tasa de 0,32 en 1980 a 0,19 en 1998, con el finlandés, que pasó de una tasa de 0,05 en 1980 a una de 1,17 en 2003.

Cuadro 6

Comercio exterior de productos de alta tecnología, tasa de cobertura (exportaciones/importaciones), España (1997-2002)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0. Armas y municiones	1,62	1,55	1,43	0,94	1,00	1,03
1. Construcción aeronáutica y espacial	0,41	0,23	0,22	0,20	0,31	0,56
2. Maquinaria de oficina y equipo informático	0,38	0,50	0,52	0,41	0,37	0,29
3. Material electrónico; equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	0,50	0,45	0,40	0,38	0,42	0,44
4. Productos farmacéuticos	0,68	0,74	0,67	0,62	0,59	0,55
5. Instrumentos científicos	0,39	0,38	0,33	0,33	0,35	0,35
6. Maquinaria y material eléctrico	0,23	0,26	0,28	0,27	0,46	0,49
8. Productos químicos	0,50	0,38	0,55	0,74	0,64	0,70
9. Maquinaria y equipo mecánico	1,09	0,71	0,71	0,50	0,70	0,80
Total exportaciones de alta tecnología	0,47	0,46	0,41	0,38	0,43	0,45
Total exportaciones	0,85	0,81	0,80	0,77	0,75	0,76

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2004).

Cuadro 7

Balanza de pagos tecnológica, países de la OCDE (1980, 1990, 2000/2003)

	Tasa de cobertura (pagos/ingresos)			
	1980	1990	Dato más reciente	Año del dato más reciente
Japón	0,67	0,91	2,56	2002
Estados Unidos	11,21	5,31	2,41	2003
Reino Unido	1,21	0,76	2,35	2003
Canadá	0,38	1,00	1,94	2001
Francia	0,91	0,76	1,29	2002
Bélgica	0,86	0,75	1,23	2001
Finlandia	0,05	0,16	1,17	2003
Noruega	0,57	0,88	1,16	2003
Austria	0,24	0,32	1,00	2001
Alemania	0,63	0,91	0,95	2003
Italia	0,35	0,58	0,82	2003
Australia	0,10	0,36	0,62	1996
España	0,32	0,18	0,19	1998

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

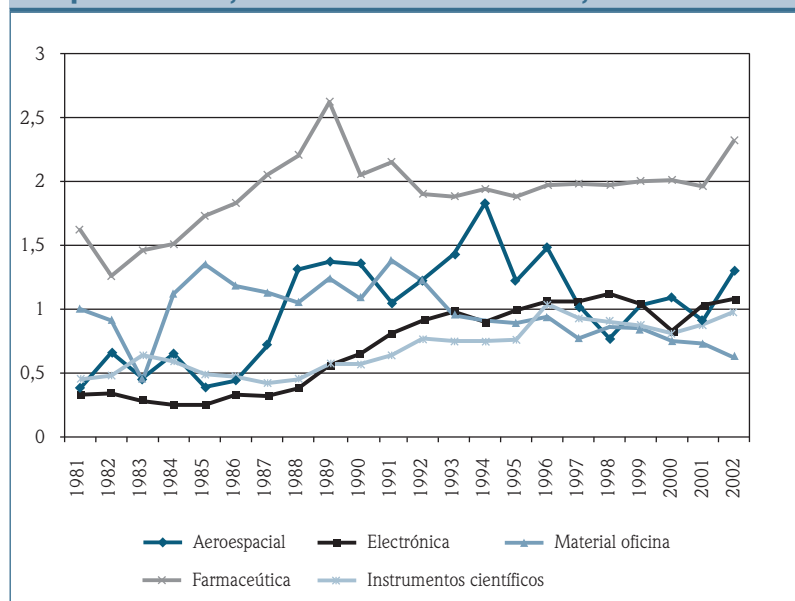
2.3. Las exportaciones de productos de alta tecnología

Una mejora lenta y modesta de las exportaciones de manufacturas con alto contenido tecnológico

También podemos medir indirectamente la capacidad de innovación tecnológica de la industria española con un indicador que mide la presencia internacional de productos con alto contenido tecnológico fabricados en España. La OCDE nos proporciona datos al respecto de cinco industrias (aeroespacial, electrónica, material de oficina e informática, farmacéutica y de instrumentos científicos o de precisión); se trata del porcentaje que representan las exportaciones de cada país en el total de las exportaciones de la OCDE en dichas industrias. Los resultados para España se recogen en el gráfico 4.

Gráfico 4

Porcentaje español del mercado mundial de exportaciones, industrias seleccionadas, 1981-2002



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

En el gráfico puede observarse cómo, en general, la cuota de mercado española ha aumentado en los últimos veinte años, pero muy poco. Los resultados, en todo caso, difieren según el sector que consideremos, siendo el nivel más alto en la industria farmacéutica; pero incluso en este caso, la evolución no es impresionante.

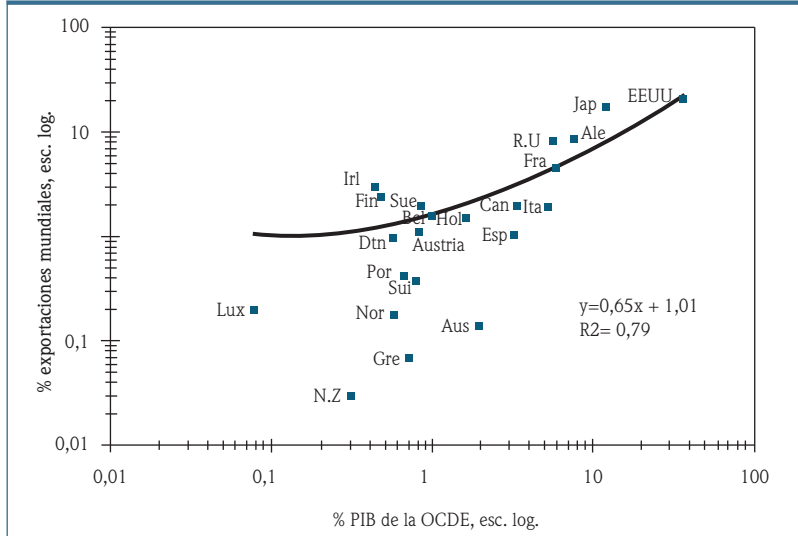
La cuota de mercado en exportaciones aeronáuticas experimentó bastante empuje entre 1986 y 1988, pasando de un 0,44 a un 1,31%; con altibajos, se mantuvo en niveles similares por espacio de casi una década, aunque desde 1996 parece experimentar una tendencia a la baja. En electrónica, un periodo de relativa estabilidad fue sucedido a finales de los ochenta por una senda claramente ascendente hasta 1993, año en que la cuota española se situó en el 0,98%, para luego mantenerse con una ligera tendencia al alza (1,02% en 2002). En material de oficina, una relativa estabilidad (alrededor del 1,2%) en los años ochenta y primeros noventa ha sido seguida por un descenso hasta niveles próximos al 0,5%. En la industria de instrumentos, la penetración de las exportaciones españolas sigue una tendencia suavemente ascendente desde finales de los años ochenta, hasta situarse en el 0,98% del total de la OCDE en el año 2002. En exportaciones farmacéuticas la cuota creció, sobre todo, en los años ochenta (hasta el 2,5% del total de la OCDE), luego cayó y permaneció estable (algo por debajo del 2%) por una década, para volver a subir en el año 2002 (2,3%).

Si comparamos la evolución de estas industrias, da la impresión de que todas, menos la farmacéutica, han tendido a converger hasta el entorno del 1%. Quizá sea coincidencia o quizá ocurra que dicho porcentaje viene a representar en términos de exportaciones el peso internacional de la economía española.

En realidad, salvo, precisamente, en el caso de la industria farmacéutica, el porcentaje de las exportaciones de la OCDE (potencia exportadora) de cada país miembro está muy relacionado con el porcentaje que representa del PIB total de la OCDE (su potencia económica). Como ejemplo, pueden verse los gráficos 5 y 6. En el primero de ellos, se observa cómo a medida que aumenta la potencia económica de cada país tiende a aumentar su potencia exportadora de productos electrónicos ($R^2=0,79$). España (1,1%) se sitúa por debajo de su potencia económica (3,2%), mientras que, por ejemplo, Japón se sitúa muy por encima. Sin embargo, el segundo gráfico nos muestra cómo la relación entre potencia económica y potencia exportadora es casi inexistente, en general, en el caso de la industria farmacéutica ($R^2=0,14$); resultando notoria la sobrerrepresentación de países como Bélgica (1,0% del PIB de la OCDE, 14,1% de las exportaciones), Suiza (0,8 y 9,5%) o Irlanda (0,4 y 10,5%), así como la infrarrepresentación de Estados Unidos (36,1 y 10,5).

Gráfico 5

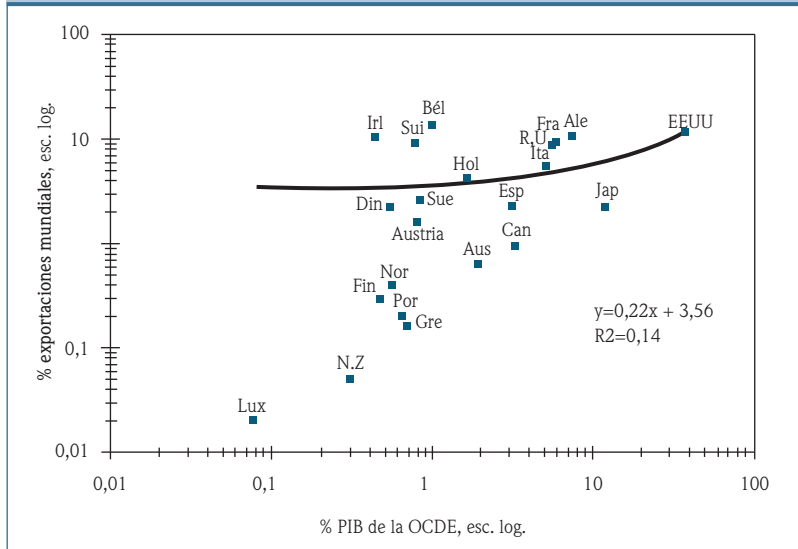
Industria electrónica y potencia económica, países OCDE (2002)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Gráfico 6

Industria farmacéutica y potencia económica, países OCDE (2002)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

3. Las empresas innovadoras

Posición muy baja en el *ranking* europeo

Desde hace unos años contamos con otro tipo de evidencia acerca de la capacidad innovadora de los países. Se trata de las encuestas de innovación, mediante las cuales se obtiene información directamente de las empresas, generalmente, industriales (aunque empiezan a llevarse a cabo en el sector servicios), gracias a cuestionarios que están cada vez más estandarizados internacionalmente (Salazar y Holbrook, 2004).

En España, el Instituto Nacional de Estadística (INE) ha llevado a cabo seis encuestas de innovación tecnológica (1994, 1996, 1998, 2000 y 2002), y la Unión Europea va por la tercera. Aunque las encuestas del INE son una fuente de primer orden para estudiar las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, sin embargo, por ser tan recientes y, a la vez, por haber variado su metodología, con los datos secundarios publicados no podemos emitir un juicio acerca de la evolución de dicha actividad⁽³⁾. Tampoco permiten seguir la evolución en el tiempo las encuestas europeas por razones similares, pero, al menos, sí sirven para situar a las empresas españolas en el marco europeo. Con la última encuesta europea, que recoge datos del periodo 1998-2001 (distintos años, según los países), comprobamos que el lugar de España encaja bien con los datos de patentes (cuadro 8). Las empresas industriales españolas estarían en el último lugar de una lista de países ordenada según la proporción de empresas innovadoras. En España, sólo el 37% lo serían, la mitad que el porcentaje del líder de la clasificación, Irlanda, con un 75%. En el caso de las empresas de servicios, España ocuparía el último o penúltimo lugar, con un 25% de empresas innovadoras, ex aequo con Italia, y también lejos del líder, en este caso, Alemania, con un 57% (cuadro 9).

El cuadro recoge información acerca de la financiación pública de la innovación. A simple vista, se observa que dicha financiación no parece esti-

(3) Hasta la de 1998, inclusive, la muestra representaba a las empresas industriales, independientemente de su tamaño. Desde el año 2000, tan sólo se incluyen las empresas industriales y de servicios de 10 ocupados o más. En las publicaciones del INE hasta 1998, se distinguen los datos según las empresas tengan hasta 19 trabajadores o si tienen 20 ó más, de manera que no cabe la comparación con los datos generales de periodos subsiguientes. Asimismo, la variación entre los resultados de las encuestas de 2000 y 2002 es tan grande que no cabe suponer que refleje una evolución, sino, más bien que se trata de muestras poco comparables.

Cuadro 8

**Innovación en la industria de la Unión Europea
(1998-2001), datos en porcentaje**

	Empresas innovadoras como % del	«Successful innovators» como % del total	Facturación debida a productos nuevos o significativamente mejorados, no nuevos en el mercado (en % de la facturación de las empresas innovadoras «de producto»	Facturación debida a productos nuevos o significativamente mejorados, nuevos en el mercado (en % de la facturación de todas las empresas innovadoras «de producto»	Empresas innovadoras que han recibido financiación pública	Empresas innovadoras que han recibido financiación pública ligada a la innovación sobre el total
Irlanda	75	49	—	—	—	—
Alemania	66	60	34	9	28	19
Bélgica	59	59	10	6	29	17
Holanda	55	51	20	8	45	25
Austria	53	44	17	9	51	27
Dinamarca	52	49	24	15	8	4
Luxemburgo	49	47	—	—	27	13
Finlandia	49	43	4	26	51	25
Suecia	47	40	—	—	20	9
Francia	46	40	8	10	25	12
Portugal	45	42	6	26	36	16
Italia	40	38	14	21	44	18
Reino Unido	39	32	21	4	13	5
España	37	37	20	14	31	12

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD de la Third Community Innovation Survey, disponibles en European Commission (2004).

mular el crecimiento de empresas innovadoras. Hay países con porcentajes relativamente altos de empresas que han recibido financiación (Italia y Portugal, por ejemplo) pero con niveles relativamente bajos de empresas innovadoras; viceversa, algunos países (Dinamarca, Suecia) están por encima de los anteriores en cuanto a la proporción de empresas innovadoras, a pesar de que son pocas las empresas que han recibido financiación orientada a la innovación.

El rendimiento que parecen sacar las empresas españolas a su innovación es similar al de los demás países. Un 14% de la facturación de las empresas industriales que innovan en productos en España se debe a productos nuevos en el mercado, cifra sólo claramente inferior a las de Italia (21%), Portugal (26%) y Finlandia (26%), similar a la de Dinamarca (15%), y superior a las demás. En realidad, da la impresión de que a mayor proporción de empresas innovadoras, menor es la proporción de su facturación que supo-

Los resultados: el nivel de la capacidad de innovación de España

Cuadro 9

Innovación en la industria de la Unión Europea (1998-2001), datos en porcentaje

	Empresas innovadoras como % del	«Successful innovators» como % del total	Facturación debida a productos nuevos o significativamente mejorados, no nuevos en el mercado (en % de la facturación de las empresas innovadoras «de producto»	Facturación debida a productos nuevos o significativamente mejorados, nuevos en el mercado (en % de la facturación de todas las empresas innovadoras «de producto»	Empresas innovadoras que han recibido financiación pública	Empresas innovadoras que han recibido financiación pública ligada a la innovación sobre el total
Alemania	57	49	10	7	19	11
Irlanda	52	39	—	—	—	—
Portugal	50	49	8	12	15	8
Luxemburgo	48	44	—	—	11	5
Suecia	46	40	—	—	19	9
Austria	45	42	11	6	26	12
Bélgica	42	42	17	8	15	6
Finlandia	40	37	8	14	27	11
Holanda	38	36	14	3	19	7
Dinamarca	37	34	26	8	7	3
Francia	34	29	14	7	18	6
Reino Unido	33	26	42	3	8	3
España	25	23	18	18	18	5
Italia	25	24	12	15	26	7

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD de la Third Community Innovation Survey, disponibles en European Commission (2004).

nen los productos nuevos en el mercado. Algo parecido pasa en el sector servicios, aunque, en este caso, las empresas innovadoras españolas recogen el máximo porcentaje de facturación debida a productos nuevos, muy por encima del líder de la clasificación, Alemania, con un 7%.

Los factores causales:

(a) la infraestructura de innovación

III

En esta sección nos referimos a varios factores cuya actuación conjunta permite comprender mejor las razones de la limitada capacidad de innovación de España que acabamos de constatar. En primer lugar, nos ocupamos de lo que Furman *et al.* (2002) llaman «infraestructura común de innovación». Bajo esta expresión se agrupan, a su vez, varios elementos, que incluyen: el gasto, los recursos humanos y una variedad de actores institucionales y políticos. En este caso, nos referimos, primero, al gasto en I+D, distinguiendo varios de sus componentes. Después, constatamos la disponibilidad de recursos humanos, y de ahí derivamos hacia dos consideraciones complementarias, una de las cuales constata la actuación investigadora de esos recursos, es decir, la evolución de su producción científica, con un comentario sobre su productividad; y otra se refiere al análisis de algunos inputs que pueden operar sobre la evolución de aquellos recursos, en particular, al gasto en educación superior (es decir, en la formación de aquellos recursos) y al marco institucional de la educación superior (que puede afectar a la calidad de los mismos). Finalmente, analizaremos algunos factores institucionales y políticos del marco regulador que, presumiblemente, pueden afectar a la capacidad nacional de innovación, y que dependen, en buena parte, de las políticas públicas; en particular, el marco institucional del sistema educativo, el grado de competencia interna de la economía, y el régimen fiscal de la innovación.

1. Los gastos

En las últimas décadas viene dándose un notable crecimiento en la dotación de recursos financieros y humanos para la I+D en España. De ello nos

ocupamos en los apartados siguientes, comenzando con los gastos en I+D en sus diversos aspectos, y siguiendo con el gasto por investigador.

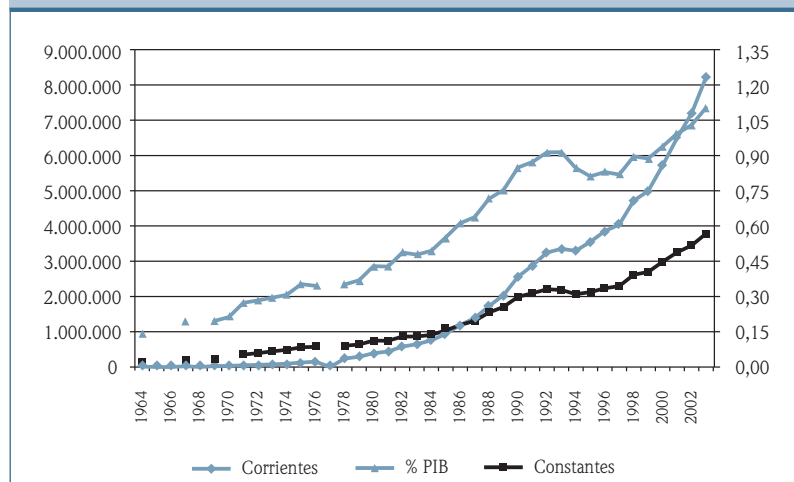
1.1. El gasto en I+D, y su composición

Aumenta el gasto, sin cambiar la posición relativa del país en la escena internacional

En términos generales, la historia de los últimos cuarenta años es la de un avance gradual de los gastos en I+D en España, si bien atravesando distintas fases (gráfico 7). En moneda corriente, los gastos brutos internos en I+D (en adelante, gastos en I+D) casi no han dejado de crecer. En moneda constante (euros de 1986), se observan más discontinuidades. Desde el primer año con datos (1964) hasta 1984 se observa una primera fase de crecimiento, con un mínimo estancamiento tras la primera crisis del petróleo. Una segunda fase comienza alrededor de 1984 y dura hasta 1990/91; está caracterizada por un mayor ritmo de crecimiento, coincidiendo con una fase bastante expansiva del ciclo económico. A ella le ha sucedido una tercera fase, más bien de estancamiento, que ha durado hasta 1996/97, en gran medida coincidiendo con

Gráfico 7

Gastos brutos internos en I+D, España (1964-2003), en porcentaje del PIB y en millones de euros corrientes y constantes



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

una fase baja del ciclo económico. La cuarta y última fase, en la que nos encontramos, es de crecimiento, algo más acelerado que el de la segunda mitad de los ochenta.

Si observamos los mismos datos según el indicador más habitual, el del porcentaje que representan los gastos en I+D sobre el PIB, las fases que se descubren vienen a ser las mismas, con mínimas variaciones. En la primera fase de crecimiento, el indicador pasa del 0,14 al 0,49% del PIB. En la segunda, el indicador acaba situándose en el 0,87% en 1991. En la tercera, de estancamiento, se cae hasta el 0,82% en 1997. Desde entonces, el porcentaje casi no ha dejado de aumentar, hasta el máximo histórico del 1,1% del año 2003.

El crecimiento del esfuerzo del sistema español de investigación parece claro, tal como se comprueba, además, si lo comparamos con el que han hecho los demás países de la OCDE (cuadro 10). España es uno de los países de la OCDE en que más ha crecido el gasto en millones de dólares del año

Cuadro 10

Gastos brutos en I+D, en millones de dólares PPC del año 2000, países de la OCDE (1981, 1990, 2000/2004)

	1981	1990	Año más reciente	Año del dato más reciente	Tasa (en %) anual de crecimiento en \$ PPC constantes
Grecia	220	—	1.187	2001	8,8
Irlanda	261	441	1.276	2001	8,3
Finlandia	969	2.049	4.688	2002	7,8
España	1.907	5.106	8.797	2002	7,6
Dinamarca	1.058	1.879	3.885	2002	6,4
Australia	2.597	4.694	7.815	2000	6,0
Suecia	3.459	—	10.165	2001	5,5
Austria	1.569	2.458	5.317	2004	5,5
Canadá	6.389	10.045	17.573	2003	4,7
Noruega	1.058	—	2.662	2002	4,5
Japón	45.983	84.604	102.786	2002	3,9
EE.UU	123.127	186.729	269.270	2003	3,6
Italia	8.625	15.668	16.162	2001	3,2
Nueva Zelanda	510	595	953	2001	3,2
Francia	19.478	30.235	35.801	2002	2,9
Holanda	4.600	6.676	8.211	2001	2,9
Alemania	29.702	40.988	51.471	2003	2,5
Suiza	3.423	—	5.556	2001	2,5
Reino Unido	21.130	25.137	28.955	2002	1,5
Bélgica	—	—	6.707	2004	—
Portugal	—	682	1.674	2002	—

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

2000 (medidos en paridades de poder de compra, PPC) entre 1981 y comienzos del siglo XXI, siendo tan sólo superado por Grecia, Irlanda y Finlandia (probablemente, también por Portugal). Obviamente, España partía de un suelo bajo (como Grecia e Irlanda, e incluso Finlandia), por lo que, en principio, era más fácil crecer, pero el caso es que se ha dado el crecimiento.

Ese crecimiento ha permitido que se recorten, si bien mínimamente, las distancias que separaban a España de la media de la OCDE y de la Unión Europea de los 15 (UE15) en términos del gasto en I+D sobre PIB (cuadro 11). De este modo, si el gasto español, así medido, representaba en 1981 la quinta parte de la media de la OCDE y la cuarta parte de la media de la UE15, al comenzar el siglo XXI, casi llegaba a la mitad de la media de la OCDE y superaba esa mitad en el caso de la UE15.

Lo anterior no quiere decir que España haya subido escalones en un hipotético *ranking* de países occidentales. Sigue ocupando el tercer lugar por el

Cuadro 11

Gastos brutos en I+D como porcentaje del PIB, países de la OCDE (1981, 1990, 2000/04)

	1981	1990	Dato más reciente	Fecha del dato más reciente
Suecia	2,22	—	4,27	2001
Finlandia	1,18	1,88	3,46	2002
Japón	2,31	2,97	3,12	2002
EE.UU	2,34	2,65	2,60	2003
Suiza	2,15	—	2,57	2000
Dinamarca	1,06	1,57	2,52	2002
Alemania	2,43	2,67	2,50	2003
Bélgica	—	—	2,42	2004
Austria	1,13	1,39	2,28	2004
Francia	1,93	2,37	2,26	2002
Holanda	1,79	2,07	1,88	2001
Reino Unido	2,38	2,15	1,87	2002
Canadá	1,24	1,53	1,87	2003
Luxemburgo	—	—	1,71	2000
Nueva Zelanda	1,18	—	1,67	2002
Australia	0,94	1,31	1,54	2000
Noruega	0,99	0,99	1,16	2001
Irlanda	0,68	0,83	1,13	2001
Italia	0,88	1,29	1,11	2001
España	0,41	0,82	1,03	2002
Portugal	—	0,51	0,94	2002
Grecia	0,17	—	0,65	2001
Total OCDE	1,93	2,28	2,26	2002
EU-15	1,67	1,94	1,95	2002

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

final del conjunto de 22 países de la OCDE que analizamos, sólo por encima de Grecia y Portugal, los únicos países de la UE15 con una renta per cápita inferior a la española.

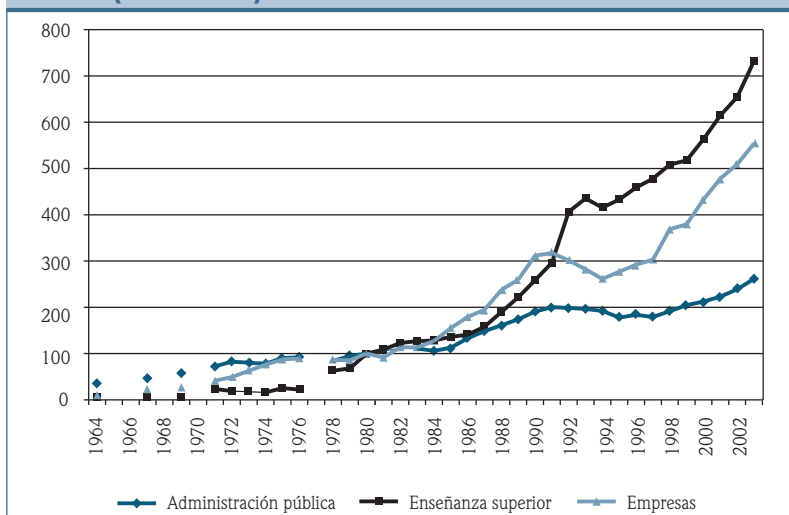
Crece la participación de la enseñanza superior en la ejecución del gasto en I+D

Visto el gasto en I+D por el lado de su ejecución, la evolución de los últimos treinta y cinco años presenta algunos rasgos característicos. En moneda constante, el gasto ejecutado por los tres sectores que recoge la estadística (empresarial, enseñanza superior y administración pública) ha crecido muy notablemente (gráfico 8). Lo ha hecho más, y casi sin solución de continuidad, en el sector de enseñanza superior; algo menos en el empresarial y bastante menos en el caso de los organismos de investigación estatales.

El gasto empresarial se ha multiplicado por más de veinte en moneda constante desde 1969 a 2003, mientras que el ejecutado por la universidad lo ha hecho por 140 y el de los organismos estatales de investigación apenas por 4,5. De todos modos, tras esos aumentos han operado fuerzas distintas.

Gráfico 8

Gastos brutos internos en I+D por sectores de ejecución, España (1964-2003), euros constantes de 1986 (1980=100)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

El crecimiento del gasto empresarial parece bastante dependiente de los avatares del ciclo económico. En las fases alcistas, las empresas aumentan sus ganancias y pueden destinar parte de su excedente a la I+D, en la expectativa de obtener rendimientos futuros. En las fases bajas, la generación de beneficio es mucho más difícil, por lo que pueden resentirse partidas como la de la I+D.

El gasto universitario, por el contrario, casi no ha sufrido esos altibajos. Para explicar su aumento, además de tener en cuenta la principal ruptura de la serie (en 1992), hay que referirse, sobre todo al gran crecimiento del alumnado y el profesorado universitario en el periodo que consideramos (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 266-267). Desde 1970, la matrícula universitaria en España ha experimentado una auténtica explosión, por la que los efectivos del alumnado se han multiplicado por cuatro (pasando de unos 360.000 a alrededor de 1,5 millones). En correspondencia con lo anterior (a veces anticipadamente), el número de profesores (en la universidad pública) se ha multiplicado casi por cuatro (pasando de unos 25.000 a más de 90.000)⁽⁴⁾. Como veremos, la mayor parte del gasto en I+D universitario lo representan las retribuciones de los profesores que investigadores. Es decir, al elaborar las estadísticas se estima, mediante procedimientos que han cambiado con el tiempo (de ahí las rupturas en la serie), qué proporción media del tiempo de trabajo de los profesores se dedica a la investigación. Como esa proporción estimada no ha bajado (más bien ha subido), a medida que ha crecido el número de profesores, ha aumentado el monto total de retribuciones destinadas implícitamente a la investigación. A ello habría contribuido, a su vez, el rápido ascenso de categoría laboral de muchos profesores no funcionarios en el periodo posterior a 1987 (pruebas de idoneidad de profesores no numerarios), con la consiguiente mejora salarial. Y, por último, habría contribuido el aumento de los salarios reales del profesorado.

El crecimiento del gasto efectuado por los organismos públicos de investigación, por el contrario, tiene mucho más que ver con las decisiones de política científica del gobierno central y, más recientemente, los gobiernos regionales, pues éstos están promoviendo instituciones de investigación de dicho nivel en el marco de sus políticas de fomento de la innovación (Fonfría, 2002). Además, dicho crecimiento también ha estado sometido a los vaivenes del ciclo económico, especialmente desde los años ochenta. En

(4) Cálculos propios con datos de la *Estadística de la enseñanza en España*, del INE, y de las publicaciones que la han sucedido (véase Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 395-396).

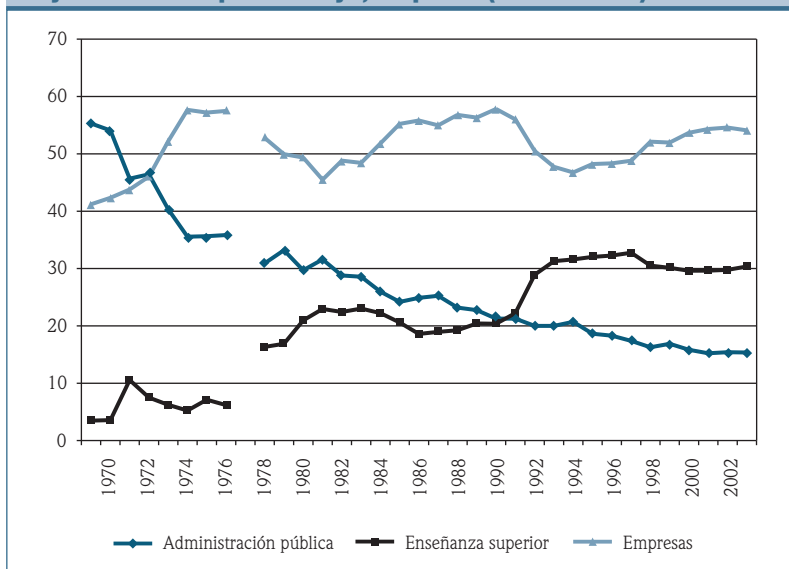
las fase alcistas, en las que crece la recaudación de impuestos, aumenta la generosidad estatal, también en punto al gasto en investigación; en las fases de contracción (o menor crecimiento), el gasto real se estanca o, incluso, cae. Parece, en todo caso, que dicha generosidad fue algo mayor entre 1984 y 1991 que entre 1997 y 2003.

La evolución anterior ha arrojado los siguientes resultados en términos de las proporciones del gasto en I+D que ejecutan los distintos actores. El gasto ejecutado por las empresas presenta una gran estabilidad alrededor del 50/55% del total (gráfico 9), con los característicos vaivenes asociados al ciclo económico, similares a los ocurridos en la financiación. Algo lógico, pues, como veremos, la gran mayor parte del gasto empresarial en I+D es autofinanciado.

Con porcentajes así, España no se sitúa, esta vez, entre los países de la OCDE en que la ejecución empresarial del gasto en I+D es más baja, sino en una zona medio baja (acompañada de Canadá y Noruega) (cuadro 12). En cualquier caso se sitúa bastante lejos de los países más destacados, con porcentajes de ejecución empresarial alrededor del 75%.

Gráfico 9

Gastos brutos internos en I+D por sectores de ejecución en porcentaje, España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Cuadro 12

Gastos brutos internos en I+D por sectores de ejecución en porcentaje, países de la OCDE (1981, 1990, 2000/2004)⁽¹⁾

	1981			1990			Dato más reciente			Año del dato más reciente
	Empre- sa	Educa- ción supe- rior	Gobier- no	Empre- sa	Educa- ción supe- rior	Gobier- no	Empre- sa	Educa- ción supe- rior	Gobier- no	
Luxemburgo	—	—	—	—	—	—	92,6	0,2	7,1	2000
Suecia	63,7	30,0	6,1	—	—	—	77,6	19,4	2,8	2001
Bélgica	—	—	—	—	—	—	74,5	17,9	6,5	2004
Japón	60,7	24,2	11,1	70,9	17,6	7,5	74,4	13,9	9,5	2002
Suiza	74,2	19,9	5,9	—	—	—	73,9	22,9	1,3	2000
Irlanda	43,6	16,0	39,3	60,0	23,5	14,8	70,5	21,5	8,0	2001
Finlandia	54,7	22,2	22,5	62,6	18,7	18,8	69,9	19,2	10,4	2002
Dinamarca	49,7	26,7	22,7	56,9	23,6	18,3	69,3	23,1	7,0	2002
Alemania	69,0	17,1	13,4	72,1	14,6	12,9	69,2	17,1	13,7	2003
EE.UU	71,2	13,2	12,5	72,0	14,3	10,5	68,9	16,8	9,0	2003
Reino Unido	63,0	13,6	20,6	69,4	15,6	13,1	67,0	22,6	9,0	2002
Francia	58,9	16,4	23,6	60,4	14,6	24,2	63,3	18,9	16,5	2002
Holanda	53,3	23,2	20,8	52,9	28,0	17,1	58,2	27,0	14,2	2001
Noruega	52,9	29,0	17,7	—	—	—	57,4	26,8	15,8	2002
España	45,5	22,9	31,6	57,8	20,4	21,3	54,6	29,8	15,4	2002
Canadá	48,1	26,7	24,4	50,4	29,6	19,1	53,7	34,9	11,2	2003
Italia	56,4	17,9	25,7	58,3	20,7	20,9	49,1	32,6	18,4	2001
Australia	25,0	28,5	45,1	40,2	25,5	32,6	47,5	26,8	22,9	2000
N. Zelanda	21,7	15,8	60,0	28,2	27,9	43,9	36,5	30,3	33,2	2001
Portugal	—	—	—	26,1	36,0	25,4	34,4	35,6	19,8	2002
Grecia	22,5	14,5	63,1	—	—	—	32,7	44,9	22,1	2001
Austria	55,8	32,8	9,0	—	—	—	—	—	—	—
Total OCDE	66,2	16,0	15,2	69,2	15,8	12,4	67,9	18,2	11,0	2002
UE-15	62,3	17,6	18,8	64,9	17,8	16,4	64,8	21,3	13,0	2001

(1) El porcentaje restante hasta el 100% corresponde a las entidades privadas sin ánimo de lucro, que representan cantidades muy pequeñas en casi todos los casos. Los países están ordenados según el porcentaje de ejecución correspondiente a las empresas en el último año, en orden descendente.

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

En España sí se han producido cambios en el peso relativo de los dos tipos de instituciones estatales, universidad y organismos de investigación. Los segundos, que representaban alrededor de un 55% del gasto total en I+D a finales de los años setenta, han reducido su participación, hasta 1975 muy rápido y después paulatinamente hasta cerca del 15%. Por el contrario, la enseñanza superior, con un peso testimonial en el conjunto de la I+D hasta la mitad de los setenta, ha acabado por ejecutar el 30% del gasto.

Estos últimos cambios podrían interpretarse, en principio, como un cambio en la orientación básica de la política científica de los gobiernos españoles, que habrían optado por conceder más protagonismo a la universidad que

a los organismos públicos en la investigación sostenida con fondos estatales. En parte, ha debido de ser así, y las medidas adoptadas a mediados de los años ochenta, de promoción de la investigación en la universidad así lo atestiguan. Sin embargo, hay que recordar que, en gran medida, el aumento del gasto en I+D universitario deriva de decisiones, primero de la administración central y posteriormente de las autonómicas, favorables al acomodo de una cantidad creciente de jóvenes en la educación superior.

El gasto en I+D de las empresas, y el de los institutos de investigación estatales, refleja decisiones pertinentes al ámbito de la investigación. Las empresas deciden si reservan una parte del excedente generado para invertirlo en capital físico, en el capital humano de sus empleados, en hacer investigación propia o desarrollar tecnológicamente la investigación o las tecnologías ajenas, o en innovar. Los organismos públicos de investigación tienen sus propias líneas de investigación o se adecuan a las pautas marcadas desde las administraciones (en los planes nacionales, por ejemplo). Para desarrollarlas necesitan materiales y recursos humanos y (con los matices correspondientes) se proveerán de ambos según su utilidad para las metas de investigación perseguidas. Como las decisiones son de I+D, y hacen falta medios (no sólo humanos) para implementarlas, el gasto por investigador en EDP (es decir, en equivalencia de dedicación plena) es mucho más alto que en las universidades, como veremos. Parte de ese gasto se dedica al personal de apoyo a los investigadores, cuya proporción, como veremos es más alta en esos dos sectores, a pesar de la tendencia a la baja.

En el caso de la universidad, el razonamiento aplicable a los organismos públicos de investigación sólo explicaría una pequeña porción del gasto y de su evolución. La mayor parte de la evolución del gasto es inercial y no está vinculada tanto a la investigación como a la enseñanza. Tanto el crecimiento de los gastos de I+D corrientes (sobre todo, salarios de profesores) como el de los de capital (edificios nuevos y mantenimiento de los ya existentes, equipamiento de ambos) se explica fácilmente por las decisiones de acomodar el enorme incremento de la matrícula universitaria producido en las tres últimas décadas del siglo xx. Crece, por tanto, el número de profesores en tanto que enseñantes. Como esos profesores son, a la vez, y casi por definición (estadística), científicos o investigadores, crece, derivadamente, el número de investigadores y el gasto en investigación. Pero no es ése el primer objetivo que se busca con el incremento del número de profesores: el que se persigue es contar con personas que atiendan a los estudiantes.

Gastos corrientes y de capital

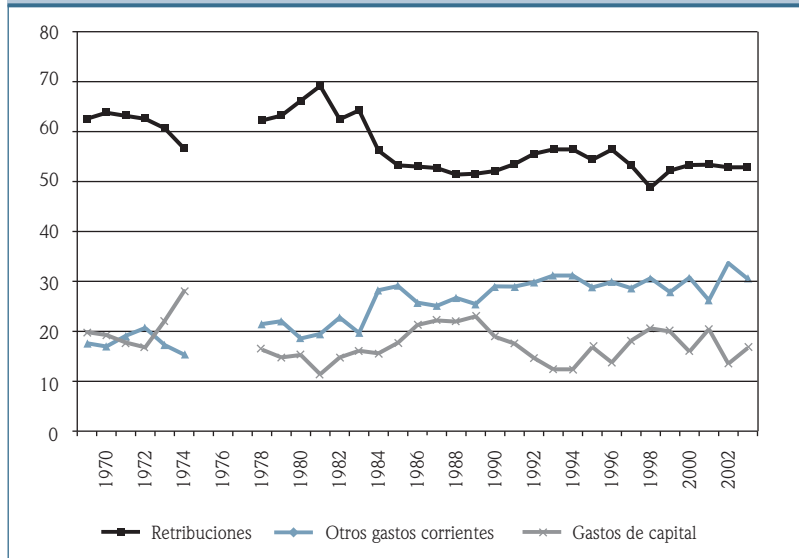
Las diferencias entre los tres sectores se reflejan en la composición del gasto, según sea éste corriente o de capital. En las empresas, las retribuciones representan algo más del 50% del total del gasto (en los setenta, entre el 60 y el 65%), el resto de gastos corrientes alrededor del 30% (alrededor del 20% en los setenta), y los gastos de capital entre un 15 y un 20% (alrededor del 15% en los setenta) (gráfico 10).

En la administración pública, las retribuciones pesan casi lo mismo, en torno al 50/55% (entre el 60 y el 70% en los setenta), los demás gastos corrientes ascienden casi a un 30% (en máximos históricos), y los de capital están alrededor del 20% (gráfico 11).

La universidad presenta los porcentajes más elevados de retribuciones, que alcanzaron un máximo alrededor del 80% al comenzar los ochenta y se sitúan hoy alrededor del 62% (gráfico 12). El porcentaje de otros gastos corrientes ha oscilado desde el comienzo de los setenta alrededor del 15%. Los gastos de capital han crecido significativamente desde entonces, hasta situarse por encima del 20%, en parte por lo que parece una ruptura de serie

Gráfico 10

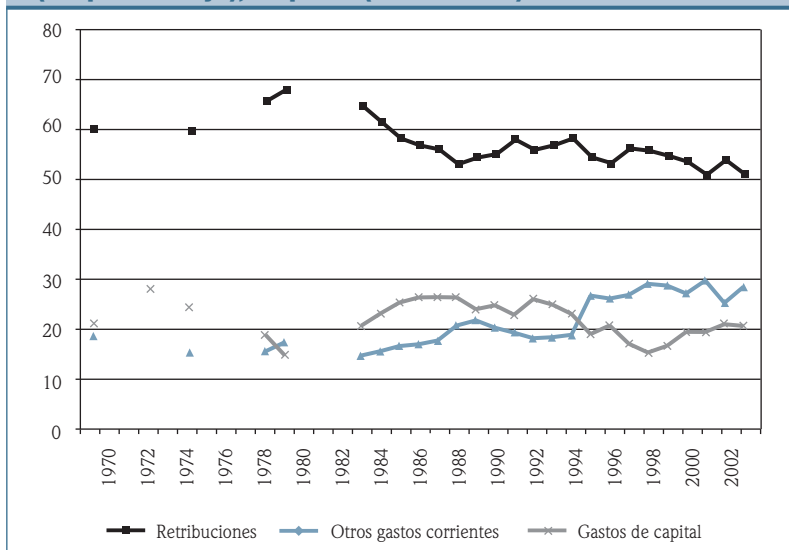
Gastos en I+D de las empresas, por tipos de gasto (en porcentaje), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Gráfico 11

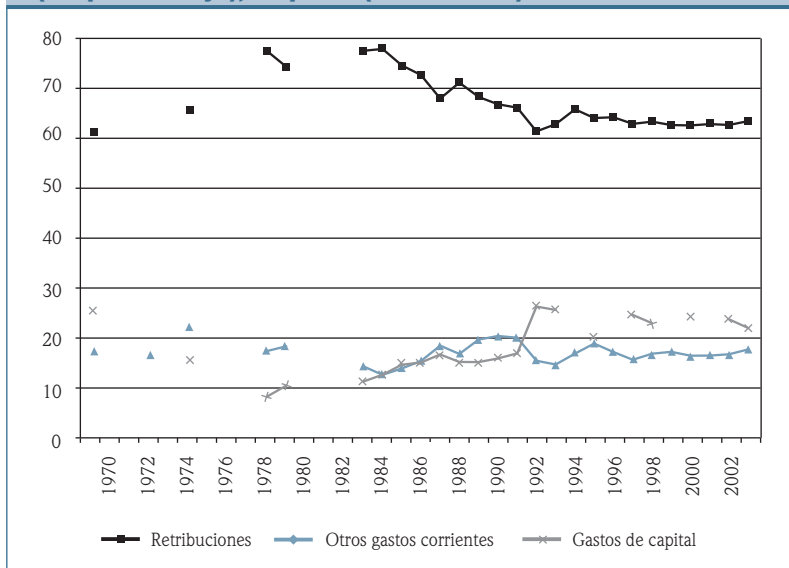
Gasto en I+D de la administración, por tipos de gasto (en porcentaje), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Gráfico 12

Gastos en I+D de las universidades, por tipos de gasto (en porcentaje), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

en 1992, pero, en gran medida, también debido a la creación de nuevas universidades (quizá por eso también eran elevados alrededor de 1970, otro momento de crecimiento en el número de universidades).

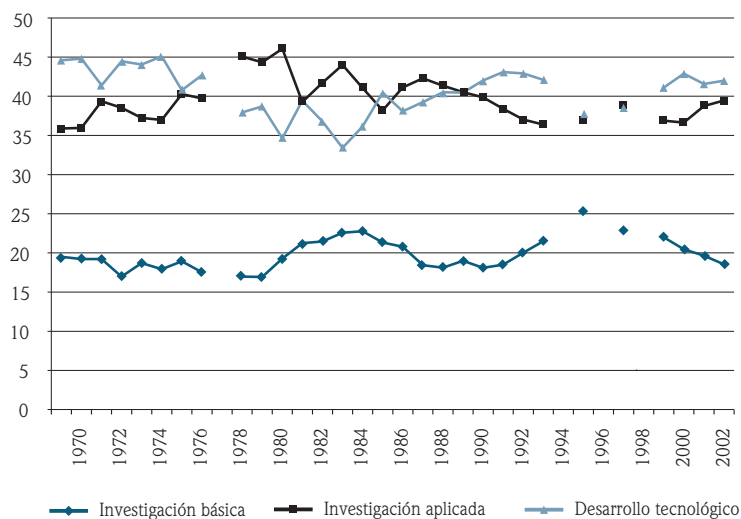
Gasto en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico

¿A qué tipo de investigación se dedica este gasto? Parece que en tres décadas casi no ha variado la composición del gasto corriente según el tipo de investigación. Alrededor de un 20% se ha venido dedicando a la investigación básica, un 40% a investigación aplicada y el resto, otro 40%, a desarrollo tecnológico (gráfico 13). Las oscilaciones parecen relacionadas con el ciclo económico: en las fases alcistas aumenta la proporción de desarrollo tecnológico, precisamente el tipo de investigación más abundante en el sector empresarial.

Ello hace suponer que la orientación del gasto en los tres sectores que consideramos no ha debido de cambiar mucho. En cuanto a la administración pública y la enseñanza superior (gráficos 14 y 15), la escasa variación

Gráfico 13

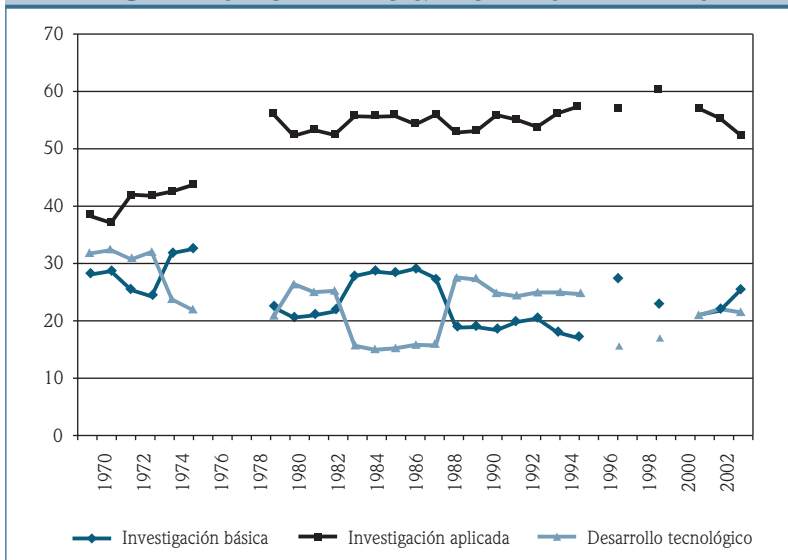
Gastos en I+D por tipos de investigación (en porcentaje), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Gráfico 14

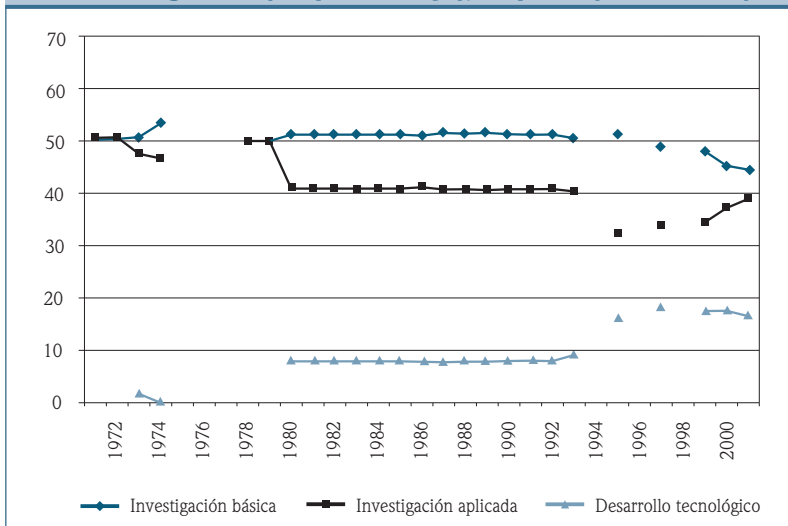
Gastos en I+D de la administración por tipos de investigación (en porcentaje), España (1969-2001)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Gráfico 15

Gastos en I+D de las universidades por tipos de investigación (en porcentaje), España (1971-2001)



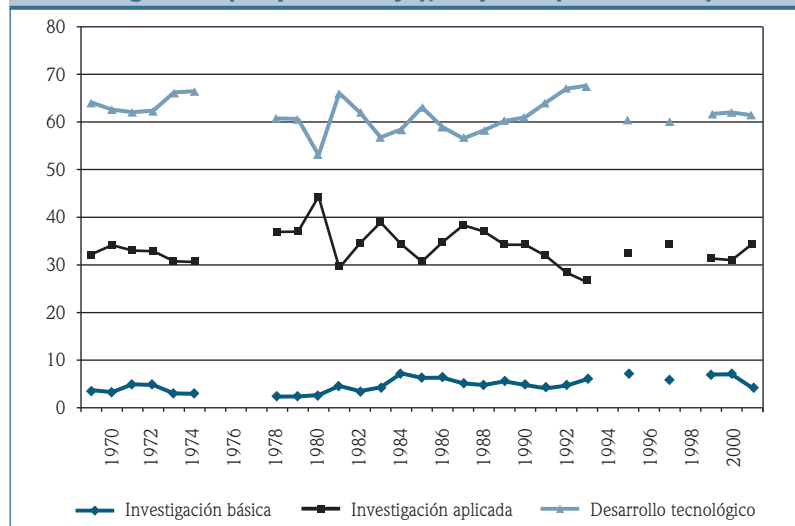
Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

parece resultado de cambios en el método de estimación de los datos. Ello es claro en la universidad, pues, desde 1980 a 1993 se ha repetido con exactitud la misma distribución: 51% de investigación básica, 41% de investigación aplicada y 8% de desarrollo. Esta es la estimación aplicada retroactivamente a partir de una encuesta de 1989/1990 (véase más adelante). En 1995 parece producirse otra ruptura de la serie, que implica un aumento del porcentaje del desarrollo tecnológico hasta el 17/18% y una reducción del porcentaje de la investigación aplicada hasta el 33/34%. Desde entonces, sin embargo, se observa una cierta evolución, hacia la convergencia de investigación básica y aplicada alrededor del 40% del total del gasto. En el sector de administración pública, con todo, parece observarse una ligera tendencia al aumento del peso de la investigación aplicada, en detrimento de los otros dos fines.

Ni siquiera en el sector empresarial se observan variaciones relevantes, con la investigación básica situada en el entorno del 5/6%, la aplicada alrededor del 30/35% (con alguna cifra extemporánea, como la de 1980, 44%), y el desarrollo tecnológico, lógicamente, llevándose la mayor parte del gasto, alrededor del 60% (gráfico 16).

Gráfico 16

Gastos en I+D de las empresas por tipos de investigación (en porcentaje), España (1969-2001)



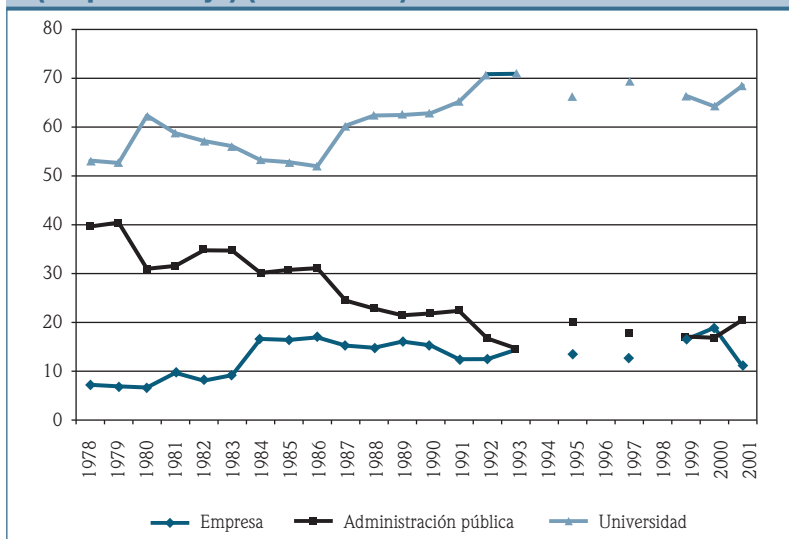
Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

El reparto de papeles entre los sectores parece responder a un lugar común, al menos en cuanto al gasto en investigación básica (gráfico 17). Desde 1978 se ve claramente el siguiente reparto: una amplia proporción, ligeramente creciente desde 1987, corresponde a la universidad (alrededor de dos tercios en la actualidad), alrededor de un quinto corresponde a la administración pública (que ha reducido sensiblemente su participación), y algo menos de la sexta parte corresponde a las empresas.

Aparentemente, la universidad hace la mayor parte de la investigación básica, mientras que la empresa casi no la hace, presuntamente, porque no puede apropiarse de sus resultados con fines de beneficio (Heijs, 2001). Se supone que tiene que ser el sector público (los organismos públicos, la universidad) quien se ocupe de proveer este bien público. Algo de verdad hay en este razonamiento, pero los autores críticos de esta manera de ver las cosas nos recuerdan que las empresas hacen más investigación básica de lo que suele admitirse, y que mucho de lo que en la universidad pasa por tal no lo es realmente (Kealey, 1996; Rothbard, 2004 [1959]).

Gráfico 17

Investigación básica en España por sectores (en porcentaje) (1978-2001)

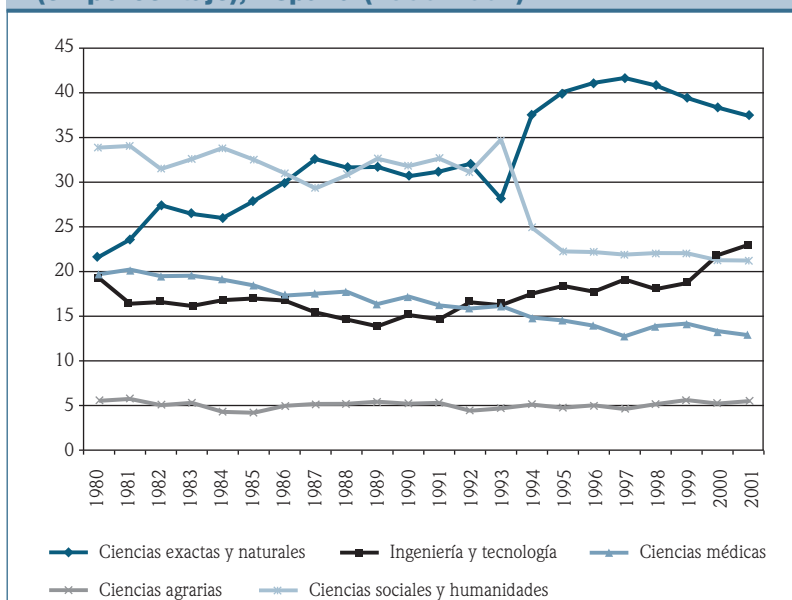


Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

De hecho, si consideramos los datos con cuidado, puede comprobarse que la participación universitaria está sobreestimada y que la participación empresarial no es tan reducida. Un indicio de lo anterior lo ofrece la distribución del gasto por disciplinas científicas. Desde 1980 hasta 1993, su estimación en el sector de enseñanza superior se basa en la distribución de profesores por disciplinas y en una encuesta sobre el reparto del tiempo de trabajo del profesorado. Por eso casi no varía nada en esos trece años (gráfico 18).

Gráfico 18

Gasto de la universidad por disciplinas científicas (en porcentaje), España (1980-2001)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

En ese periodo, un tercio del gasto recaía en las disciplinas de ciencias sociales y humanidades. Después, con el cambio en la estimación, ese porcentaje ha caído hasta el 21%. No es arriesgado imaginar que casi todo ese gasto computa como investigación básica. Sin embargo, en las discusiones sobre I+D, cuando se piensa en investigación básica, no suele tenerse en mente a las humanidades o las ciencias sociales, sino más bien, a las ciencias naturales y las exactas (biología, química, física, matemáticas, por ejemplo). Así pues, si sustrajésemos las hipotéticas cifras de investigación básica en humanidades y ciencias sociales al total de investigación básica en el sector de enseñanza superior, quedaría ésta, entre 1980 y 1993, tan sólo en el 20%

del total de la investigación universitaria, y quizá más cerca del 25% en el periodo posterior. Si, por otra parte, tenemos en cuenta que casi nada de la investigación en las empresas se dedica a las humanidades y ciencias sociales⁽⁵⁾, entonces, las universidades no representarían entre el 60 y el 70% de la investigación básica, sino, más bien, entre el 35 y el 45%.

1.2. El gasto por investigador

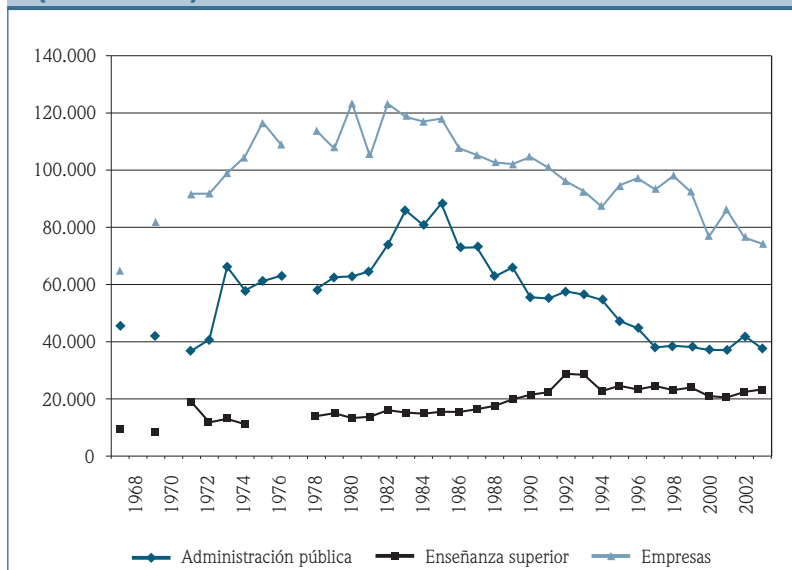
Gasto por investigador muy distinto en el sector público (inferior) y el privado (superior)

Combinando el indicador del gasto en I+D con el del número de investigadores, podemos aclarar todavía más qué hay tras las grandes cifras manejadas y, especialmente, diferenciar mejor los tres sectores.

El gráfico 19 revela que cada sector (empresas, administración, universitaria) se mueve en unos niveles de gasto per cápita distintos. Las empresas se

Gráfico 19

Gasto en I+D por investigador (EDP), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

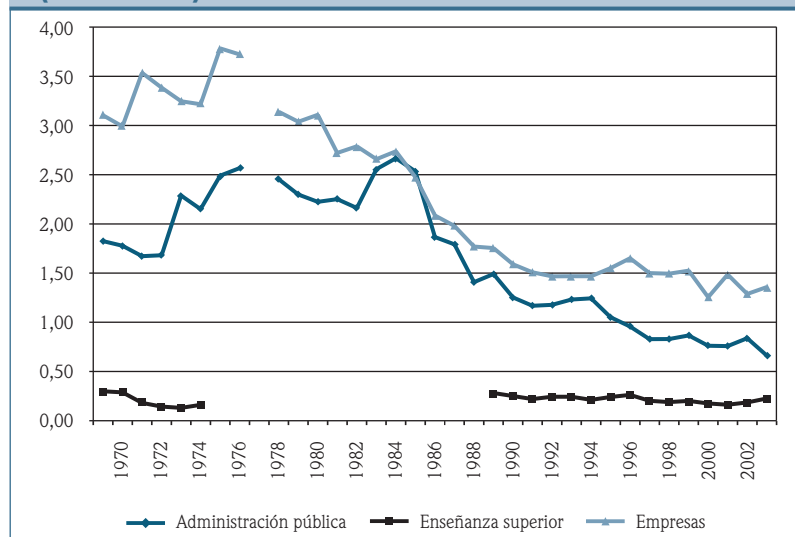
(5) Sólo era del 0,48% en el año 2001.

han situado siempre por encima de los organismos de la administración pública y éstos por encima de la universidad. En el año 2003, el gasto en las empresas rondaría los 160.000 euros por investigador en EDP (74.000 en precios de 1986), aproximadamente el doble que en el sector de administración pública (81.000 euros; 37.500 con precios de 1986) y algo más del triple de la cifra de la universidad (50.600 euros; 23.300 con precios de 1986).

Sin embargo, en el periodo analizado se observa una cierta convergencia, resultado del descenso en el gasto por investigador en los sectores de empresas y administración pública desde mediados de los ochenta, así como del paulatino crecimiento en el universitario. Lo primero encaja con la evolución del dato de la *ratio* de otro personal sobre investigadores (gráfico 20). Lo segundo no tendría tanto que ver con el personal de apoyo, que casi no varía en el periodo mencionado, sino con el aumento de la retribución real de los profesores, por las vías referidas más arriba.

Gráfico 20

Otro personal de I+D por investigador (EDP), España (1969-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

2. Los recursos humanos y su producción científica

2.1. Los recursos humanos: los investigadores

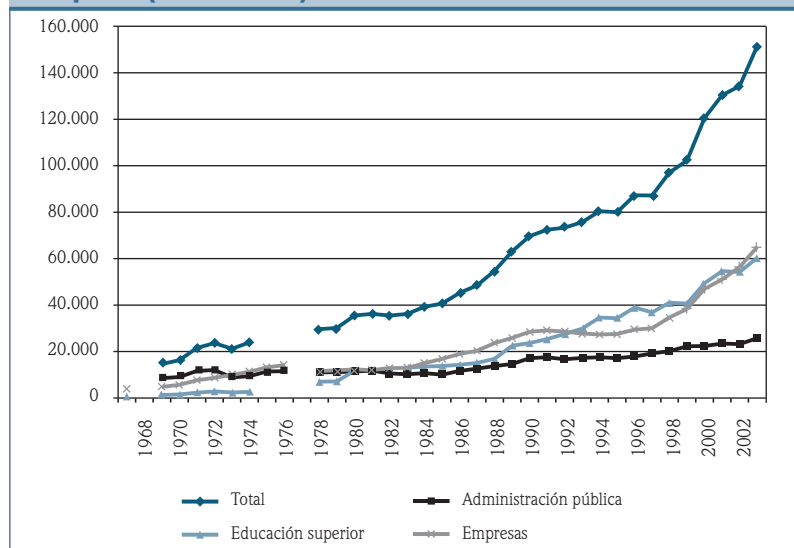
Gran crecimiento de los recursos humanos

El considerable aumento de los recursos financieros dedicados a la I+D en España en los últimos veinte o treinta años se ha reflejado, obviamente, en un gran crecimiento de los recursos humanos. El personal dedicado a la I+D, en equivalencia de dedicación plena (EDP), se ha multiplicado casi por 12 desde 1967 a 2003 (desde unas 13.000 personas a unas 150.000) (gráfico 21). El crecimiento más pronunciado se ha dado en la universidad, pues partía de un suelo bajísimo en los años sesenta, pero también ha sido notable el aumento en el sector empresarial, de manera que cada uno ha añadido en esos años unas 60.000 personas. Menos ha crecido el sector de la administración pública, pero ha añadido unas 18.000.

La mayor parte de ese personal son investigadores, cuyo número ha pasado de unos 4.200 a unos 92.000 (multiplicándose por más de veinte) (gráfico 22). De nuevo, el mayor crecimiento ha tenido lugar en la universidad,

Gráfico 21

Personal dedicado a I+D en EDP por sectores, España (1967-2003)

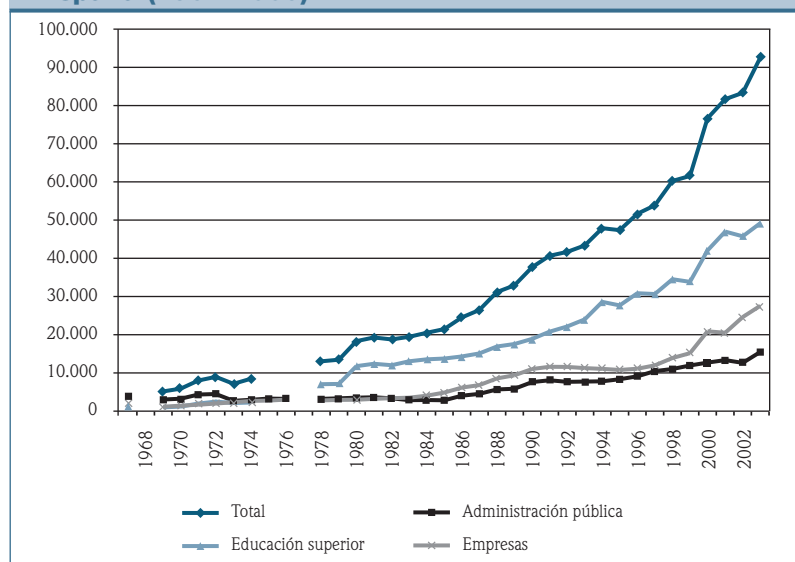


Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

que ha crecido en casi 50.000 investigadores, mientras que el sector empresarial tan sólo ha aportado 26.000 al crecimiento (y la administración pública 13.000).

Gráfico 22

Investigadores en EDP por sectores, España (1967-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Es decir, aunque el crecimiento en personal dedicado a la I+D, en términos absolutos, ha sido similar en la universidad y en la empresa, el incremento del número de investigadores en la universidad ha duplicado el incremento en la empresa. Creemos que se trata de una muestra más del crecimiento problemático, o más aparente que real, de la I+D en la universidad. Dado que en el periodo analizado la motivación principal del crecimiento de los recursos universitarios ha sido atender la demanda de enseñanza (y no tanto la de investigación), a los cada vez más profesores universitarios a los que se atribuye una tarea de investigación no les ha acompañado, en realidad, el correspondiente personal de apoyo (de laboratorio, por ejemplo) a la tarea efectiva de investigación que pudieran llevar a cabo.

En realidad, como se muestra en el gráfico 20, la ratio que divide el resto de personal investigador por el número de investigadores, se ha mantenido desde finales de los sesenta muy baja (alrededor de 0,2/0,3) en el sector de enseñan-

za superior. En el sector empresarial y de administración pública, la ratio ha sido bastante superior, aunque ha experimentado un descenso. En las empresas, ello ha implicado pasar de una ratio alrededor de 3 en la primera mitad de los setenta a cerca de 1,5 en la segunda mitad de los noventa y primeros años del nuevo siglo. En la administración pública, se ha pasado de cerca de 2,5 entre 1975 y 1985 a 0,7 en el año 2003, con una tendencia a la baja que parece continuar.

De todos modos, no olvidemos que hay que matizar las cifras anteriores, especialmente las del crecimiento del número de investigadores en la universidad teniendo en cuenta las rupturas de la serie estadística, que no son menores. En ella se aprecian tres discontinuidades (gráfico 22). En primer lugar, parece darse un salto entre los datos de las dos mitades de los setenta. En segundo lugar, se observa un salto entre 1979 y 1980, pasando el número de investigadores de unos 13.500 a unos 18.300. Esto último se debe a un cambio metodológico llevado a cabo en 1988, pero con efectos retroactivos desde 1980. Hasta 1988, la estimación del INE partía del supuesto de que un profesor dedicaba un tercio de su tiempo de trabajo a la investigación. Este porcentaje «era aceptado de forma general en los ámbitos de investigación universitaria, aunque no estaba basado en ningún estudio científico contrastado» (INE, 2000: 9). Según las contestaciones de los profesores a una encuesta del INE en el curso 1989/90, dedicaban a investigación un 40% de su tiempo y todas las categorías de profesores investigaban. El INE aplicó este nuevo cálculo a la serie de datos desde 1980, con el resultado de un aumento del número de investigadores. Por último, a partir de 1993/94 se recogen los datos de las escuelas universitarias (ausentes hasta entonces), y son las propias universidades las que estiman el tiempo de investigación de sus profesores.

En todo caso, a pesar del aumento observado en el número de investigadores (y otro personal dedicado a la I+D), en un hipotético *ranking* que ordenase a los países de la OCDE por el porcentaje que representa el personal de I+D sobre la población ocupada, España ocuparía un lugar muy bajo, más o menos, el esperable dado su nivel de gasto en I+D sobre el PIB (cuadro 13), junto a compañeros habituales como Portugal, Grecia e Italia.

2.2. Producción científica, productividad

Aunque, en principio, podríamos considerar que la producción científica es, en sí misma, un indicador de la capacidad innovadora de un país, aquí, por mor del argumento, la consideramos dentro del análisis de los factores

Cuadro 13

Personal en I+D e investigadores por cada 1.000 ocupados, países de la OCDE (1981, 1990, 2000/2004)

	Investigadores		Total personal			Año del dato más reciente	
	1981	1990	Dato más reciente	1981	1990		Dato más reciente
Finlandia	—	—	16,4	7,5	—	23,3	2002
Suecia	4,2	—	10,6	9,9	—	16,6	2001
Japón	6,6	9,1	9,9	11,0	14,0	13,1	2002
Dinamarca	2,8	4,3	9,3	6,8	9,5	15,4	2002
Bélgica	3,5	—	8,8	8,9	—	15,2	2004
Noruega	3,8	—	8,7	7,5	—	11,7	2001
Estados Unidos	6,3	—	8,6	—	—	—	1999
Francia	3,9	5,4	7,5	11,3	12,8	13,8	2002
Australia	3,6	5,5	7,2	6,7	8,7	10,5	2000
Nueva Zelanda	—	4,1	7,0	—	7,4	10,2	2001
Alemania	4,5	—	6,9	13,1	14,2	12,4	2002
Suiza	—	—	6,3	—	—	12,8	2000
Luxemburgo	—	—	6,2	—	—	13,8	2000
Reino Unido	4,9	4,6	5,5	12,0	9,7	—	1998
Holanda	3,4	—	5,5	9,4	11	10,8	2001
Irlanda	1,8	4,0	5,1	4,3	5,9	7,9	2001
España	1,6	2,7	5,1	3,0	5,0	8,2	2002
Grecia	—	—	3,7	—	—	7,7	2001
Portugal	—	1,3	3,5	—	2,7	4,6	2001
Italia	2,4	3,4	2,8	4,8	6,4	6,5	2001
Austria	1,8	—	—	4,9	—	—	—
Canadá	3,5	4,9	—	7,8	8,7	—	—

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

causales de esa capacidad, y más específicamente, dentro de la sección relativa a la infraestructura de la innovación, como el resultado más relevante de la actividad de la población dedicada a la investigación, en la medida en la que se supone que una parte de esta actividad está orientada a la búsqueda desinteresada de la verdad (en los términos que correspondan a cada campo de estudio), mientras que otra parte está orientada a la obtención de saberes útiles, aplicables y, en consecuencia, en el marco de una economía de mercado, comercializables.

Podría pensarse que la evolución de las patentes no ha sido todo lo positiva que muchos hubieran querido porque la producción científica de los españoles no ha caminado a buen ritmo. Lo cierto, es que, al menos cuantitativamente (y, en parte, cualitativamente, como veremos), las publicaciones de los científicos españoles casi no han dejado de aumentar y tampoco su presencia internacional. Lo cual es, en parte, esperable, dado que tampoco

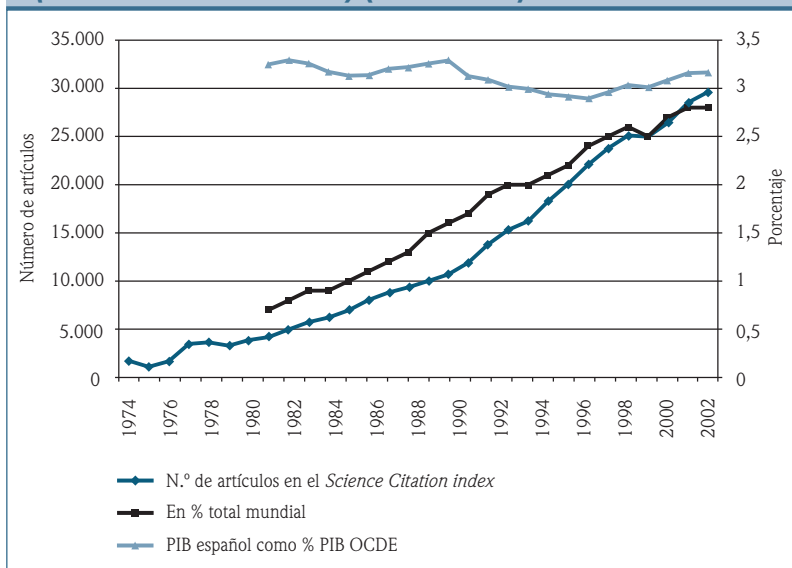
ha dejado de crecer el número de investigadores, tanto en la universidad como en la empresa privada (algo menos en las instituciones estatales de investigación, como el CSIC) (véase más adelante).

Una notable evolución cuantitativa

En el gráfico 23 puede observarse cómo, casi sin interrupción, ha ido aumentando desde 1974 a 2003 el número de artículos con autor español recogidos en el *Science Citation Index* (SCI), que ha pasado de unos 1.700 en 1974 a unos 30.000 en 2003. Según Jiménez-Contreras *et al.* (2003: 126), el crecimiento en los años setenta vendría a representar la consolidación de una tendencia iniciada en los años sesenta, lo cual sería congruente con el despegue cuantitativo de la universidad en dicha década (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 79-81). Parece apreciarse, también una cierta aceleración del ritmo de crecimiento desde 1990/1991 (y, quizás, una ralentización en los últimos años).

Gráfico 23

Evolución del número de artículos de autores españoles en las publicaciones científicas internacionales (*Science Citation Index*) (1974-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de número de artículos hasta 1980 en Jiménez-Contreras *et al.* (2003, 125), desde 1981 a 2003, en INE (2006a), datos del porcentaje de artículos en INE (2005a), y datos de PIB en OECD (2005b).

En paralelo, ha ido creciendo el porcentaje que representan dichos artículos sobre el total mundial, desde el 0,7% en 1981 al 2,8% en 2003. De esta forma, como se observa en el mismo gráfico, da la impresión de que la potencia científica española, así medida, ha ido aproximándose, con el tiempo, a la potencia económica (o poblacional) española, medida como proporción del PIB español sobre el PIB de la OCDE, que se ha situado entre 1981 y 2003 alrededor del 3,2%. Los datos de los últimos tres o cuatro años sugieren, de todos modos, una aproximación que pierde impulso, como si el porcentaje de artículos fuera a estabilizarse alrededor del 2,8% del total mundial.

Algunos autores entienden que el hecho de que el porcentaje correspondiente a España haya subido en los últimos tres o cuatro lustros representa un logro de la política científica española (por ejemplo, Ingenio: 2002, 4); y es cierto que ha mejorado algo el esquema de incentivos al que se han enfrentado los profesores universitarios desde los años ochenta y un aumento de las dotaciones públicas para financiar proyectos de investigación, si bien, como recuerda Buesa (2003: 16), carecemos de estudios que hayan evaluado la incidencia de dichos factores sobre la actividad científica.

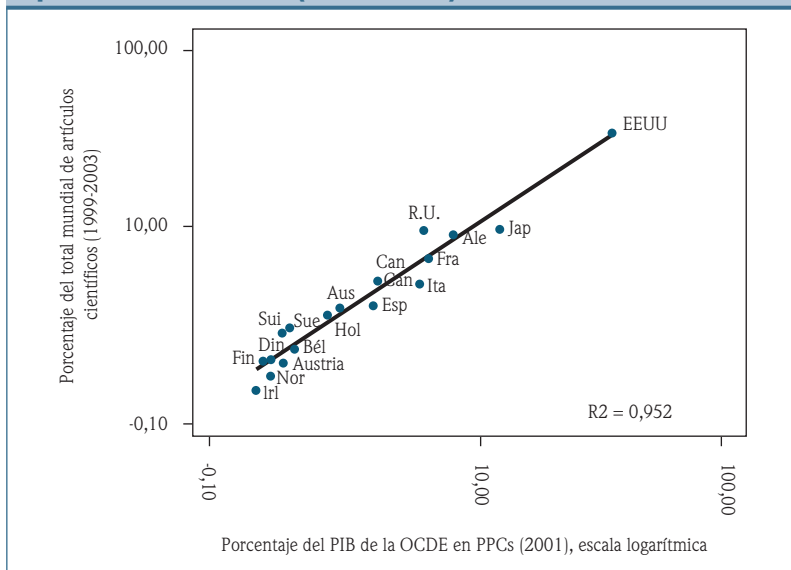
Pero, por otra parte, esos resultados pueden interpretarse, también, como un fenómeno que ocurre sin que medie un esfuerzo institucional y personal muy considerable: simplemente dejando que las gentes acudan más a la universidad, viajen, aprendan inglés, se socialicen en alguna medida en contacto con un entorno académico e intelectual de cierta sofisticación⁽⁶⁾, y sigan aumentando los recursos económicos y las cifras de investigadores *pari passu* con el crecimiento económico. Se trataría, entonces, de un fenómeno paralelo al aumento de la riqueza de los países, al menos en los países democráticos y capitalistas de fines del siglo xx y comienzos del siglo xxi. Así, cabría entender que la potencia científica de un país, medida con el indicador que manejamos debería reflejar muy directamente su potencia económica.

Así lo muestra el gráfico 24⁽⁷⁾, a la vista de la ecuación de regresión ahí incluida, y el coeficiente de regresión R^2 , que adopta un valor muy elevado

(6) De hecho, cabe apreciar una creciente presencia de artículos escritos en colaboración con investigadores de otros países (Gómez Caridad *et al.*, 2004: 52).

(7) Los ejes siguen una escala logarítmica (base 10), que permite que la mayoría de los datos no aparezca agrupada en un extremo por efecto de la gran distancia que separa a Estados Unidos del resto.

Gráfico 24

**Potencia económica y potencia científica,
países de la OCDE (1999-2003)**

Fuente: Elaboración propia con datos de PIB de OECD (2005b) y datos de artículos de www.in-cites.com

(0,95). Por ejemplo, Estados Unidos representaba un 36% del PIB de la OCDE en 2001 y un 34,2% del total mundial de publicaciones entre 1999 y 2003, situándose justo en la recta de regresión. En el otro extremo, Finlandia, por ejemplo, representaba el 0,5% del PIB de la OCDE y el 0,99% de las publicaciones. Los países situados por debajo de la recta parecerían no aprovechar su potencial económico; los situados por encima lo aprovecharían en exceso. España se encontraría, quizás, entre los primeros, con un porcentaje del PIB del 3,1% y uno de publicaciones del 3,0%, muy cerca, de todos modos, de la recta de regresión.

Productividad de los investigadores: tiende a estabilizarse y es comparativamente baja

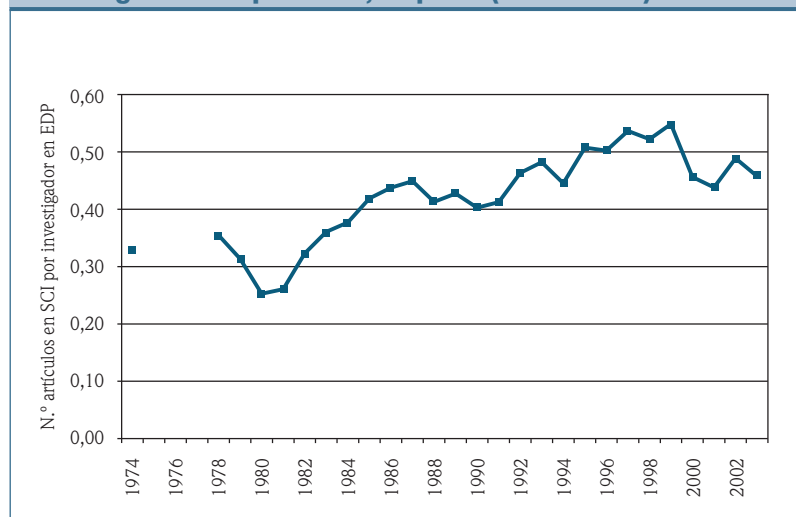
A medida que se han ido dedicando recursos a la universidad y a otras instancias públicas de investigación, ha sido normal que el número de publicaciones científicas de los españoles aumentara, como hemos visto. Cosa distinta es cómo ha variado la productividad de esos recursos. Da la impresión de que el número de artículos recogidos por el SCI por investi-

gador (en equivalencia a dedicación plena) subió rápidamente en la primera mitad de los años ochenta (pasando de 0,25 en 1980 a 0,42 en 1985) para luego iniciar una senda ascendente mucho más suave, hasta un máximo de 0,55 en 1999, cayendo después hasta 0,46 en 2003 (gráfico 25). La evolución de los últimos años sugiere una estabilización de esa cifra en el entorno del 0,45.

Esa productividad parece baja en términos comparativos. El cuadro 14 recoge el mismo indicador para bastantes países de la OCDE en el año 2001. De nuevo, España ocupa un lugar inferior, el 17º de 18, tan sólo por delante de Japón (que quizá ocupe este lugar por cuestiones idiomáticas). La productividad española (0,46 artículos por investigador) vendría a ser la cuarta parte de la suiza (1,80) y la tercera de la británica (1,44) o estadounidense (1,32).

Gráfico 25

Productividad de los investigadores de la universidad y los organismos públicos, España (1974-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a) y Jiménez-Contreras *et al* (2003: 126).

Cuadro 14

Productividad científica de los investigadores (sectores de educación superior y administración pública), países de la OCDE (2001)

	Artículos por investigador (EDP)
Suiza	1,80
Reino Unido	1,44
Estados Unidos	1,32
Irlanda	1,14
Holanda	1,06
Suecia	1,05
Dinamarca	1,01
Italia	0,99
Canadá	0,99
Bélgica	0,91
Alemania	0,76
Noruega	0,71
Francia	0,68
Finlandia	0,59
Australia	0,55
España	0,46
Japón	0,38

(1) Se calcula obteniendo, primero, el número de artículos recogidos por el *Science Citation Index* (disponibles en www.in-cites.com) para cada país para el periodo 1999-2003; segundo, se divide por 5, para obtener la media anual; tercero, dicha media anual se divide por el número de investigadores en EDP en los sectores de educación superior y administración pública para el año 2001 (salvo Australia, Canadá y Suiza, año 2000; EEUU, año 1999; el dato de investigadores en educación superior del Reino Unido corresponde a 1998) que se obtiene de OECD (2005b).

El impacto internacional de la ciencia española mejora, pero sigue siendo bajo

En el cuadro 15 se observa cómo la presencia internacional de la ciencia española puede variar bastante según la disciplina científica de la que se trate. La máxima se da con los artículos de Astrofísica (un 5,8% del total mundial en 1999-2003) y la mínima con los artículos de Ciencias sociales (apenas un 0,83% del total). Destacan por situarse por encima de la media española, además de la Astrofísica, las Ciencias agrícolas (5,3%), las Matemáticas (4,7%), la Microbiología (4,4%) y la Química (4,3%).

Los mayores incrementos de dichos porcentajes se han dado en ciencias no naturales (Económicas, Ciencias sociales, Psicología), y en Informática, que partían de suelos muy bajos. Los menores se han dado en Farmacología, Ingeniería Biología, Inmunología y Biología molecular, disciplinas, todas ellas, que siguen por debajo de la media española.

En general, el impacto (número de citas por publicación) de dichas publicaciones también ha aumentado en la última década (cuadro 16). Habría

Cuadro 15

Producción científica española en porcentaje de la mundial (1993-2003)

Porcentaje de trabajos en los que algún autor es español sobre el total

Disciplina	1993-97	1996-2000	1999-2003	Variación porcentual (1993-97 a 1999-2003)
Astrofísica	4,13	5,24	5,79	40
Ciencias agrícolas	3,72	4,71	5,3	42
Matemáticas	3,46	4,18	4,65	34
Microbiología	3,41	4,14	4,41	29
Química	3,47	3,94	4,25	22
Botánica y zoología	3,11	3,59	3,88	25
Ecología, medio ambiente	2,76	3,19	3,42	24
Farmacología	2,84	2,91	2,86	1
Física	2,46	2,82	3,14	28
Biología y bioquímica	2,53	2,74	2,90	15
Inmunología	2,26	2,63	2,66	18
Ciencia de los materiales	1,93	2,54	2,87	49
Biología molecular	2,24	2,45	2,64	18
Neurociencia	2,16	2,45	2,73	26
Medicina clínica	2,09	2,41	2,57	23
Ciencias de la tierra (geología)	1,74	2,25	2,54	46
Económicas y empresa	1,14	1,76	2,51	120
Ingeniería	2,16	1,75	2,32	7
Informática	1,32	1,61	2,26	71
Psicología y psiquiatría	1,18	1,53	1,91	62
Ciencias sociales	0,46	0,61	0,84	83
Total	2,37	2,75	3,02	27

Fuente: elaboración propia con datos del Institute for Scientific Information, disponibles en www.in-cites.com.

mejorado mucho en Física, Ciencias Económicas y Biología. Y empeorado mucho en Ciencia de los materiales, Informática y Ciencias Sociales. Con todo, el impacto de las publicaciones españolas sigue estando, en general, por debajo del impacto medio del conjunto de publicaciones mundiales, salvo en las disciplinas de la Física, Ciencias Económicas y Biología, precisamente las que más han aumentado su impacto en la última década.

No parece, desde luego, la composición por disciplinas más apropiadas para facilitar el desarrollo de invenciones y patentes en los campos de las tecnologías de la información y la comunicación o la biotecnología.

Cuadro 16

**Impacto mundial de la producción científica española
(1993-2003)⁽¹⁾**

Disciplina	1993-97	1996-2000	1999-2003	Variación en puntos porcentuales (1993-97 a 1999-2003)
Astrofísica	-21	9	-5	16
Ciencias agrícolas	-3	10	7	10
Matemáticas	-17	-16	-6	11
Microbiología	-30	-29	-20	10
Química	-5	1	-1	4
Botánica y zoología	-19	-12	-9	10
Ecología, medio ambiente	-19	-23	-15	4
Farmacología	-34	-28	-21	13
Física	2	11	19	17
Biología y bioquímica	-42	-35	1	43
Inmunología	-44	-35	-10	34
Ciencia de los materiales	9	-2	-29	-38
Biología molecular	-46	-24	-33	13
Neurociencia	-25	-35	-18	7
Medicina clínica	-33	-21	-27	6
Ciencias de la tierra (geología)	-40	-25	-5	35
Económicas y empresa	-34	-31	-17	17
Ingeniería	40	3	5	-35
Informática	-10	-26	-28	-18
Psicología y psiquiatría	-59	-52	-40	19
Ciencias sociales	-6	-12	-12	-6

(1) Impacto relativo comparado con el resto del mundo, en porcentaje (media de citas de artículos procedentes de España en relación con la media de citas por paper para cada disciplina).

Fuente: elaboración propia con datos del Institute for Scientific Information, disponibles en www.in-cites.com.

3. El marco regulador

El marco regulador de I+D cubre un campo amplísimo de mecanismos institucionales, rasgos culturales y políticas públicas que se refieren a los campos más diversos de la vida social. En este trabajo nos vamos a fijar sólo en algunos aspectos de este marco regulador, concretamente en tres de ellos: uno se refiere a algunos incentivos relativos a la formación de los recursos humanos, y los otros dos se refieren, en cambio, a incentivos relativos a la disposición de las empresas para comprometerse en actividades de I+D, a saber, el grado de competencia de la economía y el tratamiento fiscal de aquellas actividades.

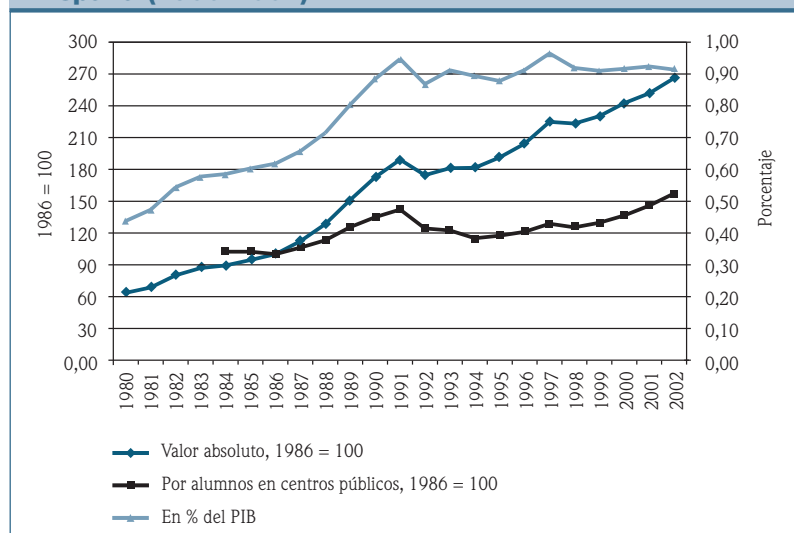
3.1. El marco de incentivos de la calidad de la educación superior

La expansión del sistema educativo: escolares y gasto en educación

Hemos visto el aumento de los recursos de I+D, y en particular, del número de investigadores. Este crecimiento en el número de investigadores del sector de enseñanza superior ha sido resultado del importante esfuerzo financiero que ha hecho el país en los últimos treinta años para expandir su sistema universitario. El gasto público en educación superior casi no ha dejado de ascender, en términos constantes, desde los años sesenta. Si nos fijamos en los datos desde 1980 hasta 2002, puede comprobarse que se ha cuadruplicado con creces (gráfico 26). Pero, por otra parte, no ha habido un aumento correlativo del gasto por estudiante: la política universitaria española ha sido más extensiva que intensiva, procurando acoger al mayor número posible de estudiantes con un gasto por cápita muy modesto. De hecho, el gasto por alumno (en centros públicos) cayó entre 1991 y 1994, y el ascenso subsiguiente ha servido poco más que para recuperar el nivel de 1991.

Gráfico 26

Gasto público en educación universitaria (total y por alumno) en precios de 1986 y como porcentaje del PIB, España (1980-2002)



Fuente: Elaboración propia con datos de PIB de INE, Contabilidad nacional, gasto público de Estadísticas del Gasto Público en Educación y datos de alumnos de INE, Estadística de la enseñanza superior en España.

Igualmente, dicho gasto en porcentaje del PIB ascendió en los años ochenta (prolongando un ascenso anterior) hasta un primer máximo del 0,95% en 1991. Desde entonces, la política de las distintas administraciones públicas (de distinto signo político) ha sido la de mantener constante el peso del gasto público en universidades en torno al 0,9/1% del PIB, llegando en 2001 al 1,2%.

En esta ocasión, el nivel de gasto ha dejado a España en los lugares medios del ranking de países desarrollados. En términos del gasto en educación superior (pública y privada) como porcentaje del PIB, con un 1,2%, España ocupaba en 2001 el puesto 11 de 19 países ricos de la OCDE (cuadro 17), por encima, no sólo de Portugal, Grecia o Italia (con un 0,9%), sino también de Reino Unido, Francia y Alemania, así como de Austria y Japón. En términos del esfuerzo relativo por alumno (gasto por alumno / PIB per cápita multiplicado por 100), España (con un 35%) ocupaba el lugar 14, esta vez formando parte de un grupo de países que incluían a Italia y Francia, y también a Noruega e Irlanda (con cifras próximas al 34%) (cuadro 18).

Cuadro 17

Gasto en educación superior (tertiary education) como porcentaje del PIB, países de la OCDE (1995,2001)

	2001		1995	
	Público	Privado	Total	Total
Estados Unidos	0,9	1,8	2,7	2,7
Canadá	1,5	1,0	2,5	2,3
Dinamarca	1,8	—	1,8	1,6
Suecia	1,5	0,2	1,7	1,6
Finlandia	1,7	—	1,7	1,9
Australia	0,8	0,7	1,5	1,7
Bélgica	1,2	0,2	1,4	—
Holanda	1,0	0,3	1,3	1,4
Noruega	1,3	—	1,3	1,7
Irlanda	1,1	0,2	1,3	1,3
España	1,0	0,3	1,2	1,0
Austria	1,2	—	1,2	1,2
Grecia	1,1	—	1,1	0,8
Reino Unido	0,8	0,3	1,1	1,2
Francia	1,0	0,1	1,1	1,1
Portugal	1,0	0,1	1,1	0,9
Japón	0,5	0,6	1,1	1,0
Alemania	1,0	0,1	1,0	1,1
Italia	0,8	0,2	0,9	0,8
Nueva Zelanda	0,9	—	—	1,1
Suiza	1,3	—	—	—

Fuente: OECD (2005a: cuadro B2.1b)

Cuadro 18

Gasto por alumno en educación superior (*tertiary education*) y renta per cápita, en dólares⁽¹⁾, países de la OCDE (1995, 2001)

	1995		2001				
	Gasto por alumno	PIB per cápita	Gasto por alumno/ PIB per cápita (A)	Gasto por alumno	PIB per cápita	Gasto por alumno/ PIB per cápita B	B-A
Suiza	15.802	27.537	57	20.230	30.036	67	10
Estados Unidos	20.207	30.753	66	22.234	35.179	63	-3
Suecia	—	22.846	—	15.188	26.902	56	—
Dinamarca	11.499	25830	45	14.280	29.223	49	4
Australia	13.897	23.135	60	12.688	26.685	48	-13
Holanda	12.311	24.503	50	12.974	28.711	45	-5
Bélgica	—	23.868	—	11.589	27.096	43	—
Japón	9.691	25.092	39	11.164	26.636	42	3
Finlandia	10.900	20.992	52	10.981	26.344	42	-10
Alemania	9.698	23.279	42	10.504	25.456	41	0
Reino Unido	10.981	23.006	48	10.753	26.715	40	-7
Austria	10.341	24.889	42	11.274	28.372	40	-2
Noruega	14.087	31.146	45	13.189	36.587	36	-9
España	5.624	17.637	32	7.455	21.347	35	3
Irlanda	7.223	18.802	38	10.003	29.821	34	-5
Italia	5.621	22.889	25	8.347	25.377	33	8
Francia	7.801	23.580	33	8.837	26.818	33	0
Portugal	4.664	14.939	31	5.199	17.912	29	-2
Islandia	—	23.564	—	7.674	29.036	26	—
Grecia	3.264	14.199	23	4.280	17.020	25	2

(1) En dólares equivalentes, convertidos usando PPCs, en precios y PPCs constantes de 2001. Fuente: adaptado y elaborado a partir de OECD (2005a: cuadro B1.6).

Que el lugar de España en estas clasificaciones sea superior al que ocupa cuando el criterio de ordenación es el gasto en I+D sobre el PIB nos alerta de que la relación entre éste y el gasto en educación superior no es muy fuerte. En realidad, con esos 19 países, la asociación es relativamente débil ($R^2=0,10$; y aun quitando los dos casos más desviados, Canadá y Estados Unidos, apenas llega al 0,26). En buena medida, esto se entiende por la importancia del gasto financiado por el sector empresarial para explicar los niveles de gasto en I+D: esa financiación no tiene por qué depender de los recursos destinados a la universidad.

Otra averiguación interesante que resulta de comparar los países ricos de la OCDE es que apenas hay relación entre la producción anual de titulados en ciencias e ingeniería y el gasto en I+D⁽⁸⁾. Es posible que con una cifra

(8) La asociación entre la variable «titulados en ciencias e ingenierías por 100 habitantes» y el gasto en I+D en porcentaje del PIB es casi nula ($R^2=0,03$); cálculos propios con datos de OECD (2005a, 2005b).

mínima anual se cubra la demanda de investigadores y que la producción de titulados por encima de ese mínimo no añada nada en particular, aparte, si acaso, de permitir a empresas y otras instituciones (universidad, organismos públicos) contratar mano de obra más barata o ser más selectivos en su contratación.

¿Y la calidad?

Aunque cuantitativamente el esfuerzo español en educación superior ha sido notable, hay que tener en cuenta que se partía de un déficit histórico importante (que se refleja todavía en las grandes disparidades en el nivel educativo del conjunto de la población española cuando se la compara, por ejemplo, con la británica, la francesa y la alemana) y que el esfuerzo cualitativo ha sido y es mucho más discutible. En un trabajo anterior (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001), hemos cuestionado la calidad de la educación superior en España, aduciendo una batería de argumentos y una suma de evidencias empíricas bastante amplia. Aquí nos limitamos a algunas referencias.

Uno de nuestros argumentos partía de una comparación entre la experiencia española con la estadounidense en lo que se refiere al modo de entender y funcionar la universidad, empezando por su autonomía institucional y financiera, lo que a su vez tiene consecuencias en el papel de los presidentes o rectores de las universidades, sus políticas de financiación (los norteamericanos, debiendo acometer una política activa de captación de fondos, los españoles, esperando la subvención pública correspondiente). Con la mayor o menor autonomía, cambia también el carácter, muy distinto, de la identificación de alumnos y antiguos alumnos con sus universidades. Como corolario de los dos rasgos anteriores, se da el contraste entre la importancia de la apelación de las universidades norteamericanas a la contribución financiera de los alumnos y de los antiguos alumnos, y la debilidad de la contribución de los alumnos, y la ausencia de la de los antiguos alumnos en el caso español. Lo cierto es que, en España, la identificación de los estudiantes con sus universidades es más bien baja, a juzgar por el hecho de que un 60,4% de los universitarios manifiestan bien no tener ningún sentimiento especial hacia su universidad, bien sentirse decepcionados con ella (según una encuesta de la Fundación BBVA, 2005), y que lo que pagan los estudiantes con sus tasas académicas no cubre más allá de una sexta parte de los costes reales de su formación (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 161).

Otro de nuestros argumentos se refería a la importancia de la endogamia en el reclutamiento del profesorado. Los datos apuntaban a que era máxima en España y mínima en países como Estados Unidos (o Alemania, por razones diversas). Lo interesante de la comparación internacional sobre este tema es constatar cómo a medida que aumenta la endogamia, aumenta también la distancia entre la potencia económica del país (porcentaje de su PIB sobre el PIB de la OCDE) y su potencia científica (porcentaje del total de artículos científicos publicados en el mundo). Ello indica que el modo de aplicar los recursos humanos en la universidad (y no sólo el monto de esos recursos) puede influir en la cantidad de investigación que en ella se hace (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 149-153).

La competencia internacional por los mejores investigadores/profesores, y alumnos

Un tercer argumento nuestro analizaba la circunstancia de que en España no es habitual que las facultades o departamentos de distintas universidades compitan ni por los mejores profesores (recuérdese la opción por la endogamia docente), ni que las facultades compitan por los mejores alumnos. Ello es lógico dada la política de financiación a la que hemos hecho referencia. De hecho, la financiación recibida por las universidades españolas casi no depende nada de la calidad del profesorado o del alumnado, y sí, en cambio, y mucho, de la cantidad de este último. Cabe imaginar que en un contexto futuro de cohortes de edad y matrícula universitaria decrecientes, los incentivos para atraer a los alumnos, relativamente más escasos, serían algo mayores.

En relación con esto último, conviene señalar que el problema para un país como España es que, a escala mundial, sí se está compitiendo desde hace tiempo por los mejores profesores e investigadores, así como por los mejores alumnos (al menos en el nivel del doctorado) (OECD, 2002b; 2004a). Los protagonistas de dicha competición son los centros de enseñanza y/o investigación, no los estados. Las universidades españolas parecen haber contemplado la fuga de cerebros españoles a países como Estados Unidos con cierta indolencia. Las universidades españolas se han comportado bien como si no fueran conscientes de esta fuga, o bien como si conscientes de ello, les fuera indiferente, bien como si, creyendo que les necesitaban, se sintieran impotentes para impedirlo, porque supieran que sus márgenes de maniobra en la contratación de profesores y, por extensión, en la asignación de los propios recursos eran muy estrechos (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 194-202).

Prueba de ello es, por una parte, que las universidades españolas han esperado y/o demandado que fueran los gobiernos centrales quienes dedicasen fondos específicos al retorno de esos cerebros. Sólo entonces, las universidades les han encontrado acomodo; pero no sin antes intentar sortear lo sustantivo de las medidas públicas de retorno para colocar a los candidatos domésticos, de acuerdo con su tradición endogámica. Por otra parte, cuando esos cerebros han decidido retornar a su país, quizá por razones patrióticas o de moral cívica, o por razones personales diversas, se han encontrado con dificultades especiales, precisamente por haber estado bastante tiempo fuera de las redes clientelares tan importantes en la asignación de recursos humanos en las dos últimas décadas. Esto último ha podido ocurrir incluso en algunos casos cubiertos por la financiación llamada «de retorno» (Pérez-Díaz y Rodríguez, 2001: 148, nota 16).

Obviamente, la competición internacional es muy desigual. Las universidades y otros centros de investigación españoles, como tales, pueden movilizar una mínima proporción de los recursos que pueden movilizar las universidades de investigación estadounidenses. Pero la competición no se libra sólo en términos de recursos. Importa también lo acogedor que sea el ambiente interno y externo de los centros de investigación. Puede darse el caso de una gran abundancia de recursos que coincida con un ambiente interno lleno de trabas burocráticas y poca flexibilidad para la asignación de recursos. O coincida con un ambiente externo en el que escaseen los estímulos para la investigación. Por ejemplo: que sea muy difícil la fructífera interacción de ida y vuelta con las empresas simplemente porque el sector industrial en el que podrían tener sentido las investigaciones esté infradesarrollado.

Si recursos y ambiente de investigación son fundamentales en esa competición mundial por los mejores investigadores y estudiantes, entonces las perspectivas españolas son desalentadoras.

Es sabido que el principal destino de quienes salen de su país para estudiar fuera es Estados Unidos. En un año, el número de estudiantes extranjeros en Estados Unidos puede ser superior a la mitad de toda la Unión Europea de los 15, pero más de la mitad de éstos vienen de otros países de la Unión (OECD, 2004b: 2-3). Ello no quiere decir que el porcentaje de alumnos extranjeros sobre el total sea el máximo en Estados Unidos. En realidad, de los 19 países ricos de la OCDE para los que tenemos datos, ocupa el lugar 13º, con un 3,7% (cuadro 19). Esto es algo comprensible. Si Estados Unidos acogiese un porcentaje de estudiantes extranjeros similar al del líder en esta lista, Australia

(17,7%), prácticamente absorbería todo el flujo mundial de estudiantes extranjeros. Buena parte de los países con porcentajes altos (Suiza, Bélgica, Reino Unido, Alemania, Francia) cuentan con una acendrada tradición universitaria y, por ello, una buena imagen internacional. Así se puede comprobar, por ejemplo, en el *ranking* de las 200 universidades más importantes del mundo, publicado recientemente por el *Times Higher Education Supplement*⁽⁹⁾. Y debe de influir también el idioma de trabajo en las universidades, de manera que países con idiomas más extendidos (inglés, francés o, incluso, alemán; al menos entre los universitarios) recibirán más estudiantes.

Cuadro 19

Estudiantes extranjeros como porcentaje del total en educación superior (*tertiary education*), países de la OCDE, 2020

	2002	Índice de cambio (1998=100)
Australia	17,7	141
Suiza	17,2	108
Austria	12,7	111
Bélgica	11,0	—
Reino Unido	10,1	94
Alemania	10,1	124
Francia	10,0	130
Nueva Zelanda	9,5	259
Suecia	7,5	167
Dinamarca	7,4	123
Irlanda	5,2	108
Noruega	4,8	152
Estados Unidos	3,7	113
Holanda	3,7	—
España	2,4	147
Finlandia	2,4	138
Japón	1,9	134
Grecia	1,6	—
Italia	1,5	124

Fuente: Adaptado de OECD (2005a: cuadro C3.1).

España ocupa en ese *ranking* el puesto 15º, con un 2,4% de estudiantes extranjeros, a pesar de contar con un idioma extendido mundialmente, y se sitúa sólo por encima de Finlandia (2,4%; con un idioma absolutamente minoritario), Japón (1,9%; con un idioma poco conocido fuera del país), Grecia (1,6%; lo mismo) e Italia (1,5%; tradicional compañero de fatigas de España en los rankings que aquí referimos).

(9) «World university rankings», *The Times Higher Education Supplement*, 5 de noviembre de 2004.

No contamos con datos publicados de profesorado extranjero sobre el total, pero sí un cierto indicador sobre el grado de atracción de los distintos países para los investigadores: el porcentaje de alumnos extranjeros en el doctorado (cuadro 20). En los primeros lugares vuelven a situarse países como Suiza (36,8%), Reino Unido (34,0%) o Bélgica (36,1%), pero en esta ocasión están acompañados por Estados Unidos, que cuenta entre sus estudiantes de doctorado con más de un cuarto de extranjeros⁽¹⁰⁾. Por su parte, España ocupa el 11º lugar, pero, como el resto de los países, con una proporción de estudiantes extranjeros más elevada (11%). De nuevo, tan sólo consigue superar a países como Nueva Zelanda, Portugal, Finlandia e Italia.

El *Times Higher Education Supplement* no es la única institución que ha pretendido ordenar las universidades según su relevancia en el mundo, pero su *ranking*, aunque está basado en pocos indicadores, parece suficientemente bien construido⁽¹¹⁾. A los efectos que aquí nos interesa, viene a confirmar los malos datos españoles. Obviamente, Estados Unidos recoge el mayor número de menciones (62), seguido por el Reino Unido (30), Alemania (17), Australia (14) y, algo más lejos, Holanda (8) y Francia (8). Suiza y Bélgica

Cuadro 20

Estudiantes extranjeros en programas de doctorado como porcentaje del total, países de la OCDE (2000)

Suiza	36,8
Bélgica	36,1
Reino Unido	34,0
Estados Unidos	26,9
Australia	21,4
Dinamarca (1999)	18,2
Canadá	17,3
Noruega	14,5
Austria	14,2
Suecia	14,1
España	12,4
Nueva Zelanda	7,8
Portugal	6,1
Finlandia	5,7
Italia	1,1

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD, Education database.

(10) Téngase en cuenta, de todos modos, que no hay datos para Alemania y Francia.

(11) Se basa, primero, en una encuesta a científicos de todo el mundo, a quienes se les pregunta por la mejor universidad de su especialidad. Segundo, tiene en cuenta el porcentaje de profesores extranjeros sobre la plantilla total. Tercero, tiene en cuenta el porcentaje de alumnos extranjeros. Cuarto, utiliza la ratio número de profesores/número de alumnos. Por último, utiliza un indicador de número de citas (de artículos científicos) por profesor. El indicador que parece tener más peso es el primero.

reciben dos menciones cada una; Austria, tres. España tan sólo recoge una mención, la de la Universidad Autónoma de Madrid, en el puesto 159⁽¹²⁾.

Falta de atractivo internacional y cuellos de botella nacionales

¿Es tan importante que la universidad española no sea un destino preferido de los estudiantes internacionales? Podríamos pensar que, para ocupar los puestos de investigador en la empresa, en los organismos públicos de investigación o en la universidad, bastaría con materia prima nacional. Hasta cierto punto ello ha de ser así, si es cierto el argumento presentado más arriba de que basta un mínimo de titulados en ciencias o ingenierías para suplir las necesidades presentes de la I+D en un país.

Sin embargo, ese argumento requiere varias matizaciones. Primera, y más obvia, una cosa son las necesidades presentes y otra las necesidades futuras, sobre todo si el país en cuestión (su gobierno, sus elites, sus empresas) tienen la ambición de otorgar un gran impulso a la investigación. Segunda, la escasa atracción de España como destino no hace pensar en que las políticas de retorno de los cerebros fugados vayan a conseguir resultados fácilmente. Si esos cerebros son los mejores y el país no consigue hacer que vuelvan, su sistema de investigación se estará privando de las mejores aportaciones personales, por lo que necesariamente se resentirá.

La escasa frecuencia de estudiantes brillantes en la educación secundaria

Por último, cabe hacer un argumento que se ha planteado para otros países, como Estados Unidos, y que pone en relación la calidad de la educación primaria y secundaria con las necesidades de recursos humanos en la educación superior y, por tanto, en el sistema de I+D. En España, Julio Carabaña (2004) ha alertado de un rasgo de los resultados de los estudiantes españoles en los tests internacionales, que comparten con los estadounidenses, cuya educación superior puede ser excelente, pero cuya educación secunda-

(12) O el puesto 94° o 95° según el criterio del juicio de los pares; el 152° según el criterio de las citas científicas, entre el 86° y el 95° según la tasa de profesores extranjeros, entre el 136° y el 145° por el alumnado extranjero, y entre el 147° y el 157° por la ratio profesores/alumnos.

ria es, en conjunto, mediocre⁽¹³⁾. Se trata de la reducida proporción de alumnos que destacan, cuyas posibles consecuencias vemos más adelante.

Si analizamos los resultados en Matemáticas del último estudio PISA de la OCDE, se comprueba que hay países (que suelen ser los que tienen una puntuación media superior) con porcentajes de estudiantes en el nivel máximo (por encima de 668 puntos en el test) superiores al 6%, incluso superiores al 8% (como Bélgica o Japón) (cuadro 21). En el otro extremo se encuentran países con porcentajes inferiores al 2%, como Grecia (0,6%), Portugal (0,8%) y España (1,4%). Que no es cuestión de renta per cápita permite comprobarlo el dato de Estados Unidos (2%), el país con mayor renta per cápita de la clasificación por detrás de Luxemburgo.

Cuadro 21

PISA 2003. Prueba de Matemáticas. Porcentaje de estudiantes en los niveles más altos (5 y 6) (ordenados según el porcentaje en el nivel 6). Países de la OCDE

País	Nivel 5 (desde una puntuación de 607 a 688)	Nivel 6 (por encima de 668)	Puntuación media
Bélgica	17,5	9,0	529
Japón	16,1	8,2	534
Holanda	18,2	7,3	538
Suiza	14,2	7,0	527
Finlandia	16,7	6,7	544
Nueva Zelanda	14,1	6,6	523
Australia	14,0	5,8	524
Canadá	14,8	5,5	532
Suecia	11,6	4,1	509
Dinamarca	11,8	4,1	514
Alemania	12,2	4,1	503
Austria	10,5	3,7	506
Francia	11,6	3,5	511
Noruega	8,7	2,7	495
Luxemburgo	8,5	2,4	493
Irlanda	9,1	2,2	503
Estados Unidos	8,0	2,0	483
Italia	5,5	1,5	466
España	6,5	1,4	485
Portugal	4,6	0,8	466
Grecia	3,4	0,6	445

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2004b: cuadro 2.5b).

(13) En las últimas pruebas PISA de la OCDE, quedó en el puesto 28º de 40 países en el test de Matemáticas (OECD, 2004b: 91).

Aunque el sistema de enseñanza primaria y secundaria en Estados Unidos sólo consigue producir un 2% de alumnos brillantes, logra tener las mejores universidades de investigación del mundo por dos razones. En parte porque un componente de la experiencia universitaria, la de los llamados *undergraduates* en los *colleges*, sirve para reforzar la formación de los estudiantes norteamericanos, y en parte, como señala Carabaña, por la importación de estudiantes brillantes de otros países. Ahora bien, España, que tiene un sistema mediano de educación secundaria, y tampoco tiene estudiantes brillantes, tiene problemas para adoptar la solución norteamericana. Primero, porque su sistema universitario, siendo de calidad débil, carece de la capacidad para reforzar la falta de formación anterior. Segundo, porque, por su misma debilidad, carece de atractivo para estudiantes brillantes del extranjero. En otras palabras, lo que nos dice el caso español es que, por una parte, el escaso porcentaje de alumnos brillantes en enseñanza secundaria se ha convertido en un cuello de botella importante para la producción no sólo de investigadores, sino de profesionales cualificados; y, por otra, que es difícil ensanchar ese cuello de botella mediante la importación de estudiantes brillantes de fuera.

3.2. Grado de competencia de la economía y tratamiento fiscal de la I+D

Posición medio-baja en el *ranking* por grado de competencia interna

La regulación pública de las actividades de I+D y de la operativa de los agentes del sistema de innovación en general es otro de los elementos característicos de la infraestructura común de innovación. Cabe referirse, al menos, a dos dimensiones de ese marco.

Por una parte, es relevante el grado de competencia en los mercados. Como regla general, a mayor competencia, mayor gasto empresarial en I+D. En mercados competitivos, las empresas tenderían a llevar a cabo actividades sistemáticas de innovación, como respuesta a la amenaza de la pérdida de cuota de mercado o de no obtener los beneficios esperados debido a las acciones de competidores más alerta o más audaces. Esas actividades sistemáticas, orientadas a una mayor eficiencia (y, por tanto, a poder ofrecer precios más baratos) o al lanzamiento de nuevos productos (que den respuesta

a demandas potenciales de los consumidores), implican, necesariamente, mayores gastos en I+D.

La OCDE ha dedicado mucha atención al análisis del marco regulador de sus países-miembro y en los últimos años ha producido un conjunto de indicadores para medir, por ejemplo, el grado de competencia permitido por la regulación estatal de los mercados. Según un indicador sintético del grado de competencia, los primeros lugares de una lista de 21 miembros de la OCDE estarían ocupados, poco sorprendentemente, por el Reino Unido, Finlandia y Estados Unidos, todos ellos países con un nivel relativamente alto de inversión privada en I+D; y los últimos, también característicamente, por Italia, Grecia y Francia. España, esta vez, no acompañaría a los «últimos de la clase», sino que se situaría entre el puesto 13º y el 15º (Busom, 2003: 44).

De dicho *ranking* se pueden obtener dos sugerencias para entender el caso español. La primera es que queda bastante margen para seguir liberalizando mercados y aprovechar, por tanto, las debidas ganancias de eficiencia (por tanto, de generación de riqueza) y de innovación tecnológica. La segunda es que, dado el lugar que ocupa España, cabría esperar mejores posiciones en los *rankings* de presencia de empresas de alta o medio-alta tecnología (véase más adelante) y, coherentemente, de inversión privada en I+D. Quizá sea demasiado pronto para que el marco regulador español, relativamente favorable a la competencia, haya producido sus efectos. O quizá ocurra que su influencia entre en contradicción con los efectos de otros factores, como el de la calidad de la universidad o del capital humano que proporciona la educación secundaria, a los que acabamos de hacer referencia.

Tratamiento fiscal: mejoras muy recientes, y de aplicación problemática

En la literatura sobre innovación se ha tenido muy en cuenta la fiscalidad de la I+D como factor que, presuntamente, explicaría los niveles de aquélla y, lógicamente, como palanca política para mejorar el sistema de I+D de un país (OECD, 2003b). En principio, España contaría con uno de los tratamientos fiscales más favorables de los países de la OCDE a la I+D empresarial, debido a las sucesivas rebajas del impuesto de sociedades así como a beneficiosas ventajas directas para los gastos en I+D. En realidad, según uno de los indicadores que utiliza la OCDE, el subsidio fiscal a la I+D más elevado se ofrecería en España, seguido, relativamente cerca, por Portugal, y, ya a más

distancia, por Australia. Los países menos favorables fiscalmente a la I+D serían Italia, Alemania y Nueva Zelanda (OECD, 2003a: 43). Sin embargo, la asociación de dicha medida con la intensidad de la inversión en I+D en la España es muy débil: basta fijarse en los países que ocupan los primeros lugares del ranking de los países de la OCDE según dicho subsidio fiscal. No son precisamente de los que más destacan por sus elevados gastos en I+D.

No extraña que no se dé, o apenas se dé, esa relación. Primero, porque probablemente la influencia de dichas ventajas fiscales en el nivel de gasto en I+D es, en general, pequeña (OECD, 2003b: 26). Pero además porque, en segundo lugar, en todo caso, buena parte de esas ventajas fiscales en el caso español (y en otros, como el de Portugal) son muy recientes⁽¹⁴⁾, de modo que todavía no se han hecho sentir del todo sus efectos, por pequeños que puedan ser; y porque, en tercer lugar, puede haber habido un problema adicional derivado de dificultades burocráticas en la aplicación de tales ventajas fiscales (que tal vez se subsanen con el tiempo, o no).

De hecho, en el caso español, hay que tener muy en cuenta, al menos por ahora, las dificultades que se les presentan a las empresas para aprovechar las ventajas fiscales. Para Lafuente Félez (2003: 50-51) la cumplimentación fiscal de las desgravaciones (sobre todo en el impuesto de sociedades) es complicada, pues el concepto fiscal de I+D+i es distinto del concepto tal y como se entiende en contabilidad, lo cual origina ambigüedades y controversias, que se ven aumentadas por las ambigüedades en la regulación de la libertad de amortización del inmovilizado y hasta qué punto esto afecta a las actividades en I+D. Todo ello hace que la administración tributaria se comporte restrictivamente a la hora de aprobar las desgravaciones y que las decisiones empresariales de inversión en I+D incurran en el coste extra de elaborar un estudio detallado del estado de la cuestión fiscal (ambiguo, en este caso, por definición) al respecto. Corchuelo y Martínez Ros (2004: 19-20) analizan una muestra de empresas y concluyen que los incentivos sí estimulan algo la inversión en I+D, pero su análisis también confirma los problemas anteriores, a los que se sumarían otros. El conocimiento de las ventajas fiscales no está muy extendido, en general, aunque sí lo está entre las empresas innovadoras. Puede, por tanto, ocurrir que los incentivos fiscales estimulen precisamente a empresas que ya habían decidido innovar (y por tanto, no necesitaban ese estímulo), pero ni siquiera entren en el radar del organismo

(14) De hecho, España es el país en que más aumentaron esas ventajas fiscales en el período 1995-2001 (OECD, 2003a: 43).

encargado de dar tales incentivos las empresas que todavía no han decidido hacerlo (y que serían aquéllas a las que habría que estimular). Incluso es posible que la complejidad de la aplicación del incentivo puede estar desalentando su uso en las empresas pequeñas y medianas. Lo cierto es que el número de empresas que se han acogido a estos beneficios fiscales en España es percibido todavía como reducido (por ejemplo, COTEC, 2004: 26).

Los factores causales: (b) el entorno de innovación del tejido productivo español

IV

Son las empresas, compitiendo en sus mercados, las que desarrollan y comercializan las innovaciones. En última instancia, por tanto, la capacidad innovadora de un país depende del entorno para la innovación característico de su tejido productivo. Y, como señalan Furman *et al.* (2002: 906), dependiendo de sus características, esos entornos tanto pueden amplificar las fortalezas de la infraestructura común de innovación como echarlas a perder. También puede ocurrir, añadimos nosotros, que sean precisamente las debilidades de la infraestructura común de innovación las que hagan difícil el desarrollo de tejidos productivos innovadores, o, incluso, impidan su nacimiento. Viceversa, un tejido productivo dinámico puede estimular una respuesta también dinámica en elementos de la infraestructura común, como, por ejemplo, la investigación universitaria.

En este apartado nos ocupamos de varios indicadores para medir la proclividad a la innovación del tejido productivo español. Primero, tratamos del gasto en I+D financiado por el sector empresarial, que vendría a reflejar la importancia de la competición basada en la innovación a lo ancho del tejido productivo (Furman *et al.*, 2002: 915). Segundo, nos ocupamos de la presencia en dicho tejido de las empresas de tecnología alta y medio-alta. Por último, introducimos la variable de la presencia multinacional, pues permite entender por qué proporciones similares de producción tecnológica de nivel alto y medio-alto no se traducen en los mismos niveles de inversión en I+D.

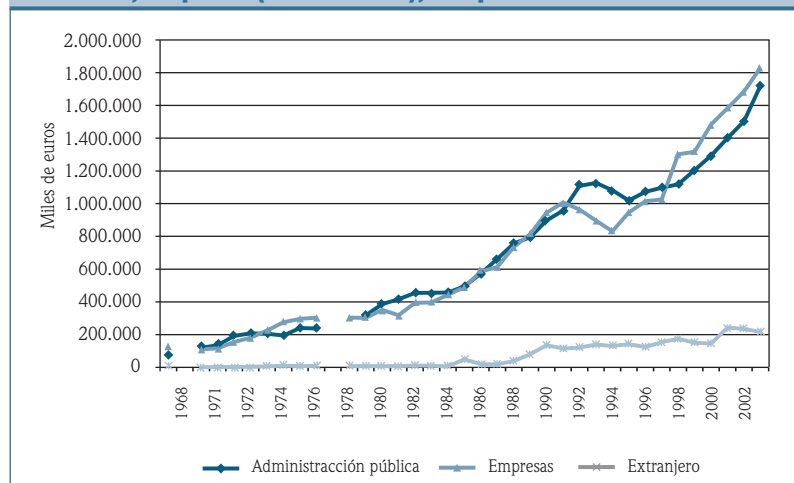
1. Gasto en I+D financiado por el sector empresarial

Aumento parejo del esfuerzo empresarial y el estatal, pero España está entre los países con financiación empresarial medio-baja

Si observamos el aumento del gasto en I+D en moneda constante según el origen directo de los fondos utilizados, se comprueba cómo el esfuerzo del sector empresarial y el de la administración pública han caminado parejos en el conjunto del periodo 1967-2003, con ligerísimas variaciones debidas a la coyuntura económica (sobre todo porque las fases bajas se hacían notar antes en el gasto empresarial) (gráfico 27). Es de reseñar, también, el notable crecimiento de las aportaciones del sector exterior, que crecen, más o menos, desde 1986, fecha del ingreso de España en las Comunidades Europeas y se estabilizan, ligeramente al alza, desde 1990. En la actualidad, más de la mitad de dicha aportación corresponde a fondos procedentes de la Unión Europea y el resto, cabe imaginar, a aportaciones de empresas extranjeras con filiales en España⁽¹⁵⁾.

Gráfico 27

Gastos brutos internos en I+D según el origen de los fondos, España (1967-2003), en precios de 1986



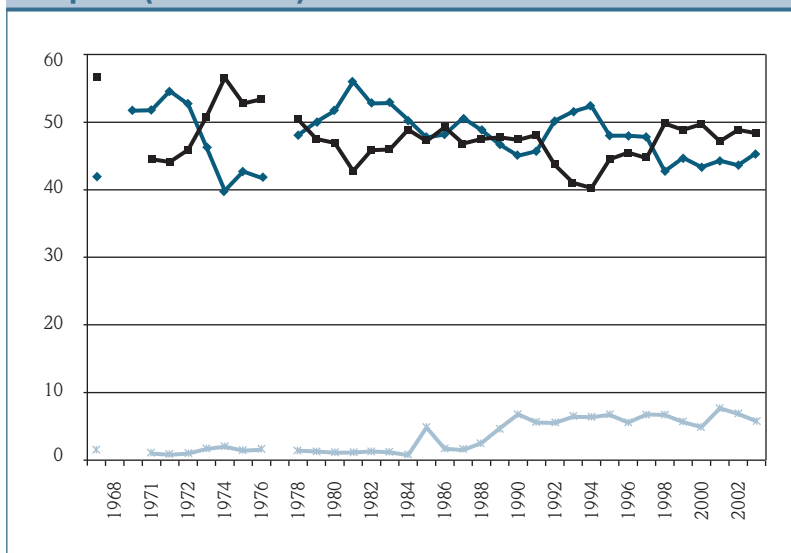
Fuente: Elaboración propia con datos de gastos de I+D de INE (2005a) y deflactor del PIB de INE, Contabilidad Nacional.

(15) En 2003, de los 471 millones de euros financiados desde el exterior, 291 procedían de programas de la Unión Europea. De los 180 millones restantes, la mayor parte (un 70%) estuvo dirigido al sector empresarial. Cálculos propios con datos de INE (2005a).

En términos del reparto del esfuerzo de financiación entre empresas y administración pública, el cambio en esos más de treinta años ha sido mínimo (gráfico 28). Se observan oscilaciones relacionadas, normalmente, con la fase del ciclo económico (perdiendo peso relativo las empresas en las fases bajas y recuperándolo y situándose por delante de la administración en las de alza), así como una tendencia a la reducción del peso de ambos en el total de la financiación a favor del sector exterior. Desde luego, lo que no se observa es que el sector empresarial tienda a ganar peso a largo plazo, aunque quizá habría que matizar esta afirmación teniendo en cuenta que parte de la financiación exterior procede de empresas foráneas.

Gráfico 28

Gastos en I+D según procedencia de los fondos, España (1967-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de gastos de INE (2005a).

Si lo anterior es cierto, no cabe esperar que en el corto plazo el reparto del esfuerzo en España vaya a asemejarse al propio de los países que más invierten en I+D. Como se ve en el cuadro 22, la participación media de la industria en la financiación de la I+D en la OCDE al comenzar el siglo XXI supera el 60% y en la UE15 el 55%. Los países que más destacan, además de Luxemburgo, son Japón (73,9%), Suecia (71,9%), Finlandia (69,5%) y Suiza (69,1%). España se encuentra en la mitad inferior de la tabla, con 48,9%, con

una participación industrial similar a la de Noruega, Holanda, Reino Unido y Australia, pero claramente por encima de un grupo formado por Portugal y Grecia (pero también Nueva Zelanda)⁽¹⁶⁾.

Cuadro 22

Gastos brutos internos en I+D según el sector que los financia (en porcentaje), países de la OCDE (1981, 1990, 2000/2004)⁽¹⁾

	1981			1990			Más reciente			Año del dato más reciente
	Industria	Gobierno	Extranjero	Industria	Gobierno	Extranjero	Industria	Gobierno	Extranjero	
Luxemburgo	—	—	—	—	—	—	90,7	7,7	1,6	2000
Japón	62,3	26,9	0,1	73,1	18	0,1	73,9	18,2	0,4	2002
Suecia	54,9	42,3	1,5	—	—	—	71,9	21,0	3,4	2001
Finlandia	54,5	43,4	1,0	—	—	—	69,5	26,1	3,1	2002
Suiza	75,1	24,9	—	—	—	—	69,1	23,2	4,3	2000
Irlanda	37,7	56,5	4,8	59,1	30,1	8,6	67,2	25,2	6,0	2001
Alemania	56,8	41,8	1,0	63,5	33,8	2,1	65,4	31,9	2,3	2003
Bélgica	—	—	—	—	—	—	64,3	21,4	11,8	2001
EE.UU	49,4	47,8	—	54,6	41,6	—	63,1	31,2	—	2003
Dinamarca	42,5	53,5	2,1	49,3	42,3	3,8	61,5	28,0	7,8	2001
Francia	40,9	53,4	5,0	43,5	48,3	7,5	52,1	38,4	8,0	2002
Holanda	46,3	47,2	5,2	48,1	48,3	2,0	51,8	36,2	11,0	2001
Noruega	40,1	57,2	1,4	—	—	—	51,6	39,8	7,1	2001
España	42,8	56,0	1,1	47,4	45,1	6,8	48,9	39,1	6,8	2002
Reino Unido	42,0	48,1	6,9	49,6	35,5	11,8	46,7	26,9	20,5	2002
Australia	20,2	72,8	1,0	41,1	54,9	1,2	46,3	45,7	3,3	2000
Canadá	40,8	50,6	3,8	38,6	45,9	9,2	44,3	34,0	11,7	2003
Austria	50,2	46,9	2,5	52,0	44,6	3,1	41,5	36,7	21,5	2004
N. Zelanda	18,1	81,8	—	29,3	60,3	2,5	37,1	46,4	6,6	2001
Grecia	21,4	78,6	—	—	—	—	33,1	46,6	18,4	2001
Portugal	—	—	—	27,0	61,8	4,6	31,5	61,0	5,1	2001
Italia	50,1	47,2	2,7	43,7	51,5	4,8	—	—	—	—
Total OECD	51,8	44,0	—	57,8	36,8	—	62,2	30,0	—	2002
EU-15	48,7	46,7	3,5	52,5	40,8	5,5	56,1	34,0	7,8	2001

(1) El porcentaje restante hasta el 100% corresponde a «otras fuentes nacionales». Los países están ordenados según el porcentaje de financiación correspondiente a las empresas en el último año, en orden descendente.

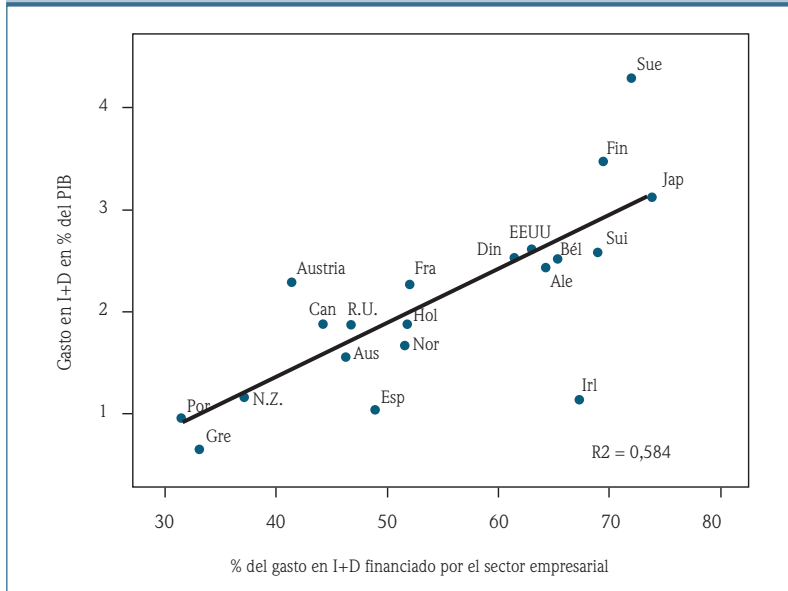
Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

(16) Téngase en cuenta que el dato para España se corresponde con una de las participaciones más elevadas medidas, correspondiente, como hemos dicho, a una fase alta del ciclo.

El interés del indicador del esfuerzo empresarial en I+D es que parece bastante importante para explicar el nivel total de la inversión en I+D en un país. Como se observa en el gráfico 29, la participación empresarial en la financiación se relaciona con el nivel de I+D (en porcentaje del PIB) con bastante fuerza (R^2 de 0,58)⁽¹⁷⁾.

Gráfico 29

Financiación empresarial del gasto en I+D y nivel de éste sobre el PIB, países de la OCDE (datos más recientes)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

De manera que, si la meta de las políticas públicas es aumentar sustancialmente el nivel del gasto en I+D sobre el PIB, da la impresión de que parte de las soluciones habría que buscarla en los factores que afectan a la financiación empresarial de la I+D, la propia, sobre todo, pero no sólo. Sin embargo, las políticas públicas habrán de tener en cuenta el conjunto de la estructura económica, especialmente la industrial, del país, un factor difícilmente modificable en poco tiempo. A continuación mostramos la evidencia que relaciona un aspecto de dicha estructura industrial, la presencia de industrias

(17) Sin tener en cuenta el atípico caso de Luxemburgo (90% de financiación empresarial).

de alta o media tecnología, con la inversión en I+D. La gran estabilidad de dicha presencia en España sugiere inercias muy difíciles de vencer.

2. La base industrial de la I+D privada

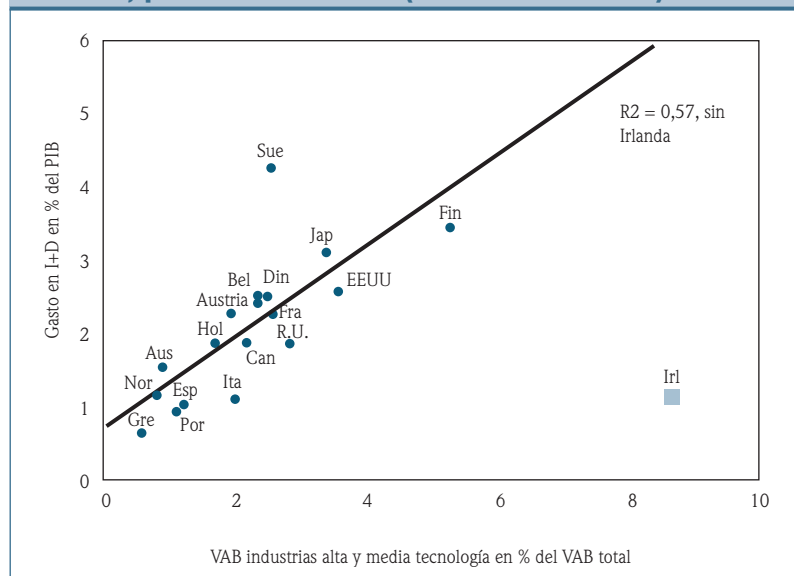
Insuficiente base industrial para la I+D privada, y difícil aprendizaje de Finlandia o Irlanda

La característica de la estructura industrial de un país que más parece influir en la inversión del mismo en I+D parece ser la presencia de industrias de alta y media tecnología. Obviamente, se trata de industrias que, por los productos fabricados y por el proceso de fabricación, así como por las condiciones de competencia en sus mercados, necesitan una inversión continuada en I+D⁽¹⁸⁾.

El gráfico 30 muestra esa relación tomando a cada país como unidad de análisis. En el eje de abscisas se recoge el porcentaje del Valor Añadido Bruto

Gráfico 30

Peso de la industria de alta y media tecnología y gasto en I+D, países de la OCDE (dato más reciente)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005a) y OECD (2004).

(18) En realidad, las definiciones internacionales del nivel de tecnología de los distintos sectores productivos se basan, principalmente, en el nivel de gastos de I+D de cada uno de ellos (OCDE, 2001).

(VAB) total que representa el VAB de las industrias de tecnología alta o media; en ordenadas puede verse el gasto en I+D en porcentaje del PIB (la medida estándar de esfuerzo de un país en estos temas). Excluyendo el caso «desviado» de Irlanda, se observa muy claramente cómo a medida que aumenta el peso de la tecnología alta y medio-alta, aumenta la inversión en I+D. La fuerza de la asociación es considerable ($R^2=0,57$; y si excluyéramos el caso sueco, lo sería aún más, $0,77$), lo cual se ve reflejado en lo relativamente cerca que se encuentran los puntos de la línea de tendencia.

Podría pensarse que la relación de esa variable con el gasto en I+D en porcentaje del PIB es espuria y que, en realidad, la relación la mantiene con uno de sus componentes, el gasto efectuado por las empresas. Efectivamente, la correlación con el gasto empresarial en I+D sobre el PIB es alta ($R^2=0,73$), pero lo más interesante es que también lo es ($R^2=0,49$) con el resto del gasto en I+D, lo que apunta, precisamente, a un entendimiento sistémico de la capacidad de innovación de un país, tal y como mantenemos en este trabajo.

De acuerdo con esta ordenación, España ocuparía, en el *ranking* de I+D, un lugar coherente con el que le correspondería según el peso de las industrias tecnológicas en su economía (cuadro 23). Olvidándonos por el momento de los demás factores que influyen en el nivel de gasto en I+D, parecería, según el gráfico, que para cumplir un objetivo tal como el de gasto equivalente al 2% del PIB (más o menos el actual de la UE15), habría que modificar sustancialmente la composición de la industria española.

¿Qué perspectivas hay de esa modificación sustancial? Si nos fijamos en el ejemplo de países como Finlandia o Irlanda, cabría imaginarla. No, si nos fijamos en la historia reciente de España. Hasta el año 1990-91, a estos efectos, la historia de España y Finlandia fue similar (gráfico 31). El porcentaje del VAB correspondiente a las industrias de tecnología medio-alta descendía suavemente (más o menos, un punto porcentual en diez años), casi sin interrupción. El porcentaje correspondiente a alta tecnología se mantenía estable alrededor del 1,5% (con una relativa tendencia al alza en Finlandia).

A partir de 1990-91, la evolución de los dos países fue divergente, pero sólo respecto de las industrias de alta tecnología. El porcentaje de industrias de tecnología medio-alta siguió declinando en ambos, para ascender brevemente en paralelo a una fase alcista del ciclo económico. Sin embargo, desde aquella fecha, la industria de alta tecnología en Finlandia ha experimentado

Cuadro 23

Valor Añadido Bruto de las industrias de tecnología alta y medio-alta en porcentaje del VAB total, países de la OCDE (1980, 1990, 1999/2002)⁽¹⁾

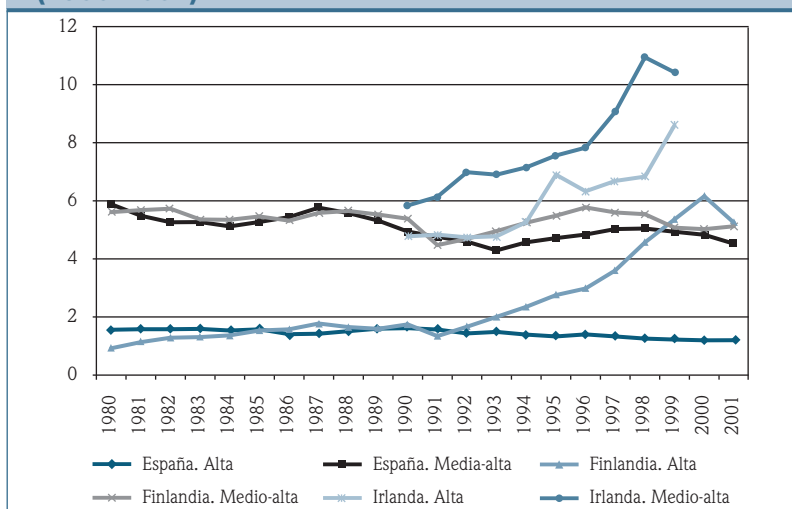
	1980	1990	Dato más reciente	Año del dato más reciente
Irlanda	—	10,67	19,05	1999
Corea del Sur	9,06	12,54	14,76	2001
Alemania	15,22	15,70	12,12	2001
Finlandia	7,34	7,59	10,58	2002
Suecia	9,34	8,79	9,48	2001
Japón	11,31	12,23	9,33	2002
Bélgica	8,79	9,17	7,85	2002
Canadá	5,90	6,20	7,67	2000
Francia	10,20	7,91	7,66	2001
Austria	6,92	7,53	7,40	2002
Estados Unidos	9,07	8,46	6,94	2001
Italia	10,49	8,42	6,85	2002
Reino Unido	10,55	9,34	6,60	2002
Dinamarca	6,19	6,31	6,49	2002
España	7,74	6,76	5,86	2001
Holanda	6,34	7,06	4,97	2002
Portugal	4,68	4,02	3,93	1999
Australia	4,92	3,63	3,33	1999
Islandia	—	2,17	2,34	2000
Grecia	2,89	2,39	2,18	2002
Luxemburgo	—	3,36	1,65	2002

(1) Ordenado decrecientemente según el dato más reciente.

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2004c).

Gráfico 31

VAB de las industrias de alta y medio-alta tecnología en porcentaje del VAB total, España, Finlandia e Irlanda (1980-2001)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2004).

un crecimiento espectacular, por el que ha cuadruplicado su participación en el VAB total en unos diez años (llegando a un máximo del 6,2% en el año 2000). Por el contrario, el mismo indicador en España ha seguido una senda de suave descenso (hasta el mínimo de 1,2% en el año 2001).

El caso irlandés también refleja un rápido crecimiento de ambos tipos de industria. La de tecnología medio-alta pasó del 5,8% del VAB total en 1990 al 10,4% en 1999, y la de tecnología alta pasó del 4,8 al 8,6% en el mismo periodo.

Quizá puedan extraerse aprendizajes relevantes de ambos casos para el conjunto de España, pero hay que tener en cuenta importantes diferencias de magnitud. Finlandia es un país relativamente pequeño, de apenas cinco millones de habitantes cuando comenzó el despegue. Dicho despegue coincidió con su salida definitiva de la órbita de influencia soviética (tras el derrumbe del imperio soviético en 1990-91), un proceso rápido de liberalización, en parte orientado al ingreso en la Unión Europea, impuestos no demasiado onerosos para las empresas, una población escolar bastante bien educada, y, especialmente, en el éxito de una empresa, Nokia (el cual ha podido tener efectos positivos en el sector industrial finés, eso sí)⁽¹⁹⁾.

Aunque en España se hubiera dado el caso de una Nokia, sus efectos habrían sido mucho menos perceptibles en una economía de un tamaño más de cinco veces superior al de la de Finlandia en 1990 (y una población siete veces superior). En realidad, la facturación de Nokia, según la publicación *Fortune Global 500*, equivale hoy a un 20% del PIB finlandés; la de la primera empresa española en ese ranking, Repsol (que tiene centros de producción en varios lugares del mundo, no sólo en España; y que también ha experimentado importantes aumentos de facturación), tan sólo representaba el 5% del PIB español.

Algo parecido puede aplicarse al caso irlandés. El crecimiento de dicha economía en la última década y media puede explicarse, no sólo por un uso productivo de los fondos estructurales de la Unión Europea, sino, sobre todo, por un programa de ambiciosa liberalización y, especialmente, una política de baja fiscalidad para la empresa (Powell, 2003). Estos factores, entre otros, explican la llegada de filiales de multinacionales extranjeras, sobre todo estadounidenses, que han encontrado, por otra parte, una mano de obra educa-

■ (19) Sobre el éxito finlandés puede verse Castells y Himanen (2002).

da y hablante de la lengua franca del capitalismo mundial, el inglés. La inversión de las empresas extranjeras ha impulsado un crecimiento económico sin precedentes, que ha situado a los irlandeses como la segunda economía de la UE15 por renta per cápita (medida en dólares según PPC), tras el caso muy especial de Luxemburgo. ¿Habría cabido o cabría algo similar en España? A nuestro juicio es dudoso. Irlanda es un país aún más pequeño que Finlandia, con tres millones y medio de habitantes en 1990 (casi cuatro en la actualidad, al haber atraído no sólo a irlandeses que antes estaban fuera, sino a mano de obra cualificada foránea), y una economía que era entonces inferior a la décima parte de la española.

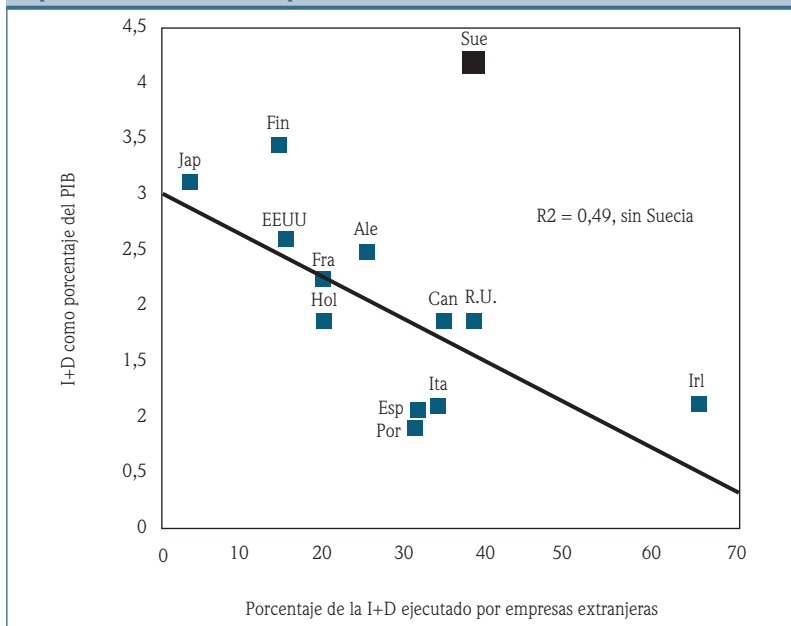
3. Multinacionales e I+D

Tendencia de las multinacionales a concentrar la mayor parte de su I+D en sus países de origen

El caso irlandés sugiere otra característica de la estructura industrial que puede afectar al nivel del gasto de I+D en un país. El gran y rápido incremento del peso de la industria de tecnología alta y medio-alta en ese país no ha tenido un correlato directo en el gasto en I+D en proporción del PIB. De hecho, en el gráfico 30 comprobábamos cómo Irlanda era la excepción que confirmaba la regla de la asociación entre ambas variables. También era la excepción en la asociación entre proporción de la I+D financiada por las empresas y el monto total de aquella (gráfico 29). Quizás porque, además del peso de dicha financiación y del de las industrias tecnológicas, importe también, y mucho, la composición de ambas. El caso irlandés, con una gran presencia de empresas multinacionales en su tejido industrial y en la I+D empresarial sugiere la hipótesis de que, *ceteris paribus*, a mayor presencia multinacional en esta última, menor gasto en I+D en proporción del PIB. Algo así puede comprobarse en el gráfico 32. En él se observa cómo, excluyendo el caso aparte de Suecia, a medida que aumenta el gasto empresarial en I+D ejecutado por empresas multinacionales (lo cual es una medida indirecta de la participación de éstas en la financiación) disminuye el peso del gasto en I+D sobre el PIB. La asociación tiene bastante fuerza ($R^2=0,49$).

Cabe apuntar una cierta lógica en dicha relación. Tradicionalmente, las empresas multinacionales se extienden a partir de una sede nacional en la que suelen mantenerse los centros de decisión y, como sugiere el gráfico que

Gráfico 32

**Multinationales e I+D, países de la OCDE
(dato más reciente)**

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005a).

comentamos, las actividades primarias de investigación y desarrollo. Éstas serían importantes en la estrategia productiva de la empresa y se habrían desarrollado a lo largo del tiempo en un marco local, quizá, bastante específico. No cabe descartar que la relación entre aquellas actividades y este marco local tenga importantes elementos idiosincrásicos, es decir, que sea, en cierto modo, única. Si esto fuera así, trasplantarla a otro medio simplemente porque los costes laborales o impositivos sean más bajos no resulta una opción tan evidente. Sí podría trasplantarse la I+D más vinculada a la adaptación de los productos a mercados locales u otra también ligada a las fases últimas de la innovación (desarrollo, por tanto, más que investigación). Este tipo de I+D, por otra parte, implicaría una limitada integración de los inputs locales (Molero Zayas, 1998), por ejemplo, de las aportaciones de la universidad del país. Si esto es así, el tirón de la I+D local estaría muy por debajo de lo que haría suponer el tamaño de la inversión multinacional.

El caso español no es tan extremo como el irlandés, pero la notable presencia extranjera (31%) en la I+D empresarial sugiere que cabe aplicar el argumento esbozado. Una investigación sobre la I+D en el sector farmacéu-

tico en España (Pérez-Escolano y París, 2004) señala que las multinacionales suelen tener instalaciones de investigación más pequeñas, lo cual es acorde con el tipo de investigación llevada a cabo por cada tipo de empresa: la de las multinacionales, más centrada en la fase clínica, que no requiere instalaciones, equipamiento o habilidades tecnológicas específicas, puesto que se da externamente (en hospitales); y la de las empresas locales, más centrada en el desarrollo de nuevos medicamentos y en la fase pre-clínica (Pérez-Escolano y París, 2004: 306-307).

Una consecuencia provisional en términos de políticas públicas sería la siguiente: aunque puede ser relativamente fácil atraer una inversión extranjera acompañada de dosis importantes de I+D, no es tan fácil atraer actividades de I+D que tiren de la I+D local y la estimulen.

Los factores causales:

(c) los vínculos entre la infraestructura de innovación y el tejido empresarial

V

Un último elemento relevante para el análisis de la capacidad innovadora de un país es la calidad de los vínculos entre los elementos de la infraestructura común de innovación y el tejido productivo. El potencial de innovación implícito en aquélla se transformará en innovaciones concretas en el tejido industrial (o de servicios) del país, en parte, dependiendo de la fortaleza de esos vínculos. Estos vínculos pueden ser de carácter informal o estar formalizados, esto, es intermediados por instituciones. Gran parte de las recetas de política pública extraídas del enfoque de los sistemas nacionales de innovación ha incidido, precisamente, en las instituciones que permiten el vínculo, por ejemplo, entre la universidad y la empresa, a veces, como si el principal problema para el definitivo impulso de dicha innovación fueran esos vínculos⁽²⁰⁾.

En este capítulo repasamos la calidad y la fuerza de algunos de esos vínculos de tres maneras. Primero, resumimos las principales averiguaciones de otros estudios acerca de una serie de instituciones mediadoras que han sido deliberadamente diseñadas para favorecer la comunicación entre las universidades y las empresas con vistas al desarrollo de I+D. Segundo, ofrecemos una evidencia cuantitativa acerca de la evolución de la cooperación entre empresas y universidades en actividades en I+D. Tercero, describimos los rasgos básicos la percepción de la relación entre universidades y empresas que tienen los protagonistas de la misma, científicos y empresarios (o directivos). Somos conscientes de que con esto sólo damos unos primeros pasos en un campo de estudios muy complejo y de extraordinaria importancia, que

■ (20) Véase, por ejemplo, OECD (2002a; 2003c) y Fonfría Mesa (2002: 9).

requiere averiguaciones complementarias que permitan avanzar en la comprensión de la interacción entre la cultura del medio social, las instituciones educativas, financieras y jurídicas, y las políticas locales, lo cual, a su vez, requiere basarse en estudios de casos que, en nuestro país, están en gran medida por hacer. Estas averiguaciones harían posible ampliar nuestro conocimiento sobre los flujos de comunicación espontáneos o cuasi-espontáneos entre centros de investigación y empresas, y otras instituciones (que han sido la clave para el desarrollo de comunidades de innovación tan importantes como las del Silicon Valley de California, o el Silicon Fen del Reino Unido, o la *route* 128 en torno a Boston).

1. Algunas instituciones mediadoras

En España se lleva algunos lustros ensayando con instituciones que refuercen los vínculos entre la universidad y la empresa. Entre las más destacadas y estudiadas están las Fundaciones Universidad-Empresa (FUE), las Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI) y los parques tecnológicos.

Las FUE, establecidas por las universidades y una variedad de organizaciones empresariales, se dedican a funciones de ayuda a la transferencia tecnológica, pero también se ocupan de la formación ocupacional y la gestión de prácticas de estudiantes en las empresas. En su vertiente tecnológica, organizan actividades de formación o difusión y, en especial, gestionan contratos entre universidades y empresas. Como dice la Fundación CYD (2004: 234), es difícil precisar el alcance tecnológico de los contratos, aunque según los datos de las FUE, la mitad serían contratos de I+D y el resto de asesoramiento, diseño y otras actividades. La red de FUE ha llegado a manejar una cantidad importante de fondos, hasta los casi 160 millones de euros anuales, aunque sólo algo más de un tercio (56 millones) corresponderían al área de tecnología.

Las OTRI se situarían también en el puente que va desde la producción científica de las universidades al uso que hacen de ella en las empresas⁽²¹⁾. La mayoría son dependencias de las universidades, aunque también las hay

(21) Es decir, aunque se justifican en la actualidad desde el punto de vista del enfoque de los sistemas de innovación, sus orígenes responden a la clásica visión unidireccional de las relaciones entre ciencia y técnica.

de organismos públicos de investigación, de centros tecnológicos y asociaciones empresariales. Empezaron a crearse en 1989, tras recoger esta figura el Plan Nacional de I+D.

Su crecimiento numérico ha sido notable, de manera que en la actualidad se cuenta con 179 OTRI (Fundación CYD, 2004: 234). Dicho crecimiento ha estado sustentado, en parte, en las subvenciones procedentes de las diversas administraciones, así como de las propias universidades. Contamos con datos para las OTRI que se agrupan en la Red OTRI, de las universidades. Según ellos, también ha crecido el número de contratos, así como el monto de la inversión gestionada. Si en 1996 mediaron más de 10.000 contratos, en el año 2000 habían gestionado algo más de 16.000; a su vez, de los 50 millones de euros gestionados en 1996 se habría pasado a unos 250 millones de euros a la altura de 2002 (COTEC, 2004: 115-116). En realidad, las OTRI no se encargan sólo de la intermediación entre universidad (u organismo público de investigación) y empresas. Según la Fundación CYD, tan sólo el 54% de la facturación del año 2001 correspondería a contratos con empresas, mientras que un tercio correspondería a contratos con administraciones públicas. Lo cual es llamativo, no porque las administraciones públicas no tengan necesidades de innovar en sus servicios y procedimientos, sino porque extraña que un instrumento diseñado, sobre todo, para la transferencia de tecnología a la industria, parezca tener que depender tanto de la administración, no sólo por las subvenciones sino por los contratos.

Los juicios publicados acerca del funcionamiento de las OTRI ofrecen una imagen no del todo positiva. Suele reconocerse que han favorecido la conexión entre la universidad y el mundo empresarial, para lo que se aduce el creciente volumen de contratos y fondos manejados. Pero también se señalan algunos problemas.

COTEC, a partir de las opiniones de un panel de expertos en estos temas, estima que coincidían en que «el nivel científico de los contratos es bajo y ... se refieren a temas muy alejados de la frontera del conocimiento» (COTEC, 2003: 175). Teniendo en cuenta las características ya vistas de la infraestructura común de innovación y, especialmente, el tejido industrial español, con tan reducida presencia de empresas de alta tecnología, nos tememos que eso es lo que cabía esperar. COTEC (2004: 238) y la Fundación CYD (2004: 236) también se refieren a su reducido tamaño, su falta de recursos y su insuficiente profesionalización, lo que les habría impedido trascender funciones meramente administrativas y, en particular,

dedicarse también a comercializar la tecnología producida en las universidades en su entorno productivo.

En realidad, según los datos que recoge la propia COTEC (2004: 118-119), sí ha aumentado el número de patentes solicitadas desde universidades y organismos públicos de investigación: al relativo estancamiento desde 1990 a 1997 en cifras algo inferiores a las 200 anuales le ha sucedido un crecimiento por el que se han superado claramente las 500 en el año 2000. La misma COTEC apunta a que ese aumento ha podido deberse en parte a la supresión de las tarifas por la solicitud de patentes nacionales.

En cualquier caso, no extraña una baja actividad comercializadora, ni que la «venta de servicios se reali[ce] de manera poco sistemática y ajena a la lógica que guía las necesidades empresariales» (Lafuente Félez, 2003: 42). Las razones que hace suyas COTEC son válidas, hasta cierto punto: las pocas patentes con valor económico en el mercado tecnológico, el escaso desarrollo de un tejido empresarial innovador y la escasez de recursos financieros y de capacidades de gestión en de las universidades. Faltaría pensar en términos de incentivos y preguntarse hasta qué punto son importantes no ya la investigación sino la comercialización de sus resultados en los ingresos de unas universidades (así como departamentos, grupos de investigación, profesores funcionarios, etc.) habituadas a recaudar la mayor parte de sus fondos directamente de la administración pública, sin tener que competir por estudiantes y/o profesores.

Una institución más de puesta en común de universidades (u otros organismos de investigación) y empresas son los parques tecnológicos (más recientemente, también se han establecido parques científicos, con mayor implicación de las universidades). Dicha figura se implantó en España a finales de los años ochenta y desde entonces se han extendido por toda la geografía, gracias a las subvenciones de las comunidades autónomas y los fondos estructurales europeos. En la práctica, han combinado sus finalidades de transferencia de resultados de la investigación con otro objetivo principal, el del desarrollo local y regional. A finales de 2003 se habrían creado 55 parques, pero sólo 17 estarían realmente operativos, dada la reciente creación de la mayoría (COTEC, 2004: 134).

La evaluación que hacen COTEC y la Fundación CYT sobre su funcionamiento arroja más sombras que luces. COTEC afirma que sus resultados son muy desiguales. Unos parques son «fuente de competitividad para su entor-

no» y otros son meras «ocasiones ... para conseguir suelo e infraestructuras a bajo coste», sin que hayan estimulado la innovación. Sus palabras llegan a ser bastante duras: «La proliferación de parques tecnológicos en los últimos años no siempre ha ido acompañada de una coordinación con otros aspectos estratégicos relacionados de la política científico tecnológica regional, ni con las realidades del tejido empresarial y de la comunidad científica de la región. La competitividad entre CCAA por la imagen y la consecución de fondos ha desvirtuado en ocasiones las buenas prácticas en la creación de parques tecnológicos de futuro poco cierto» (COTEC, 2004: 17, 135).

Para la Fundación CYD, hay controversia acerca de la contribución de los parques a la innovación regional y a la intermediación entre empresa y universidad. Igual que COTEC, piensa que la contribución ha sido «importante en casos específicos pero no de modo general», que «los resultados, salvo unas pocas excepciones no han sido satisfactorios», así como que «existe un riesgo de proliferación ... de parques desvinculados de una estrategia de innovación regional y de la capacidad científica de las universidades» (Fundación CYD, 2004: 242, 249)⁽²²⁾.

Por último, habría que mencionar unas instituciones que sin desempeñar estrictamente funciones de mediación sí las cumplen de soporte a la innovación. Nos referimos a los centros tecnológicos (COTEC, 2004: 122-130). Se trata de centros capacitados para ofrecer prestaciones tecnológicas a las empresas y tienen un carácter sectorial y bastante especializado. Los inscritos en el correspondiente registro oficial son 85. Sus actividades parecen crecientes y en algunas regiones pueden estar desempeñando un papel relevante. Cuando se les pregunta a las empresas, sin embargo, siguen percibiendo un desajuste entre la oferta de los centros y sus necesidades de innovación. Aunque la parte de los ingresos procedente de contratos con las empresas ha ido creciendo, siguen dependiendo en un 40% de las subvenciones públicas (nacionales o comunitarias). Resulta también llamativo que hayan tendido a verse como competidores de las universidades y, por tanto, hayan otorgado una prioridad baja a la cooperación con su entorno académico y científico.

De nuevo, COTEC señala que la importancia de los centros tecnológicos es muy desigual, destacando por su relevancia los del País Vasco y la

(22) Tampoco extrañan estos juicios a la luz de la experiencia foránea con los parques tecnológicos, bastante dudosa, igual que lo son los intentos de estimular «clusters» de alta tecnología: los de éxito son la excepción más que la regla (Wallsten, 2004).

Comunidad Valenciana. La mayoría siguen siendo teniendo un tamaño reducido (con una plantilla media de unas 100 personas), lejos de la dimensión que tienen en otros países europeos. Un análisis específico sobre centros de biotecnología resalta que no ofrecen un soporte de infraestructuras y equipos avanzados, de manera que las empresas recurren a los equipos de las universidades, en las que sus solicitudes reciben una prioridad baja (COTEC, 2004: 245).

2. Cooperación entre empresa y universidad

El juicio más común (Navarro, 2002; Ingenio, 2002), que refleja, por ejemplo, el último Libro Blanco de COTEC (2004: 215), es que la cooperación con otros agentes, incluidas las universidades, no forma parte habitual de las actividades de innovación de las empresas españolas.

Sin embargo, las evaluaciones más recientes apuntan a un aumento de la cooperación para la innovación. La Fundación CYD (2004: 228) estima que en los últimos años se ha producido un aumento de la interacción entre las universidades y las empresas. Quizá sea cierto, aunque la evidencia que aporta es relativamente débil. Compara tan sólo dos periodos en el tiempo y la variación es menor: en 1996-98, un 4,2% de las empresas innovadoras cooperó con las universidades; entre 1998 y 2000, el porcentaje habría ascendido a un 5,5%⁽²³⁾.

El Libro Blanco de COTEC también afirma que se ha dado un aumento de la cooperación de las empresas innovadoras con otras entidades (universidades, otras empresas, centros tecnológicos, etc.). De nuevo, sin embargo, la base empírica es algo débil, la encuesta de innovación del INE, según la cual el porcentaje de las que cooperan habría pasado del 9% en el año 2000 al 18% en el año 2002⁽²⁴⁾.

(23) Con datos de las encuestas de innovación tecnológica del INE referidas más arriba.

(24) Aparte de que con un par de datos a lo largo del tiempo es difícil hablar de tendencias, el problema de comparar la encuesta del año 2000 y la del año 2002 es que, probablemente, representan poblaciones de empresas innovadoras bastante diferentes. Téngase en cuenta que, en el año 2000, de todas las empresas analizadas, el 19,8% era innovadoras, mientras que sólo lo eran el 15,6% den 2002. Puede muy bien suceder que en 2002 las empresas innovadoras lo fueran más propiamente que en 2000 y, por tanto, sólo por eso, tendieran a cooperar más con otros agentes. Datos procedentes de INE (2005b).

En realidad, hacen falta series más largas para poder observar variaciones significativas. Afortunadamente, las estadísticas de I+D del INE, a pesar de algunas discontinuidades metodológicas, permiten elaborar dos series que iluminan la evolución de la cooperación entre empresas y universidades.

Por una parte, podemos verla desde el lado de las universidades y observar cómo han cambiado los gastos en I+D de las universidades financiados por las empresas. Su monto ha aumentado claramente en los últimos diez o quince años en términos reales, triplicándose con creces entre 1988 y 2002/2003⁽²⁵⁾. Esto podría sustentar mejor la afirmación del aumento de la cooperación entre empresas y universidades, aunque ese aumento podría deberse, simplemente, al crecimiento de los gastos de I+D de las universidades (en parte debido al mayor número de universidades).

Son más útiles los datos de financiación empresarial como porcentaje del gasto en I+D de las universidades, un primer indicador indirecto de la medida en que las universidades consiguen atraer con sus servicios a las empresas. Como puede observarse en el gráfico 33, el porcentaje aumenta súbitamente del 2,6 al 8,1% en sólo un año, de 1987 a 1988, lo que nos hace pensar en una ruptura de la serie⁽²⁶⁾, que podría deberse a la incorporación súbita en las estadísticas de los efectos en la I+D de la LRU de 1983, que permitió a las universidades públicas contratar con empresas. Durante tres años parece seguir el mismo ritmo ascendente, pero lento, anterior a esa supuesta ruptura, de manera que se sitúa en el 10% en 1991. Desde entonces, sin embargo, parece darse, con altibajos, una suave tendencia a la baja, alcanzando el 6,4% en 2003.

La tendencia a la baja del porcentaje que representa la financiación pública nacional nos haría pensar a priori en una mayor integración con el sector privado. Efectivamente, dicho porcentaje habría pasado del 91,1% de 1988 al 87,4% en 2003. Sin embargo, esta caída se habría debido al aumento del porcentaje correspondiente a los fondos provenientes del extranjero, que se corresponden, en una proporción muy elevada, con programas de la Unión Europea. Lo cual supondría, más bien, una substitución de una fuente de financiación pública por otra, además de un cambio en los métodos de acceso a dicha financiación. En el caso de la nacional, estarían más vinculados (cada vez menos) a la obtención

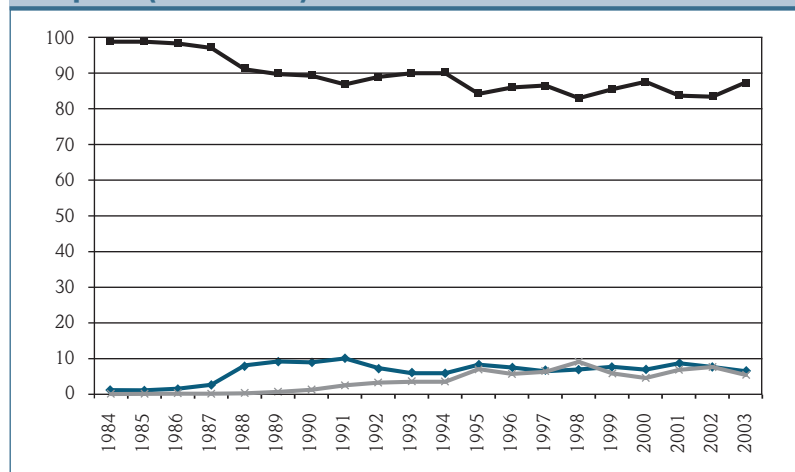
(25) Cálculos propios a partir de INE (2005a).

(26) Por eso, nos parece un juicio algo temerario el de Heijs et al. (2004a), cuando, basándose en esa serie de datos afirman que «con respecto a la integración del tejido empresarial y el sistema público de I+D... se puede desatacar el cambio profundo desde 1980».

de fondos generales para la universidad. En el caso de la europea estarían protagonizados, no tanto por las universidades, cuanto por los grupos de investigación de las universidades, que competirían por esos fondos entre sí y, hasta cierto punto, con los de otras universidades y centros de investigación europeos.

Gráfico 33

Gastos en I+D del sector enseñanza superior según el origen de los fondos (en porcentaje), España (1984-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Por otra parte, podemos utilizar un indicador poco habitual para medir la evolución de la cooperación entre empresa y universidad. Se trata del porcentaje de los fondos que aportan las empresas para financiar la I+D que se dirigen específicamente a la universidad. Vendría a medir la importancia relativa que otorgan las empresas a las universidades en sus actividades de I+D, tanto contratando sus servicios como, más indirectamente, concediendo ayudas financieras no vinculadas a necesidades específicas de las empresas.

Como porcentaje del total de la financiación aportada por las empresas esos fondos han seguido la evolución que refleja el gráfico 34. Además de una subida brusca como la comentada más arriba, probablemente debida a alguna ruptura de serie, da la impresión de que aumentó entre 1988 y 1995 (del 3,3% al 6,0%), pero desde entonces se habría mantenido alrededor del 5%, con variaciones (en 2003, el dato era del 4,0%).

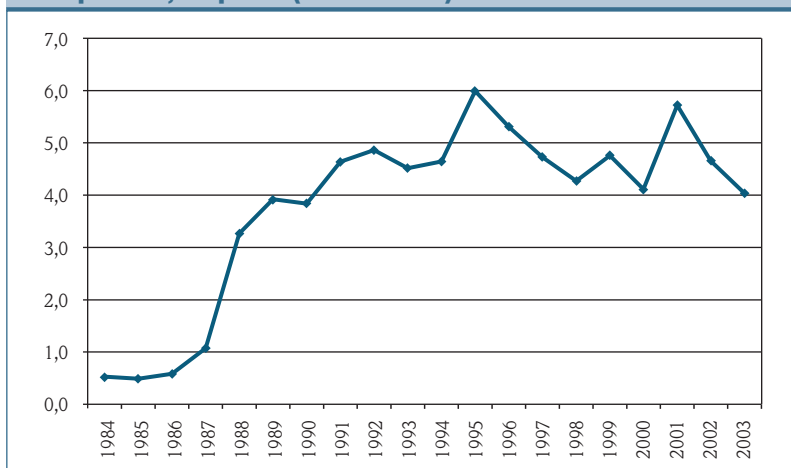
En definitiva, es probable que el montante económico, tanto en términos absolutos como relativos, de la cooperación entre empresas y universidades en

Los factores causales:
(c) los vínculos
entre la infraestructura
de innovación y el tejido
empresarial

temas de I+D haya aumentado entre finales de los ochenta y el año 2003, aunque también es probable que ese aumento se diera sobre todo en los primeros años del periodo y, después las cifras se hayan mantenido, en relativa discordancia con las afirmaciones derivadas de la encuesta de innovación del INE.

Gráfico 34

Fondos destinados a la universidad en porcentaje del total de los fondos de I+D aportados por las empresas, España (1984-2003)



Fuente: Elaboración propia con datos de INE (2005a).

Que este último indicador haya tendido a aumentar situaría el caso español como uno más entre los países de la OCDE. Como puede observarse en el cuadro 24, en una mayoría de dichos países, habría aumentado algo el porcentaje de la financiación empresarial de I+D dirigido a las empresas en el periodo 1980-comienzos del siglo XXI. Las fases y los ritmos no han coincidido necesariamente. La diversidad por países no parece estar asociada a ninguna característica especial de sus capacidades de innovación.

Aunque no contamos con datos acerca de la cooperación entre empresas y universidades que nos permitan situar comparativamente el caso español, sí que conocemos, a través de la Community Innovation Survey cuántas de las empresas innovadoras en cada país de la Unión Europea mantienen «acuerdos de cooperación» con otros agentes en sus actividades innovadoras.

Observando el cuadro 25, da la impresión de que la cooperación con otros agentes, entre ellos las universidades, pesa mucho más en unos países que en otros. El máximo peso lo tiene, aparentemente, en Finlandia, pues en

Cuadro 24

Porcentaje de los fondos que emplean las empresas en I+D que se dirige a las universidades, países de la OCDE (1981, 1990, 2000/2003)

	1981	1990	Dato más reciente	Año del dato más reciente
Alemania	0,4	1,6	3,0	2003
Australia	1,6	1,4	2,8	2000
Austria	0,6	—	—	—
Bélgica	—	—	3,3	2001
Canadá	2,3	2,9	6,0	2003
Dinamarca	0,4	0,7	1,4	2002
España	0,0	3,1	4,1	2002
Estados Unidos	0,6	1,1	1,1	2003
Finlandia	0,9	—	1,7	2002
Francia	0,4	1,2	0,9	2002
Grecia	0,0	—	9,3	2001
Holanda	0,1	0,5	3,3	2001
Irlanda	2,6	4,0	1,3	2001
Italia	0,9	0,9	—	—
Japón	0,4	0,6	0,5	2002
Luxemburgo	—	—	—	—
Noruega	1,6	—	2,5	2001
Nueva Zelanda	—	4,6	4,4	2001
Portugal	—	1,0	0,9	2001
Reino Unido	0,6	1,7	2,0	2002
Suecia	1,1	—	1,4	2001
Suiza	2,5	—	—	—

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Cuadro 25

Cooperación con otros agentes de las empresas innovadoras de la UE (1998-2001), datos en porcentaje del total de empresas innovadoras

	Industria	Servicios
Finlandia	50	48
Luxemburgo	39	40
Suecia	32	29
Francia	28	18
Bélgica	24	19
Holanda	24	24
Reino Unido	23	22
Alemania	21	23
Austria	21	23
Portugal	17	19
España	10	9
Italia	9	16

Fuente: elaboración propia con datos de la Third Community Innovation Survey, disponibles en European Commission (2004).

este país mantienen esos acuerdos de cooperación la mitad de las empresas innovadoras industriales (así como la mitad de las empresas innovadoras de servicios). Las empresas innovadoras luxemburguesas parecen cooperar menos y menos aún lo hacen las suecas, aunque en ambos casos se supera el 30% en el sector industrial. En un grupo amplio de países (Francia, Bélgica, Holanda, Reino Unido, Alemania y Austria) el porcentaje de empresas cooperadoras se sitúa entre el 21 y el 28%. España, de nuevo, con un 10% de empresas cooperadoras en el sector industrial (9% en servicios) ocupa casi el último lugar de la lista, casi *ex aequo* con Italia (9 y 16% respectivamente).

El lugar que ocupa España vendría a confirmar la hipótesis que mantene-mos en esta sección, la de que los vínculos entre el tejido industrial y la infraestructura común de innovación son relativamente débiles. Al menos lo son comparativamente hablando.

3. Las políticas públicas

La calidad de la cooperación, y las políticas públicas de estímulo a la misma

Con las informaciones disponibles podemos hacernos un juicio, siquiera provisional, acerca de la calidad de la cooperación entre empresas y, por ejemplo, universidades. También acerca de la influencia de las ayudas públicas, aunque, en este caso, como refleja el llamamiento de Heijs *et al.* (2004b: 32) a la transparencia de las evaluaciones públicas de dichas ayudas, según parece, «la gran mayoría de las evaluaciones ... no están publicadas oficialmente y se han convertido en “literatura gris” ... e, incluso, en muchos casos no se han dado a conocer la existencia de tales evaluaciones». En lo mismo coincide Lafuente Félez (2002: 42), quien se lamenta de que no existan análisis públicos sobre las poblaciones de empresas beneficiadas por las ayudas ni, especialmente (añadimos nosotros), sobre la «efectividad de los recursos públicos».

Uno de los estudios más completos es el de Heijs *et al.* (2004a), sobre una muestra de empresas que han recibido ayudas a la innovación del CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial), por lo que no es representativa de todas las empresas innovadoras (no todas reciben ayudas), sino, más bien, de las más activas en este campo y, especialmente, las más conocedoras de los mecanismos públicos de financiación.

La mitad de las empresas que han firmado contratos con universidades o centros públicos de investigación tienden a asignarles mucha importancia como fuente de tecnología, pero entre un quinto y un cuarto les otorgan poca importancia. Por lo que respecta a la cooperación en proyectos comunes de I+D, la proporción de respuestas de «mucha importancia» caen algo (hasta los dos quintos) en el caso de los centros públicos de investigación, mientras que las de «poca importancia» están más bien por encima de un cuarto. Los motivos que más inducen a cooperar a las empresas que lo hacen con universidades y centros públicos de investigación parecen reflejar una cierta complementariedad entre los conocimientos y/o instalaciones y equipos de unos y otros, y son bastantes las empresas que cooperan para estar al tanto de avances tecnológicos. En una encuesta aplicada a empresas manufactureras de la Comunidad Valenciana (Ingenio, 2002) tiene bastante peso un motivo no considerado en la de Heijs *et al.*, la formación del personal de la empresa. No es desdeñable la proporción (un cuarto) de las empresas que analizan Heijs *et al.* (2004a) que consideran la cooperación como un requisito necesario para obtener ayudas. En general, las empresas no parecen haberse enfrentado a obstáculos importantes al cooperar con otros agentes.

La encuesta contiene otra averiguación muy reveladora acerca del nivel de calidad de la cooperación. Algo más de la mitad de las empresas que cooperan con organismos públicos afirman que los conocimientos generales que aportan aquéllos en los proyectos comunes de I+D son avanzados (casi dos quintos creen que son medios y sólo una décima parte que están obsoletos). Sin embargo, sólo un 27/28% creen que los conocimientos específicos aportados por universidades u organismos públicos de investigación son avanzados, porcentajes probablemente inferiores al 36/37% que creen que están obsoletos.

La misma encuesta, analizada en otro trabajo (Heijs *et al.* 2004b: 25-26) plantea dudas acerca de los aprendizajes obtenidos en la cooperación entre empresas y centros públicos de I+D, pues, por ejemplo, si un tercio de las empresas califica de importantes los conocimientos transferidos por los centros públicos, casi otro tercio los califica de poco importantes. Incluso, desde la perspectiva de las empresas, parece que la transferencia neta ha sido algo favorable a las universidades.

Otra manera de comprobar la importancia de la cooperación es considerar el porcentaje del coste de los proyectos conjuntos ejecutado por los

socios públicos de las empresas. Según los estudios a que aluden Heijls *et al.* (2004b), en una amplia mayoría de proyectos la aportación de dichos socios es bastante minoritaria. En uno de esos estudios se comprueba, además, una suerte de cooperación simbólica de un segmento de la empresa innovadora de gran tamaño, pues las empresas en las que la aportación de los socios es marginal son intensivas en I+D y pertenecen a sectores tecnológicos punta (nuevos materiales, investigación espacial, farmacéutico, tecnologías de la información, telecomunicaciones) (p. 10). Por el contrario, las empresas con un papel más relevante de los socios públicos se sitúan en ramas bastante tradicionales y son poco intensivas en I+D. Esta evidencia coincidiría con la aportada más arriba acerca del relativamente bajo nivel científico de los proyectos de las OTRI universitarias.

Heijls *et al.* (2004b) resumen las principales investigaciones publicadas acerca de la influencia de las subvenciones públicas en la cooperación entre empresas y universidades (u otros organismos públicos de investigación). En general, la impresión que se obtiene de esos estudios es que una parte no despreciable de la cooperación financiada se habría producido de igual manera, incluso con los mismos socios, que gran parte de los proyectos habrían sido factibles sin necesidad de cooperación, y que una parte importante de los acuerdos de cooperación se firmaron para poder acceder a las ayudas públicas⁽²⁷⁾.

Su propia encuesta intenta estimar el efecto neto de las políticas de estímulo de la cooperación y llega a las siguientes conclusiones⁽²⁸⁾. Una amplia mayoría (más de dos tercios) tenía experiencia previa de cooperación con centros públicos o privados de I+D+i, y para más de la mitad la subvención no genera cooperación con socios nuevos. Una muy amplia mayoría (tres cuartos) participa en programas públicos de apoyo a la cooperación distintos de aquél por el que han sido incluidas en la muestra (haber recibido ayudas del CDTI). Una mayoría todavía más amplia (cuatro quintos) incurre, al menos, en uno de los cuatro comportamientos utilitarios que consideran los

(27) En este juicio coincide Lafuente Félez (2003), para quien, en muchas ocasiones, la cooperación no es más que un cumplimiento formal de un requisito para recibir ayudas.

(28) Recuérdese que la muestra se extrae de empresas a las que el CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial) ha otorgado ayudas a la innovación. Es decir, se trata de empresas muy activas en este campo y muy conocedoras de los mecanismos públicos de financiación.

autores (haber cooperado antes con el mismo centro; pensar que la cooperación se habría producido sin subvención; el proyecto se habría iniciado sin subvención; el proyecto habría sido factible sin cooperación).

En conjunto, los autores piensan que el incremento de la cooperación conseguido por los fondos públicos es bajo. Un juicio similar, aunque de carácter más general, emite Lafuente Félez (2003: 42), quien cree que «los apoyos públicos a la I+D+i empresarial no ha[n] servido para alcanzar un grado mayor de articulación entre los mundos de la ciencia y la tecnología».

¿Escenarios de futuro?

VI

Resumimos ahora las tendencias observadas en varios de los indicadores fundamentales y, a continuación, las proyectamos en el futuro, con lo cual intentaremos comprobar hasta qué punto, de mantenerse dichas tendencias, se produciría el proceso de *catching up* con varios países o áreas de referencia al que nos referíamos al comienzo del estudio.

El cuadro 26 resume esas tendencias para los últimos veinte años largos. En él se observa, primero, cómo la tasa de patentes triádicas por millón de habitantes ha experimentado un ascenso suave pero continuo, de manera que se ha multiplicado por tres desde 1985 a 2001. Recordemos, de todos modos, que se partía de un suelo muy bajo, que otros países también han experimentado incrementos similares y que el aumento español casi no ha servido para mejorar posiciones en el ranking correspondiente (véase más arriba).

Segundo, también ha crecido muy claramente el número de artículos científicos publicados por millón de habitantes, de 111 en 1981 a 693 en 2003. Recordemos que ese crecimiento habría servido para aproximar a España al lugar que le corresponde según su potencia económica, sin llegar a superarlo. Por otra parte, el crecimiento se habría ralentizado en los últimos años.

Tercero, también ha crecido mucho la ratio del número de investigadores por cada mil ocupados, que ha pasado de 1,6 en 1981 a 5,1 en 2002. Recordemos que, en lo referente a este dato, España ocupaba lugares intermedios en las clasificaciones correspondientes.

Cuarto, el indicador por excelencia, el gasto en I+D como proporción del PIB, también ha experimentado un crecimiento, pero menos notable, pasando de 0,41 en 1981 a 1,03 en 2002.

Cuadro 26

Resumen de indicadores de la capacidad de innovación de España, 1981-2003

	% del gasto en I+D financiado por la industria	Gasto en I+D como % del PIB	Investigadores por mil ocupados	Artículos SCI por millón de habitantes	Familias de patentes triádicas por millón de habitantes
1981	42,8	0,41	1,6	111	—
1982	45,8	0,47	1,6	131	—
1983	46,0	0,46	1,6	151	—
1984	48,9	0,48	1,8	162	—
1985	47,2	0,53	1,8	181	0,9
1986	49,3	0,59	2,1	208	1,0
1987	46,8	0,62	2,1	228	1,2
1988	47,5	0,69	2,4	241	1,2
1989	47,8	0,73	2,5	258	1,8
1990	47,4	0,82	2,7	275	1,9
1991	48,1	0,84	2,9	306	1,8
1992	43,7	0,88	3,0	354	1,7
1993	41,0	0,88	3,2	391	1,9
1994	40,3	0,81	3,6	413	2,2
1995	44,5	0,81	3,5	465	2,2
1996	45,5	0,83	3,8	506	2,2
1997	44,7	0,82	3,8	555	2,7
1998	49,8	0,89	4,1	597	2,9
1999	48,9	0,88	4,0	625	2,8
2000	49,7	0,94	4,9	617	2,9
2001	47,2	0,95	5,0	643	2,8
2002	48,9	1,03	5,1	682	—
2003	—	—	—	693	—

Fuente: elaboración propia con datos de OECD (2005b), Institute of Scientific Information (www.in-cites.com) e INE (2005a).

Por último, uno de los indicadores a los que hemos otorgado más importancia en la explicación del nivel de gasto en I+D, el peso que representa el sector empresarial en su financiación, se ha mantenido bastante estable desde 1982, oscilando alrededor del 46/47%.

¿Qué impresión de la evolución futura de la capacidad española de innovación obtenemos si proyectamos las tendencias observables en esos datos hacia el futuro? Para hacernos una idea, hemos planteado el objetivo hipotético de que dichos indicadores se aproximen a los más recientes de varios países o áreas de referencia (Francia, Alemania, el Reino Unido, Estados Unidos y la media de la UE15), lo que sería congruente con la (supuesta) aspiración nacional de *catching up*, es decir, de alcanzar, en un grado significativo, el nivel de prosperidad de tales países. Y nos hemos preguntado cuánto tardaría España en alcanzarlos según dos escenarios: (1) el del mantenimiento de las tendencias de los últimos veinte años (desde 1981); o (2) el del mantenimiento de las tendencias de los últimos diez años (desde 1991).

Los resultados de dicho experimento se recogen en el cuadro 27. Hemos de subrayar que estos resultados hay que tomarlos como indicios gruesos de aquella evolución futura. Sin embargo, aunque gruesos, nos parecen hartos elocuentes.

Cuadro 27

El catching-up del I+D español

Teniendo en cuenta la tendencia lineal de los datos españoles desde 1981 ó 1991, ¿cuándo coincidirían los datos españoles con...?

	Gasto en I+D financiado por la indus- tria, en %	I+D en % del PIB	Investigadores EDP s/ocupados	Artículos SCI por millón de habitantes	Patentes triádicas por millón de habitantes
<i>...el último de la UE</i>	56,1	1,95	6,1	–	36
–desde 1981	2152	2038	2010	–	2257
–desde 1991	Nunca	2.080	2.008	–	2248
<i>...el último de Francia</i>	52,1	2,26	7,5	958	36
–desde 1981	2086	2050	2018	2013	2257
–desde 1991	Nunca	2104	2015	2011	2248
<i>...el último de Alemania</i>	65,4	2,5	6,9	989	69,4
–desde 1981	2306	2059	2015	2014	2515
–desde 1991	Nunca	2122	2012	2012	2498
<i>...el último del Reino Unido</i>	46,7	1,87	5,5	1.445	30,5
–desde 1981	Habría coincido ya	2035	2.007	2.030	2.214
–desde 1991	2005	2074	2.005	2.026	2.207
<i>...el último de EE.UU.</i>	63,1	2,6	8,6	1078	52,6
–desde 1981	2268	2063	2025	2017	2385
–desde 1991	1954	2130	2021	2015	2372
<i>Últimos datos de España</i>	48,9	1,03	5,1	693	2,8

Fuente: elaboración propia con datos de OECD (2005b) e Institute for Scientific Information (www.in-cites.com).

Primero, alcanzar los resultados de patentes de los otros países parece tarea imposible. Sea cual sea el escenario elegido, se necesitarían entre dos siglos y dos siglos y medio para alcanzar al Reino Unido, Francia o la media de la UE15, casi cuatro siglos para alcanzar a Estados Unidos, y alrededor de cinco para alcanzar a Alemania.

Segundo, la aproximación a las cifras de producción científica per cápita de otros países está relativamente cercana, en el entorno de los diez años para los casos de Francia, Alemania o Estados Unidos, pero faltarían unos veinticinco para alcanzar al Reino Unido. Al lado del retraso en términos de patentes parecen distancias menores, pero no lo son.

Tercero, las distancias son claramente menores para la ratio investigadores / ocupados. Apenas faltarían entre dos o diez años para alcanzar las cifras del Reino Unido, Alemania, Francia o la UE15, pero quedarían entre quince o veinte para alcanzar a Estados Unidos.

Cuarto, el retraso es considerable en lo que toca al peso del gasto en I+D sobre el PIB, en lo que influye más claramente el escenario que elijamos. Según el escenario 1, el retraso se conseguiría eliminar en un mínimo de unos treinta años con respecto al Reino Unido y un máximo de casi sesenta con respecto de Estados Unidos. Según el escenario 2, se tardaría mucho más en cerrar la distancia: entre un mínimo de casi setenta años respecto del Reino Unido y un máximo de ciento veinticinco con Estados Unidos. En un escenario u otro, en cualquier caso, las distancias se miden por décadas. Cabe recordar, por otra parte, que la distancia respecto a los Estados Unidos es de un orden parecido de magnitud al de la distancia del conjunto de la Unión Europea respecto a ese mismo país; como parece desprenderse de la estimación de Eurochambres (2005) según la cual la UE alcanzaría los niveles de gasto de I+D en porcentaje del PIB de Estados Unidos sólo hacia 2123 (y esto solamente en el caso de que el crecimiento de su inversión en I+D superara el de Estados Unidos cada año en 0,5%; lo que, por lo demás, no viene ocurriendo, al menos desde 1995).

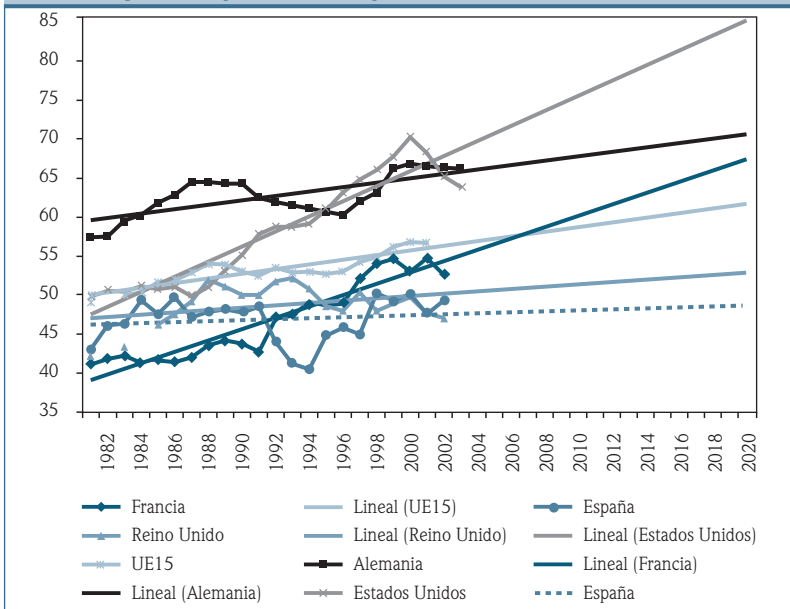
Por último, como cabía esperar, las perspectivas menos optimistas las reflejan las previsiones sobre el indicador del porcentaje del gasto en I+D financiado por las empresas, del que hemos resaltado su estabilidad. Sólo resulta positiva la comparación con el Reino Unido, pues sus cifras son ya similares a las españolas. Con los demás países, la perspectiva es desoladora. Según el mejor escenario, el número 1, harían falta entre ochenta (caso de Francia) y trescientos años (caso de Alemania) para alcanzar a los demás países. En el escenario 2, no podría alcanzarse a ninguno.

Ciertamente, podemos y debemos tomar estas proyecciones como puntos de partida para la elaboración de escenarios de futuro más complejos. Sin embargo, al hacerlo, conviene notar que el escenario que hemos considerado implica que España mejora su infraestructura de innovación y otros factores subyacentes a las tendencias actuales mientras que los demás países se quedan inmóviles. Obviamente, caben, e, incluso, son más probables, otros escenarios en los que esos otros países actúan con igual o mayor inteligencia y determinación que España. En todo caso, bastaría con que se movieran prolongando las tendencias de sus últimos veinte años para que, en varios casos, las distancias se ampliaran todavía más.

Una imagen de uno de esos escenarios, con un horizonte de futuro de veinte años, caracterizado por la simple prolongación de las tendencias de los veinte años anteriores, la ofrecen los gráficos 35 a 38, que son bastante elocuentes en lo que toca a las mayores dificultades de *catching up* que tendría España en este caso.

Gráfico 35

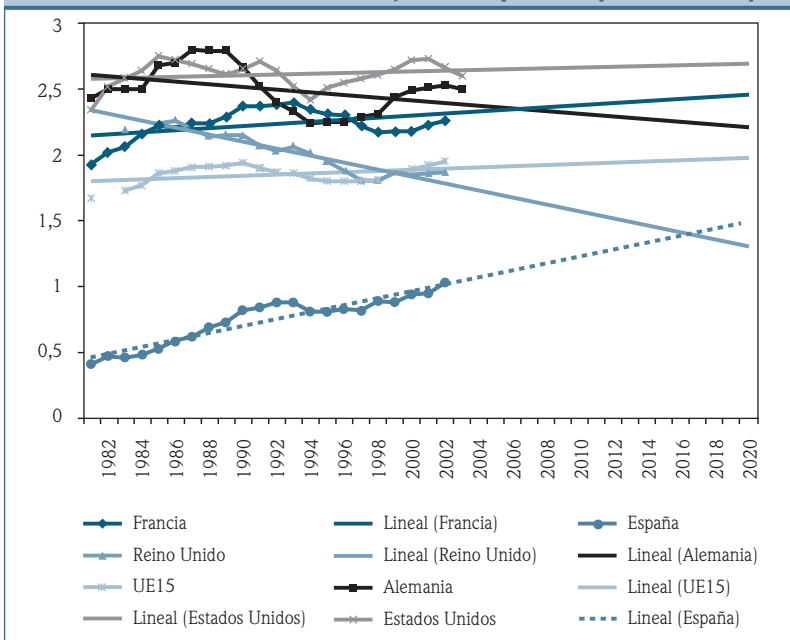
Porcentaje del gasto en I+D financiado por la industria, varios países (1981-2020)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Gráfico 36

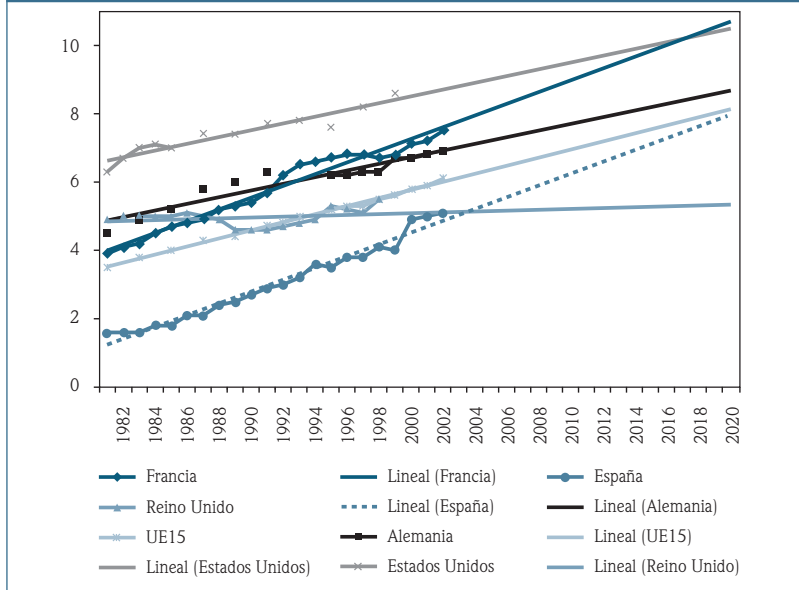
Gasto en I+D en % del PIB, varios países (1981-2020)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Gráfico 37

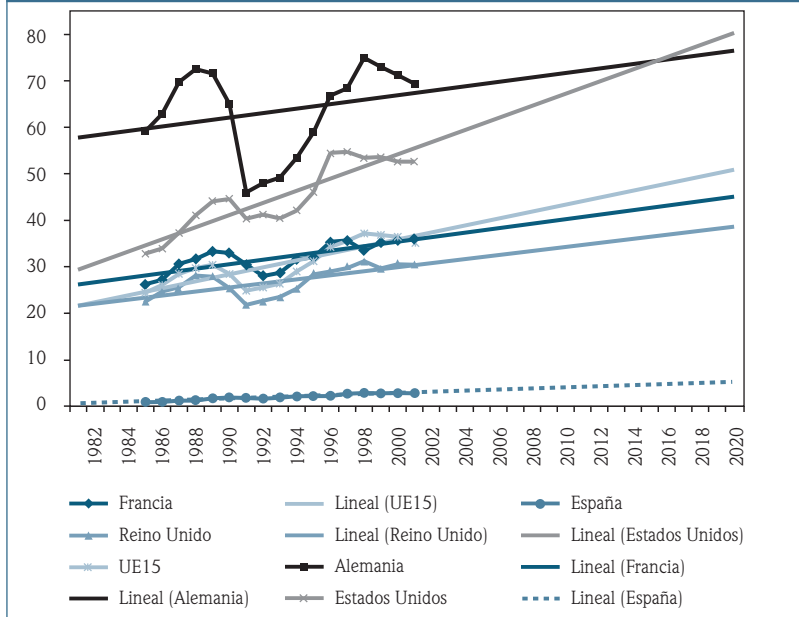
Investigadores por cada mil ocupados, varios países (1981-2020)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Gráfico 38

Familias de patentes triádicas por millón de habitantes, varios países (1985-2020)



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2005b).

Conclusión

VII

Sin duda, se han producido avances importantes en nuestro nivel de innovación, y en la infraestructura de los recursos financieros y humanos correspondientes, y es razonable que, si se mira al pasado, se elogie el esfuerzo realizado. Pero hoy día lo más importante es mirar en torno nuestro y al futuro, y medir la realidad de la I+D española actual apelando a criterios más exigentes.

Nuestro estudio ha mostrado que la capacidad de innovación española está muy probablemente por debajo de su potencial económico y demográfico. También ha sugerido claramente que, si las tendencias actuales se mantuvieran, el proceso de alcanzar los niveles de otros países, de *catching up*, se demoraría muy considerablemente en el tiempo. En lo que se refiere al nivel de gasto en I+D sobre el PIB, España llegaría al nivel de Francia entre 2050 y 2104, y al nivel del Reino Unido entre 2035 y 2070. En lo que se refiere al número de patentes triádicas por millón de habitantes, España alcanzaría en nivel de Francia entre 2248 y 2257; y el del Reino Unido, entre 2207 y 2214.

El hecho es que, aunque los indicadores de resultados de la capacidad nacional de innovación han ido mejorando con el paso del tiempo, no parece que se hayan ido recortando significativamente las distancias con los países de referencia, y España no ha acabado de salir de las simas de las clasificaciones internacionales por patentes, balanza de pagos tecnológica, exportaciones tecnológicas y empresas innovadoras. El análisis de la evolución de los factores causales de estos resultados (gastos, recursos, producción científica, marco regulador) no hace sino ayudarnos a entender por qué estos resultados han sido y son más bien decepcionantes.

De este modo, en primer lugar, hemos constatado la debilidad de nuestra infraestructura de innovación. Aunque esta infraestructura ha experimentado en los últimos veinte o treinta años un notable crecimiento cuantitativo, este crecimiento no ha sido suficiente. Es cierto que ha crecido mucho el gasto en I+D y también el personal dedicado a estas actividades; pero España apenas se ha movido de los últimos lugares en los rankings correspondientes. Un reflejo de dicho aumento es el gran crecimiento de nuestra producción científica, que ha mejorado su presencia e impacto internacionales. Sin embargo, la productividad de los investigadores (medida, de manera ciertamente gruesa, por el número de publicaciones científicas por investigador) se ha estabilizado en el tiempo a un nivel comparativamente bajo, y, en todo caso, parece que estamos llegando a un tope de presencia internacional y el impacto sigue, en general, por debajo de la media. Además, los distintos impactos según la disciplina científica sugieren una especialización no demasiado afín a una competición en tecnologías de la información, biotecnología o nanotecnología, las cuales, se supone, están indicando las vías del futuro.

Para llevar a cabo dicha producción, las sucesivas administraciones parecen haber optado, explícita o implícitamente, por ir aumentando el peso relativo de las universidades, sin que ello haya ido acompañado de una potente cultura de la innovación ni de un marco institucional que la incentive intensamente. Hemos mostrado cómo ese aumento del peso de la universidad responde más bien a una lógica de la enseñanza que de la investigación, tal y como se comprueba en indicadores como el gasto por investigador, el personal de apoyo o la proporción de gastos de capital en la enseñanza superior. Además, la universidad pública española parece adolecer de problemas de tradición cultural (endogamia) y de diseño institucional (rigideces, incentivos equivocados), que no promueven suficientemente la labor investigadora de los profesores ni la preparan para la competición mundial por los buenos estudiantes y los buenos profesores; y ello, justo en un momento en el que la importación de estudiantes y profesores y/o el retorno de los buenos investigadores que han abandonado España (fuga de cerebros) pueden ser importantes para ensanchar los cuellos de botella que presenta nuestra reducida producción de estudiantes brillantes.

En segundo lugar, hemos podido observar, asimismo, la debilidad del entorno de innovación proporcionado por el tejido productivo. Un indicador principal a este respecto es la reducida proporción que representa la financiación privada de la I+D sobre el total, que marca la diferencia entre los paí-

ses desarrollados punteros y los países desarrollados que vienen detrás. Probablemente, una parte significativa de esa baja proporción se deba a un tejido productivo con un rasgo determinante, el reducido peso de la industria de tecnología alta y medio-alta y, peor aún, la mínima variación que dicho peso ha experimentado en los últimos veinte años. De los ejemplos a contrario de Finlandia e Irlanda pueden extraerse algunas enseñanzas, pero limitadas dada la gran diferencia de magnitud entre dichos países y España. A ello hay que añadir un peso relativamente elevado de empresas multinacionales (con sede principal fuera) en nuestra industria y en la I+D privada, que ejercen un mínimo tirón sobre los inputs locales de I+D.

En tercer lugar, varios indicadores sugieren asimismo una debilidad en los vínculos entre la infraestructura de innovación y el tejido empresarial. Dadas las premisas establecidas en la discusión sobre aquella infraestructura y este entorno empresarial, no cabe extrañarse de los problemas que podemos encontrar en lo relativo a la fortaleza y la calidad de los vínculos entre una y otro. Difícilmente podrían fortalecer una relación bidireccional que, por sus características, sus protagonistas parecen poco proclives a cultivar. El tema requiere, ciertamente, investigaciones complementarias y análisis más complejos y precisos, pero la evidencia reunida sobre algunas instituciones mediadoras sugiere que, aunque la colaboración empresa-universidad sea hoy mayor que hace veinticinco años, no está claro que se mueva en una senda ascendente en la última década. Y tampoco está claro que, en la medida en que se da, el aprovechamiento sea máximo, al menos según los juicios que emiten bastantes empresarios (minorías considerables ven pobre la aportación de la universidad, sobre todo sus conocimientos específicos) y según el uso que esos u otros empresarios hacen de la financiación pública que estimula esas relaciones. Poco han podido hacer al respecto, por otra parte, instituciones tales como las OTRI o los parques tecnológicos (o científicos), cuyas intrínsecas limitaciones (en parte de raíz local, en parte de diseño institucional) hemos apuntado.

En el arranque de esta conclusión hemos señalado cómo en las condiciones actuales, y de mantenerse las tendencias en curso, no cabe esperar que se cumpla en un futuro a plazo medio o largo (digamos, en una generación, es decir, en un plazo de entre quince o veinte años) la aspiración nacional de catching up con otros países desarrollados del mundo occidental. De modo que una de dos. O bien se adopta una política gradualista y prudente, orientada, de hecho, a conseguir una variante del statu quo, y se abandona, de

hecho, la aspiración de *catching up*; o bien se adopta una política de reformas con vistas a un cambio en los factores causales de la tendencia en curso. (Una tercera posibilidad sería la de abandonar de hecho esa aspiración, pero mantenerla de manera meramente retórica, confiando, quizá, en que la magia de las palabras tenga efectos reales algún día.)

Una política de variantes del statu quo sería coherente con lo que se ha hecho hasta ahora, en los últimos veinte o treinta años, y podría justificarse apelando a una división de trabajo en la Europa del futuro entre países con una vocación potente de I+D (que responde a una trayectoria larga e importante) y países con una vocación menos potente (y una trayectoria menos larga y menos importante); digamos, entre un núcleo y una periferia. Perdido o amortiguado el sentimiento de identidad nacional, cabe sustituir la aspiración nacional de *catching up* por ambiciones locales de colocar esta o aquella universidad, esta o aquella parte del país, en una red paneuropea o internacional de innovación.

Una política de reformas con vistas no sólo a mantener aquella aspiración nacional de *catching up* sino incluso a realizar esta aspiración, implica alterar el curso histórico de las cosas y cuestionar aquella división tradicional de trabajo a escala europea. Esta política requiere una reflexión crítica sobre los esfuerzos realizados, para ver si, vistos desde la perspectiva del objetivo a conseguir, esos esfuerzos han sido suficientemente razonables y suficientemente intensos, o no lo han sido (y habría que hacerlo mejor o hacer más), y por qué.

Desde el punto de vista de una (hipotética) política de reformas, este estudio aporta diversas reflexiones críticas y, a veces, apunta ciertas líneas de actuación, para todos y cada uno de los factores causales analizados. Tales actuaciones se refieren no sólo, ni principalmente, a cuestiones de aumentos de recursos (de gasto, por ejemplo), sino también, y muy especialmente, a cuestiones de diseño institucional y de cultura; y se sugiere que las nuevas estrategias deberían poner el acento en el desarrollo de la autonomía responsable de agentes que han de operar en marcos institucionales que favorezcan la competencia en condiciones de transparencia y de equidad.

Pero con ello abocamos a un tema en el cual el problema del carácter razonable del esfuerzo por hacer se combina, y en cierto modo se funde, con el de su intensidad. Nos referimos con ello a la motivación de los agentes humanos implicados en el proceso de investigación e innovación.

Lógicamente, una revisión crítica del proceso que nos ha llevado a la situación actual debería implicar un debate en torno a una nueva formulación de aquella aspiración nacional de *catching up*. Es posible que, con el tiempo, la fórmula convencional de *catching up* se haya ido convirtiendo en una apelación vacía, un lugar común de la retórica política, de escasa relevancia. En el nuevo debate, se trataría de rastrear, y contrastar, las razones vinculadas a los varios impulsos morales y emocionales que están detrás de las tareas de investigación (tanto en su vertiente utilitarista como en la vertiente no utilitarista) y desarrollo. Habría que constatar la variedad de estos impulsos, y las razones correspondientes; y convendría abocar, a la postre, a una nueva formulación, flexible y abierta, que fuera compatible con aquel desarrollo de los marcos de competencia y de la autonomía responsable de los agentes antes mencionado. No se trataría, por tanto, de orquestar sus motivaciones imponiendo a los agentes una orientación artificial de sus conductas hacia un objetivo común, puesto que no estamos hablando de una sociedad colectivista y autoritaria, sino de una sociedad de individuos libres.

Sin una reflexión crítica sobre los recursos y los diseños institucionales de I+D, las políticas públicas sobre I+D serían palos de ciego; pero sin la atención y el cuidado debidos de estos impulsos morales y emocionales, aquella reflexión crítica sería un mero ejercicio académico.

Referencias bibliográficas

- BUESA, MIKEL. 2003. «Ciencia y tecnología en la España democrática. La formación de un sistema nacional de innovación», *Documentos de trabajo del IAIF*, 39.
- BUSOM, ISABEL. 2003. *L'estat del sistema de R+D+i a Catalunya i a Espanya. Diagnosi*. Barcelona: Col.legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya.
- CARABAÑA, JULIO. 2004. «Industria de investigación y producción de doctores», *Empiría. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 8:163-180.
- CASTELLS, MANUEL y PEKKA HIMANEN. 2002. *La sociedad de la información y el Estado del bienestar: el modelo finlandés*. Madrid: Alianza.
- CORCHUELO MARTÍNEZ-AZÚA, BEATRIZ y ESTER MARTÍNEZ-ROS. 2004. «Incentivos fiscales a la I+D y su aplicación en las empresas manufactureras españolas». Disponible en <http://www.uib.es/congres/ecopub/papers/microeconometrics1/Corchuelo-Martinez.pdf>.
- COTEC. 2003. *Documento para debate: situación en 2003 del sistema español de innovación. Libro verde*. Madrid: COTEC.
- COTEC. 2004. *El sistema español de innovación. Situación en 2004*. Madrid: COTEC.
- Eurochambres. 2005. *A comparison of European and US economies based on time distances*. Bruselas: Eurochambres.
- EUROPEAN COMMISSION. 2000. *Towards a European research area - science, technology and innovation - Key Figures 2000*. Luxemburgo: Office for Publications of the European Communities.
- EUROPEAN COMMISSION. 2003. *Towards a European research area - science, technology and innovation - Key Figures 2003-2004*. Luxemburgo: Office for Publications of the European Communities.
- EUROPEAN COMMISSION. 2004. *Innovation in Europe. Results for the EU, Iceland and Norway. Data 1998-2001*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.

- FONFRÍA MESA, ANTONIO. 2002. «Análisis de las políticas públicas de fomento de la nueva innovación tecnológica en las regiones españolas», *Papeles de trabajo del Instituto de Estudios Fiscales*, 12/02.
- FUNDACIÓN BBVA. 2005. *Estudio sobre los estudiantes universitarios españoles*.
- FUNDACIÓN CYD. 2004. *La contribución de las universidades españolas al desarrollo*. Madrid: Fundación CYD.
- FURMAN, JEFFREY L.; MICHAEL E. PORTER y SCOTT STERN. 2002. «The determinants of national innovative capacity», *Research policy*, 31: 899-933.
- GÓMEZ CARIDAD, ISABEL *et al.* 2004. *Proyecto de obtención de indicadores de obtención científica y tecnológica de España*. CSIC y CINDOC.
- HEIJS, JOOST *et al.* 2004b. «Evaluación de la efectividad de la política de cooperación en la innovación», *Documentos de trabajo del IAIF*, 43.
- HEIJS, JOOST *et al.* 2004a. «Relaciones e interacción entre los agentes del sistema nacional de innovación de España: resultados de la Encuesta-IAIF/FECYT», *Documentos de trabajo del IAIF*, 42.
- HEIJS, JOOST. 2001. «Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico», *Documentos de trabajo del IAIF*, 25.
- HERS, JOHANNES y NIEK NAHUIS. Sin fecha. «The tower of Babel? the innovation system approach versus mainstream economics». Disponible en <http://econwpa.wustl.edu:80/eps/mhet/papers/0403/0403001.pdf>.
- INE. 2000. *La estadística de I+D en España: 35 años de historia*. Madrid. INE.
- INE. 2004. *Indicadores de alta tecnología 2002*. Disponible en www.ine.es.
- INE. 2005a. *Estadística sobre actividades de I+D*. Disponible en www.ine.es.
- INE. 2005b. *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*. Disponible en www.ine.es.
- INGENIO (Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento). 2002. *Análisis de las actividades de investigación y desarrollo y de cooperación entre las comunidades académica y empresarial de la Comunidad Valenciana*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad Politécnica de Valencia.
- JIMÉNEZ-CONTRERAS, EVARISTO; FÉLIX DE MOYA ANEGÓN y EMILIO DELGADO LÓPEZ-CÓZAR. 2003. «The evolution of research activity in Spain. The impact of the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI)», *Research policy*, 32: 123-142.
- KEALEY, TERENCE. 1996. *The economic laws of scientific research*. Londres: Macmillan.
- LAFUENTE FÉLIZ, ALBERTO. 2003. «Nuevas orientaciones de la política científica y tecnológica», Fundación Alternativas. *Documento de trabajo*, 5/2003.

- MOLERO ZAYAS, JOSÉ. 1998. «Multinational and national firms in the process of technology internationalization: Spain as an intermediate case», *Documentos de trabajo del IAI*, 9.
- NAVARRO ARANCEGUI, MIKEL. 2002. «La cooperación para la innovación en la empresa española desde una perspectiva internacional comparada», *Economía industrial*, 346: 47-66.
- NELSON, RICHARD R., ed. 1993. *National innovation systems: a comparative analysis*. Nueva York: Oxford University Press.
- OCDE. 2001. *Classification des secteurs et des produits de haute technologie*. París: OCDE.
- OECD. 2002a. *Dynamising national innovation systems*. París: OECD.
- OECD. 2002b. *International mobility of the highly skilled*. París: OECD.
- OECD. 2003a. *Science, Technology and Industry (STI) Scoreboard 2003*. París: OECD.
- OECD. 2003b. *Tax incentives for research and development: trends and issues*. París: OECD.
- OECD. 2003c. *Turning science into business. Patenting and licensing at public research organisations*. París: OECD.
- OECD. 2004a. *Internationalisation and trade in higher education. Opportunities and challenges*. París: OECD.
- OECD. 2004b. *Learning for tomorrow's world. First results from PISA 2003*. París: OECD.
- OECD. 2004c. *STAN indicators VASH*. Disponible en www.oecd.org.
- OECD. 2005a. *Education at a glance 2004*. París: OECD.
- OECD. 2005b. *Main science and technology indicators*. Disponible en new.source-oecd.org.
- PÉREZ-DÍAZ, VÍCTOR y JUAN CARLOS RODRÍGUEZ. 2001. *Educación superior y futuro de España*. Madrid: Fundación Santillana.
- PÉREZ-DÍAZ, VÍCTOR y JUAN CARLOS RODRÍGUEZ. 2002. *La educación profesional en España*. Madrid: Fundación Santillana.
- PÉREZ-ESCOLANO, ISABEL, y GONZALO PARÍS. 2004. «Industry response to the Spanish governmental Plan for the Promotion of R&D within the Pharmaceutical Industry (1986-1996)», *Science and public policy*, 31, 4 (agosto): 301-312.
- PORTER, MICHAEL E. 1990. *The competitive advantage of nations*. Nueva York: Free Press.
- POWELL, BENJAMIN. 2003. «Economic freedom and growth: the case of the Celtic tiger», *Cato Journal*, 22, 3 (invierno): 431-448.
- ROMER, P., 1990. «Endogenous technological change», *Journal of political economy*, 98: S71-S102.

- ROTHBARD, MURRAY N. 2004 [1959]. *Science, technology, and government*. Ludwig von Mises Institute. Disponible en <http://www.mises.org/rothbard/science.pdf>.
- SALAZAR, MÓNICA y ADAM HOLBROOK. 2004. «A debate on innovation surveys», *Science and public policy*, 31, 4 (agosto): 254-266.
- WALLSTEN, SCOTT. 2004. «High-tech cluster bombs: why successful technology hubs are the exception, not the rule», *American Enterprise Institute. On the issues*, abril.
- «World University Rankings», *The Times Higher Education Supplement*, 5 de noviembre de 2004.

■ COLECCIÓN ENSAYO

- **Europa: ¿Comunidad de valores u ordenamiento jurídico? / El carácter relacional de los valores cívicos.**
- **Empresa y Sociedad Civil.**
- **Modelos de Sociedad Civil**

■ COLECCIÓN CONFERENCIAS Y SEMINARIOS

- **Agua y Desarrollo Sostenible: Vida, medio ambiente y sociedad.**
- **Ciencia, Tecnología y Educación.**

■ COLECCIÓN CUADERNOS DEL FORO DE PENSAMIENTO ACTUAL

- 1 **Principios Físicos del Desarrollo Energético Sostenible.**
- 2 **Principios del Desarrollo Económico Sostenible.**

■ COLECCIÓN GIGANTES

- **Las luces de la Energía**
- **Gutenberg y las tecnologías del arte de imprimir**

■ COLECCIÓN ESTUDIOS

- **Desarrollo tecnológico e investigación científica en España**

■ COLECCIÓN CLÁSICOS DEL PENSAMIENTO EUROPEO

(En preparación)

OTRAS PUBLICACIONES

- **La Energía en sus Claves.**