



- ◆ Trabajo realizado por el equipo de la Biblioteca Digital de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 del T.R.L.P.I. (Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 12 abril 1996)

Capítulo 11

POLITICA DE INNOVACION TECNOLOGICA

Por R. Pampillón

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Hasta 1986 la política científica y tecnológica española estuvo marcada por una insuficiente dotación de recursos humanos y técnicos dedicados a la investigación y por una fuerte dependencia de la tecnología extranjera. Además, la estrategia política carecía de unos objetivos adecuados y precisos de política científica y técnica y un síntoma de ello fue la importante descoordinación de las diversas instituciones estatales de investigación que se fueron creando después de la Guerra Civil española.

El primer intento de política de coordinación surgió en 1939 con la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Sin embargo, esta institución estaba exclusivamente orientada hacia la investigación básica y puso poco énfasis en la investigación aplicada.

En 1958 se creó la Comisión Asesora de Investigaciones Científicas y Técnicas (CAICYT) con el objetivo de planificar los recursos públicos de investigación. Pero ya fuese por la escasez de recursos o por la excesiva orientación de los mismos hacia instituciones públicas, se descuidó la innovación tecnológica en las empresas del país.

Mientras tanto, las empresas españolas actuaban en un marco de política económica desarrollista y proteccionista, estructurado sobre sectores maduros y de poca exigencia tecnológica. Además, el empresariado, por lo general, prefirió importar tecnologías foráneas en vez de invertir en actividades de investigación y desarrollo (I + D).

Para intentar crear tecnología propia y subsanar el absoluto descuido que la política tecnológica estaba teniendo con el aparato productivo aparecen en 1968 los planes concertados de investigación. El objetivo de los planes fue el de proporcionar financiación a los protagonistas de la actividad industrial para la generación de tecnología, dedicándose de esta forma una importante cantidad de fondos públicos a la investigación en las empresas. Sin embargo, los planes no abarcaban todo el

proceso de desarrollo tecnológico (desde la investigación básica hasta la comercialización), sino que alcanzaban solamente hasta fases intermedias. Por tanto, no será hasta después de 1977, con la aparición del CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial), cuando la política tecnológica empezará a tener en cuenta la necesidad de apoyar proyectos que desemboquen en productos para el mercado y que generen beneficios para las empresas.

Después de la muerte del general Franco, los primeros Gobiernos de la democracia advirtieron, desde un principio, que se estaba dando excesiva importancia a la investigación básica. Se intentó, por tanto, dar prioridad y poner más esfuerzo en la innovación tecnológica y en la investigación aplicada. La investigación básica era relativamente libre y fácilmente importable. Difícilmente España podía duplicar el esfuerzo que estaban haciendo los países industrializados en el desarrollo de investigación básica. El potencial humano científico y técnico español estaba preparado para asimilar los conocimientos básicos que se producían en el exterior y aplicarlos a las necesidades concretas del país. La investigación básica debía ocupar, en principio, un lugar menos preeminente en la política científica y tecnológica española. Esto significaba dar un mayor apoyo a la investigación en la empresa e institutos de investigación aplicada y conseguir una mayor coordinación entre ellos y los demás componentes del Sistema Científico Tecnológico.

Es bien conocido que uno de los temas más importantes que tienen planteados las empresas españolas es la necesidad de utilizar nuevos procesos y nuevos productos para ser más competitivas. El modelo de adquisición de tecnología basado en la importación no parece que consiga alcanzar los resultados apetecidos. Es necesario, por tanto, crear tecnología propia mediante mayores gastos en I + D y es importante que esos gastos estén directamente conectados con las empresas. Tal y como ha indicado C. Sebastián, las imperfecciones existentes en mercados relacionados con el proceso innovador, los rendimientos a escala, las externalidades y las dificultades institucionales para cubrirse contra el riesgo que comporta la innovación pueden desincentivar a los empresarios para dedicarse a esas actividades. Por tanto, si la iniciativa privada no gasta lo suficiente en I + D, puede ser necesaria la intervención pública. Esta intervención del Estado en la economía de mercado se justifica porque no todos los beneficios resultantes de los gastos en I + D son siempre apropiables por la empresa innovadora y, por tanto, los empresarios pueden carecer de incentivos para dedicarse a esas actividades.

Es decir, los gastos en I + D producen economías externas positivas que benefician a la sociedad en su conjunto, pero no a la cuenta de resultados de la empresa que realiza la investigación. Como las empresas, cuando toman sus decisiones de inversión en I + D, no consideran necesariamente los beneficios sociales, puede hacerse precisa la intervención pública, por un lado, para garantizar ciertos niveles de apropiabilidad y de difusión de los resultados de la investigación y, por otro, para que se tengan en cuenta los beneficios sociales de la investigación.

LA POLÍTICA TECNOLÓGICA DEL GOBIERNO SOCIALISTA

El modelo seguido por el Gobierno socialista desde 1982, en lo que a política tecnológica se refiere, es un modelo intervencionista, con voluntad de fomentar y coordinar las actividades de I + D, y que intenta poner el acento en la innovación empresarial. También es preciso hacer notar que, coincidiendo con el advenimiento del Gobierno socialista, se ha producido en España un emperoramiento de la cobertura de la balanza de tecnología desincorporada.

Sin embargo, se ha hecho un esfuerzo cada vez mayor por coordinar la política científica y tecnológica y por aumentar los gastos dedicados a I + D y se están poniendo las bases para aplicar a la política tecnológica criterios de éxito comercial. Una prueba de ello es la transformación en 1984 del CDTI en una entidad de derecho público, lo que aumenta considerablemente su nivel de autonomía. Se convierte así el CDTI en el instrumento del Ministerio de Industria para promover la innovación.

Otro cambio importante fue la promulgación de la Ley de la Ciencia (Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica) en 1986. Se trata de un intento serio de planificar y coordinar la investigación en España. Sin embargo, hasta 1988 no se aprobó el I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico para el período 1988-91, que no es otra cosa que la puesta en marcha de la Ley de la Ciencia.

El I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (88-91) se componía de diferentes programas nacionales orientados hacia áreas de investigación científica de interés socioeconómico para España. Se pretendía con ello favorecer las interrelaciones entre los diversos componentes del Sistema Científico y Tecnológico español, y más concretamente entre las empresas y la comunidad científica. Se trataba, en definitiva, de incentivar el esfuerzo tecnológico empresarial y de aprovechar el esfuerzo investigador nacional para fortalecer la competitividad del aparato productivo del país.

En 1991, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) realizó el II Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (1992-95), concentrando los programas de investigación en tres áreas: tecnología de la producción y de las comunicaciones, calidad de vida y recursos naturales y estudios socio-culturales. Se introduce, además, en este segundo Plan Nacional el concepto de proyecto integrado, que tiene como objetivo el desarrollo de tecnologías complementarias en proyectos de gran envergadura que implican la participación de diversos sujetos del Sistema Científico y Tecnológico español: investigadores de las empresas, de las Administraciones públicas y de las universidades.

Como consecuencia de todos estos cambios en el sistema se ha producido un aumento sustancial en los gastos de I + D, superando el 0,5 % del PIB al coste de los factores en 1982 y llegando en 1990 al 0,94 %. Seguimos, sin embargo, lejos de los índices que se dan en los países de nuestro entorno. Así, por ejemplo, en 1990 Francia gastó en I + D el 2,4 % de su PIB, Alemania y EE.UU. el 2,8 e Italia el 1,3 %.

MECANISMOS INSTITUCIONALES ¹

Antes de la Ley de la Ciencia, el Ministerio de Educación y Ciencia y el Ministerio de Industria y Energía compartían la principal responsabilidad para la gestión, coordinación y fomento de la I + D a escala nacional. Sin embargo, otros siete Ministerios desarrollaban actividades importantes en I + D.

Para corregir esta dispersión, la Ley de la Ciencia y la normativa subsiguiente regularon la constitución de los siguientes órganos:

a) La «*Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología*» (CICYT), órgano oficial de planificación, coordinación y seguimiento del Plan Nacional de I + D, formado por representantes de los departamentos ministeriales con competencias en I + D nombrados por el Gobierno, y presidido por el ministro que el Gobierno designa.

Actualmente, la CICYT está presidida por el ministro de Educación y Ciencia y formada por dos representantes del Ministerio de Educación y Ciencia, dos del Ministerio de Industria y Energía y uno de cada uno de los siguientes ministerios: Defensa; Economía y Hacienda; Agricultura, Pesca y Alimentación; Obras Públicas y Urbanismo; Transportes, Turismo y Comunicaciones; Cultura; Sanidad y Consumo.

b) La «*Comisión Permanente*» de la CICYT, presidida por el secretario de Estado de Universidades e Investigación y formada por los directores generales de Investigación Científica y Técnica (Ministerio de Educación y Ciencia), Política Tecnológica (Ministerio de Industria y Energía) y Planificación (Ministerio de Economía y Hacienda).

c) El «*Consejo General de la Ciencia y la Tecnología*», presidido por el presidente de la Comisión Interministerial y formado por un representante de cada Comunidad Autónoma y por los miembros que designe el Gobierno a propuesta del Consejo, de entre los de la CICYT, en número no superior a aquéllos, y que coordina las iniciativas de I + D a nivel estatal y regional.

d) El «*Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología*», presidido por el ministro de Industria y Energía. Los representantes de la comunidad científica y de los agentes sociales y económicos participan a través de este Consejo en la elaboración, seguimiento y evaluación del Plan Nacional de I + D.

e) La «*Secretaría General del Plan Nacional de I + D*», que es la unidad de apoyo para la CICYT y su Comisión Permanente, y cuyos cometidos principales son:

- La coordinación de los programas y actividades integradas en el Plan Nacional de I + D.
- La gestión técnica del presupuesto.
- La gestión administrativa del Plan Nacional de I + D.

En relación con la coordinación científica y técnica internacional, la Secretaría General del Plan Nacional de I + D asiste a la Comisión Interministerial y a su

¹ CICYT. «Sistema Español de Ciencia y Tecnología». Centro de Publicación del MEC, Madrid, 1989.

Comisión Permanente en materias relativas a las relaciones internacionales y a los programas internacionales con participación española, en la medida en que afecten al Plan Nacional de I + D.

f) La «*Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva*», cuya misión es realizar, con rigor e independencia y a petición de la Comisión Permanente, la evaluación científica y técnica de las entidades y de los grupos de investigación que participan en programas y proyectos del Plan Nacional de I + D.

La Agencia se encarga asimismo de la realización de estudios y análisis de proyección de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a petición de la Comisión permanente de la CICYT.

g) La «*Comisión Mixta Congreso-Senado*», con responsabilidad específica en política científica, se encarga del debate y seguimiento del Plan Nacional de I + D diseñado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

El gráfico 1 muestra el organigrama del sistema.

EL CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL (CDTI)

En 1977 se creó el CDTI con el objetivo de promocionar la capacidad tecnológica de las empresas y mejorar así la posición competitiva de España en los mercados exteriores. Para conseguir este objetivo, el CDTI concede a las empresas ayudas económicas directas para proyectos de I + D y fomenta su participación en los programas internacionales de carácter tecnológico.

Las ayudas financieras a las empresas concedidas por el CDTI se instrumentan de dos formas diferentes. En primer lugar, créditos sin interés para empresas que hayan presentado proyectos tecnológicos concertados con universidades y centros públicos de investigación en las áreas contempladas por el Plan Nacional de I + D. En segundo lugar, créditos privilegiados a bajo interés para financiar proyectos de desarrollo tecnológico de carácter más competitivo.

El cuadro 1 muestra algunos indicadores de la actividad desarrollada por el CDTI desde el año 1980. En dicho cuadro se puede observar:

1) Desde 1982 se reduce la participación porcentual del CDTI en los proyectos de inversión en tecnología, situándose en los últimos años en un tercio, aproximadamente, de la inversión total.

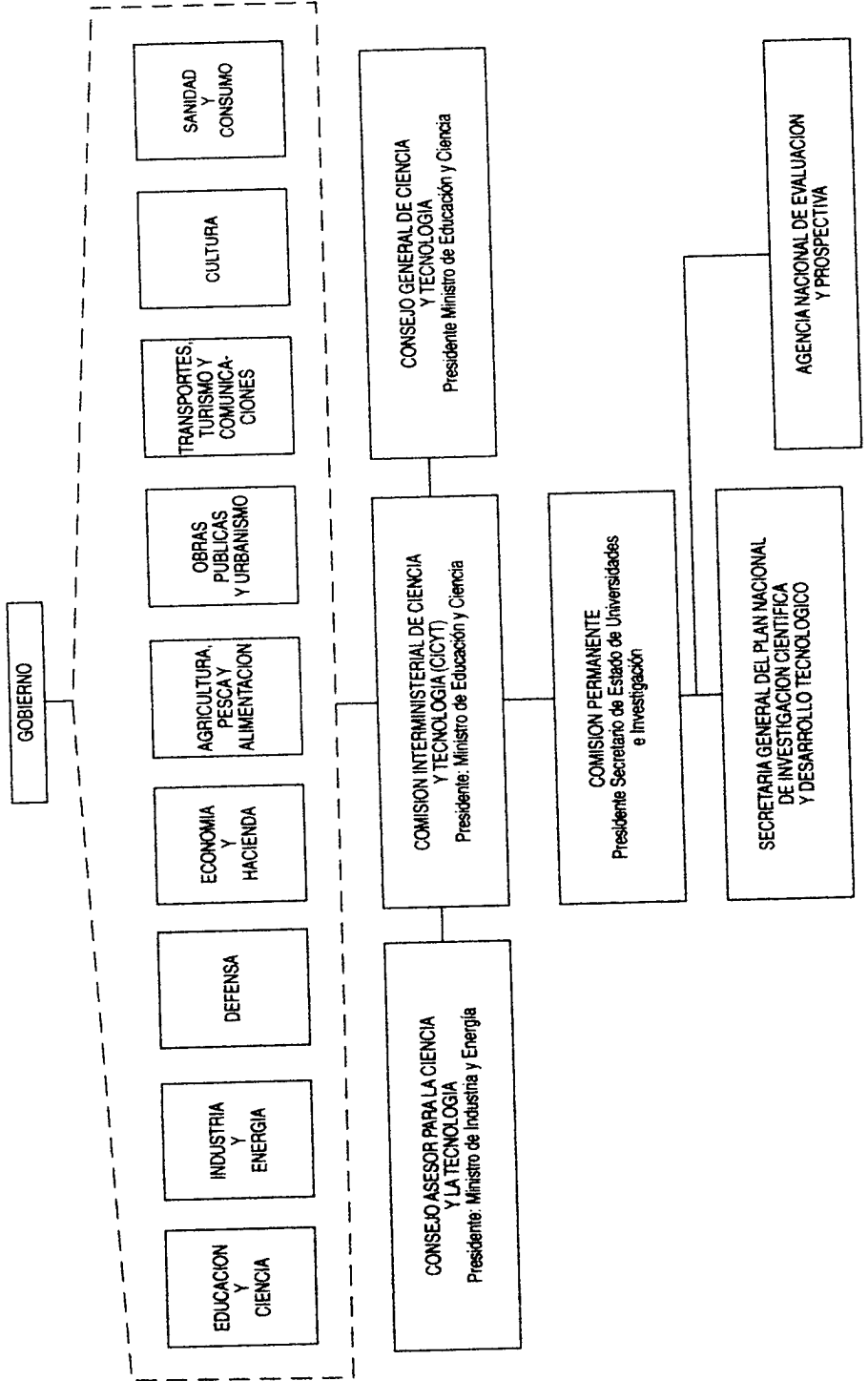
2) Desde 1982 la evolución de la actividad del CDTI ha sido muy irregular. Así, por ejemplo, los proyectos aprobados y la aportación del CDTI en 1983 sufren un espectacular descenso. En 1987 se produce otro descenso significativo. Y 1985 aparece como un año raro, de gran actividad y fuerte inversión, que posiblemente haya condicionado los recursos del CDTI en años posteriores.

3) En los últimos cinco años (1986-90) la aportación del CDTI se ha estancado. Es decir, en pesetas constantes, se ha mantenido en los mismos niveles.

4) Desde 1987 han ido aumentando los proyectos aprobados.

Respecto a los programas internacionales, el CDTI tiene asignada la represen-

GRÁFICO 1



CUADRO 1. *Financiación de proyectos de desarrollo tecnológico por el CDTI*

Años	Proyectos aprobados	Aportación CDTI ¹	% sobre inversión total
80	41	737,50	59
81	51	770,42	69
82	82	1.795,18	94
83	25	386,87	55
84	82	2.458,77	70
85	216	6.379,71	49
86	100	4.498,05	45
87	97	3.633,89	33
88	140	4.442,55	35
89	160	4.472,97	32
90	178	4.589,60	35

¹ En millones de pesetas constantes de 1980.

Fuente: Elaboración propia con datos de la memoria del CDTI.

tación española en los programas internacionales de marcado carácter tecnológico. Estos programas son:

- EUREKA.
- CERN (Laboratorio europeo para la física de partículas).
- ESRF (Fuente europea de radiación de sincrotrón).
- Programa Marco de I + D de las CEE (ESPRIT, RAGE, BRITE-EURAM, BRIDGE, ESCLAIR, FLAIR, AIM, DELTA, VALUE).

Además, se han establecido programas de cooperación tecnológica de carácter bilateral con otros organismos similares al CDTI de otros países.

La participación española en otros programas multinacionales es aceptable y en muchos casos se producen retornos industriales que compensan las aportaciones financieras hechas con anterioridad.

INDICADORES EN ESPAÑA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A continuación se analizan una serie de indicadores que de alguna forma pueden medir la situación científica y tecnológica del país.

La voluntad política y, en general, las posibilidades que tiene una economía de obtener tecnología pueden ser medidas por los gastos destinados a actividades de I + D, que es, por tanto, un indicador que señala el esfuerzo nacional para generar tecnología propia.

Los resultados de ese esfuerzo investigador pueden ser cuantificados a través de los diferentes *outputs* del sistema científico y tecnológico nacional, como pueden ser:

las patentes españolas solicitadas o registradas por españoles en España (Registro de la Propiedad Industrial) o en extranjero (oficinas de patentes de todos los países del mundo), la exportación española de tecnología incorporada y desincorporada a los bienes de equipo y las publicaciones científicas.

También existen indicadores que señalan la necesidad que tiene el país de tecnología foránea. Cuando un país quiere mantener un elevado nivel de desarrollo y carece de un sector de investigación propio capaz de generar innovaciones a buen ritmo, se verá obligado a importar cantidades ingentes de tecnología. Indicadores que señalan la falta de tecnología propia o la insuficiente inversión en I + D son el nivel de importación o pagos por tecnología y las solicitudes (o concesiones) en el país de patentes extranjeras.

El gráfico 2 nos muestra algunos de los indicadores de *inputs* y *outputs* de ciencia y tecnología. Dichos indicadores señalan factores y resultados de la creación de conocimiento.

LOS GASTOS EN I + D

El cuadro 2 recoge los gastos realizados en España en I + D para el período de Gobierno socialista, incluyendo también los años 1970, 1975 y 1980, con el fin de dar una perspectiva más amplia y poder comparar dicho período con años anteriores.

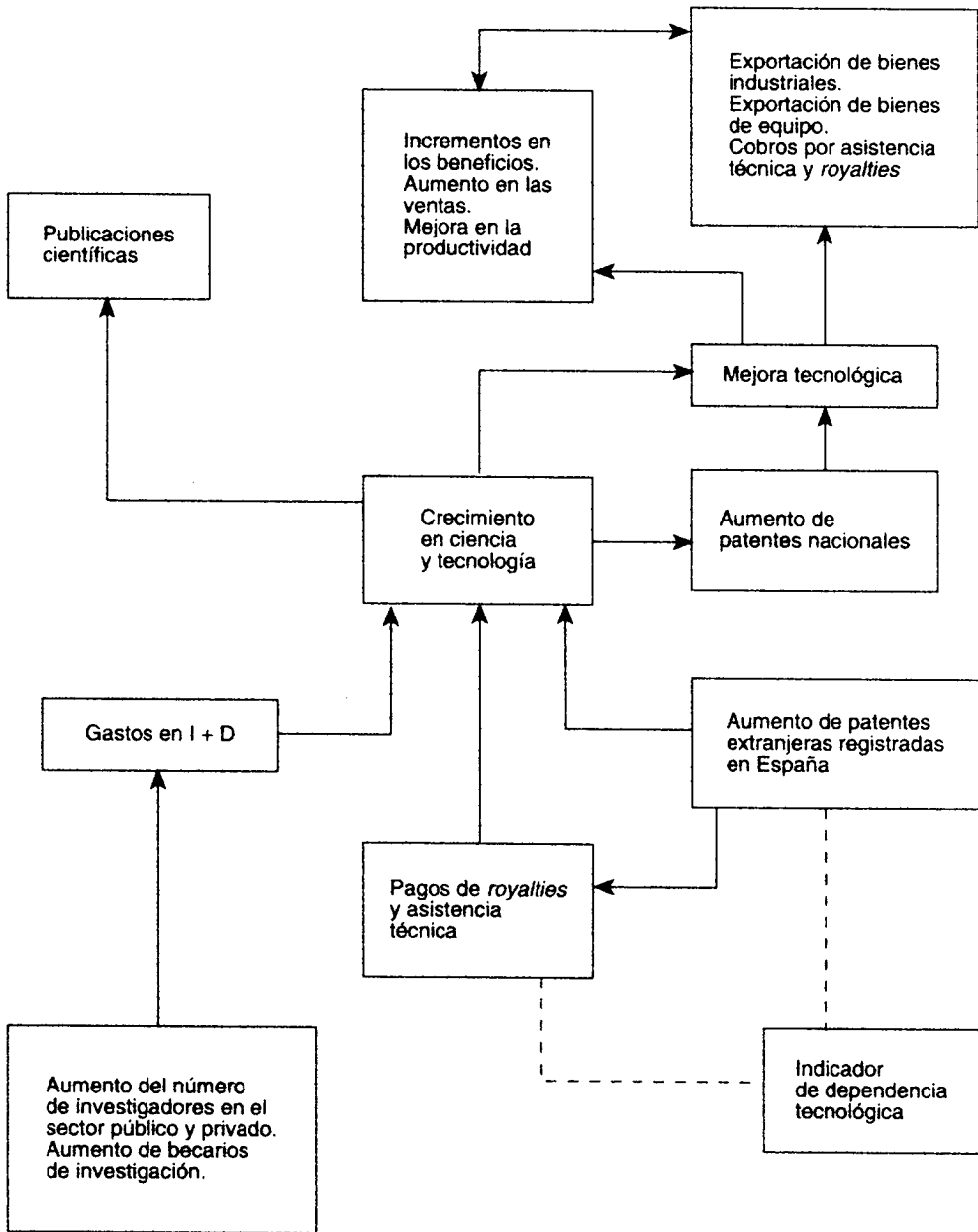
Como puede observarse, el volumen de las actividades investigadoras experimenta un elevado crecimiento en el período en el que gobiernan los socialistas. Así, los gastos de I + D, como porcentaje del PIB (Producto Interior Bruto al coste de los factores) pasa del 0,51 % a un 0,94 % desde 1982 a 1990. Este incremento es todavía más llamativo en el período 1985-1990. Es preciso indicar que durante ese período se produjo la fase de recuperación de la economía española con aumentos espectaculares en el crecimiento del PIB y que de alguna forma sesgan el coeficiente de gastos en I + D/PIB, minusvalorando aparentemente los gastos dedicados a I + D.

Los datos sobre el crecimiento en el número de investigadores, que aparecen en el cuadro 3, confirman el mayor esfuerzo y dedicación de fondos a las tareas de I + D. Como puede comprobarse, el crecimiento en el número de investigadores es superior al del personal auxiliar. De hecho, un indicador interesante es la relación entre personal auxiliar y el número de investigadores, que, como se puede observar en el cuadro 4, desde 1970 va descendiendo hasta situarse en valores muy bajos en 1990 (0,66). Ello parece indicar una reducción de medios humanos con los que cuenta cada investigador para desarrollar sus tareas científicas. La reducción proporcional del personal auxiliar constituye una dificultad para el desarrollo del Sistema Científico y Tecnológico, restándole medios y, por tanto, eficacia a la capacidad nacional de innovar.

La distribución de los gastos en I + D por sectores de ejecución permite observar cómo a partir de 1983 la participación de las empresas ha ido incrementándose paulatinamente (ver cuadro 5).

Sin embargo, si analizamos la financiación de los gastos de I + D por grandes

GRÁFICO 2. Indicadores de resultados (outputs) y de necesidades (inputs)



CUADRO 2. *Gastos en I + D*

Año	Millones de pesetas corrientes	Gastos en	PIB c.f. (porcentaje)
		I + D	
1970	5.593		0,23
1975	21.282		0,37
1980	65.090		0,45
1982	96.002		0,51
1983	107.664		0,51
1984	126.199		0,54
1985	155.341		0,60
1986	197.676		0,67
1987	230.509		0,70
1988	287.689		0,78
1989	355.120		0,86
1990	431.600		0,94

Fuente: INE.

CUADRO 3. *Personas dedicadas a I + D en España*

Años	Total personas equivalentes en dedicación plena (EDP)	Investigadores (EDP)	Personal total EDP	Investigadores (EDP)
			Población activa	Población activa
1970	16.313	5.898	1,28	0,6
1980	35.496	18.323	2,71	1,4
1982	35.531	18.783	2,7	1,4
1983	36.171	19.452	2,7	1,4
1984	39.287	20.506	2,9	1,5
1985	40.654	21.455	3,0	1,6
1986	44.948	24.525	3,2	1,8
1987	48.103	26.462	3,3	1,8
1988	54.337	31.170	3,7	2,1
1989	59.000	34.500	4,0	2,3
1990	63.000	38.000	4,2	2,5

Fuente: INE.

sectores económicos observamos que el sector público y el sector exterior están financiando una parte de los gastos ejecutados por las empresas. Considerando conjuntamente la financiación y la ejecución de los gastos en I + D por sectores económicos se puede observar cómo contribuye cada uno de ellos a la financiación neta de las actividades de los restantes sectores.

CUADRO 4. *Relación entre personal auxiliar y personal investigador*

Años	Personal auxiliar	Número de investigadores
1970		1,77
1980		0,94
1982		0,89
1983		0,86
1984		0,92
1985		0,89
1986		0,83
1987		0,82
1988		0,74
1989		0,71
1990		0,66

Fuente: INE.

CUADRO 5. *Distribución de los gastos en I + D por sectores de ejecución (en %)*

Año	Administraciones públicas	Enseñanza superior	Empresas
1970	54	4	42
1980	30	21	49
1982	29	22	49
1983	29	23	48
1984	26	22	52
1985	24	21	55
1986	25	19	56
1987	25	19	56
1988	23	20	58
1989	24	20	56
1990	23	20	57

Fuente: INE.

El cuadro 6 expresa la situación neta de dichos flujos en miles de millones de pesetas para los últimos años. Del cuadro se deduce que el sector Administraciones públicas contribuye cada vez más a la financiación de las actividades de I + D de las empresas.

La distribución de los gastos en innovación realizados por las empresas según sectores muestra un elevado grado de concentración en la industria, aunque, tal

como puede observarse en el cuadro 6, la agricultura y los servicios van ganando posiciones, mostrando una evolución más dinámica que el sector industrial. Los datos más agregados obtenidos de la encuesta sobre actividades de I + D del INE muestran que la agricultura ha aumentado su participación en los gastos de I + D de las empresas españolas desde el 0,2 % en 1980 al 1,4 en 1988, y también ha experimentado un aumento su contribución a los gastos en equipos e instrumentación de I + D desde un 0,4 % en 1979 a un 2,78 % en 1987.

CUADRO 6. *Diferencia entre financiación y ejecución de actividades en I + D*¹ (en miles de millones de pesetas)

Año	Administraciones públicas	Empresas	Extranjero
1980	1,0	-1,6	0,7
1982	1,6	-2,8	1,1
1985	4,9	-12,4	7,5
1986	9,7	-13	3,3
1987	15,3	-18,7	3,4
1988	18,0	-26	8,0
1989	33,0	-47	14,0
1990	55,0	-77	22,0

¹ El signo positivo significa una contribución neta a las actividades de los otros sectores y el negativo la recepción neta de los otros agentes del sistema.

Fuente: INE.

Los servicios han experimentado también un crecimiento impresionante en su contribución a los gastos empresariales en I + D, tal como puede comprobarse en los cuadros 7 y 8. Los datos más desagregados ofrecidos por la citada encuesta del INE permiten detectar los sectores del transporte y comunicaciones y el de entidades financieras y seguros como las actividades más dinámicas tecnológicamente dentro del sector terciario. La mayor participación de los servicios en las actividades de I + D se debe tanto a la expansión del sector como a la creciente difusión de nuevas tecnologías en las empresas de servicios que motivan la contratación de personal cualificado en esas tecnologías y la realización de actividades de I + D para desarrollar sus propias aplicaciones.

En el sector industrial destacan los subsectores químico y farmacéutico, automóviles y material eléctrico y electrónico como los más importantes en cuantías de gastos dedicados a I + D. La disminución de la participación del sector industrial y del sector de la construcción en los gastos nacionales de I + D se debe, en buena medida, a que los diferentes subsectores industriales y de la construcción han creado empresas de servicios dedicadas a realizar las actividades investigadoras, computándose en el sector servicios dichas actividades. Este es otro de los motivos por los que el sector servicios tiene cada vez más peso en los gastos de I + D.

CUADRO 7. *Distribución sectorial de los gastos de las empresas españolas en I + D*

<i>Sector</i>	<i>1980</i>	<i>1982</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>	<i>1988</i>
Agricultura	0,2	0,1	1	0,9	1,4
Industria.....	92,2	92,6	87,8	86,8	80,4
Servicios.....	7,6	7,3	11,2	12,3	18,2
Total	100	100	100	100	100

Fuente: INE.

CUADRO 8. *Distribución sectorial (%) de los gastos de las empresas españolas en equipos e instrumentos de I + D*

<i>Sector</i>	<i>1982</i>	<i>1986</i>	<i>1987</i>
Agricultura	0,12	1,28	2,78
Industria.....	89,76	85,90	84,94
Servicios.....	10,12	12,82	12,27
Total.....	100	100	100

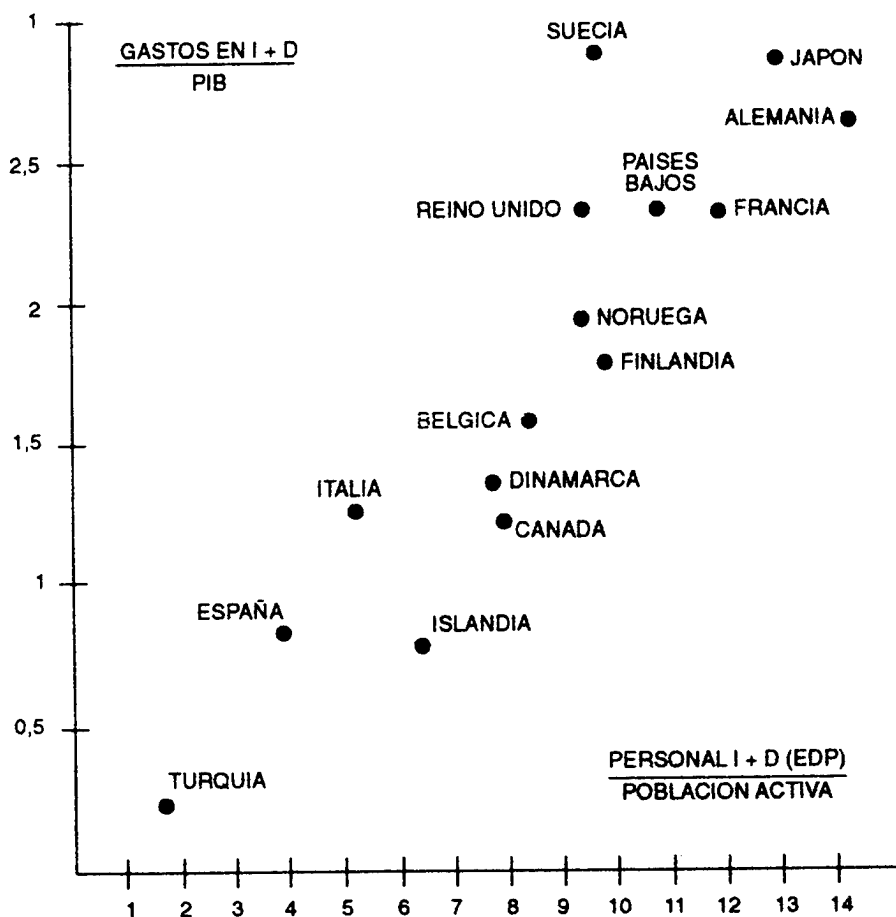
Fuente: INE.

La comparación internacional para los datos últimos publicados por la OCDE señalan una situación científica y tecnológica muy débil para la economía española. Dicha situación es tan mala en términos de personal como en términos de gasto. (Ver gráfico 3.)

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Otro indicador de los resultados del esfuerzo investigador es el conjunto de trabajos científicos publicados por españoles en las revistas científicas más prestigiosas del mundo. Se trata de un indicador de *output*, es decir, de producción científica, elaborado a partir de los datos suministrados por el Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia (EE.UU.), quien clasifica cerca de 600.000 artículos publicados al año correspondiente a 4.500 revistas especializadas, lo que representa 1.800.000 autores (con una media de tres autores por artículo).

La información del ISI clasificada por países, durante el período 1982-90, queda recogida en el cuadro 9. Los datos indican que la cuota española de producción científica medida como la relación (o porcentaje) entre las publicaciones españolas

GRÁFICO 3. Indicadores de I + D en países de la OCDE ¹

¹ Sólo países de la OCDE para lo que hay datos para 1988.

Fuente: INE y OCDE.

y el total mundial ha mostrado un crecimiento importante desde 1982, pasando del 0,8 por 100 de participación mundial al 1,61 en 1990. Ningún otro país ha experimentado un crecimiento tan espectacular (ver cuadro 10).

Ello quiere decir que la cuota española de producción científica se ha desarrollado de forma progresiva en el período analizado, reduciéndose el *gap* con el resto de los países desarrollados. Obviamente España (1,61) está todavía lejos de países como Estados Unidos (39,93), Unión Soviética (8,3), Japón (7,8) o Gran Bretaña (8,07), pero está por delante de países miembros de la CEE como Bélgica (0,99), Dinamarca (0,77), Grecia (0,3), Irlanda (0,2) y Portugal (0,1).

El cuadro 11 señala la evolución de las publicaciones totales a nivel mundial y

CUADRO 9. Producción científica por países durante el período 1982-1990 total publicaciones distintas

Países	Años									
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990 *	
Alemania.....	39.015	38.100	38.726	42.456	39.200	48.184	46.043	43.844	38.571	
España.....	4.967	5.643	6.068	6.955	7.221	8.816	9.331	9.995	9.179	
Reino Unido.....	43.939	44.527	46.549	50.035	47.063	53.169	52.280	49.303	45.865	
Italia.....	13.889	14.089	15.331	16.634	14.808	17.434	18.275	18.418	16.233	
Francia.....	30.531	29.955	30.741	34.268	31.933	37.279	36.888	34.859	29.836	
EE.UU.	227.564	241.461	239.733	245.502	237.245	258.480	250.284	230.760	226.787	
Total mundial.....	621.395	665.592	676.380	639.129	704.088	716.849	697.672	654.783	567.908	

* Este valor es estimado.

Nota: Los datos relativos a Alemania a partir de 1984 se refieren a las dos Alemanias, lo que provoca un salto de 1984 a 1985.

Fuente: Institute for Scientific Information (ISI).

CUADRO 10. Cuota de producción científica de diferentes países medida como porcentaje (o participación) en el total mundial

Países	Años									
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
Alemania.....	0,80	0,85	0,90	1,00	1,03	1,23	1,34	1,53	1,61	
España.....	6,28	5,72	5,73	6,13	5,57	6,72	6,60	6,70	6,79	
Reino Unido.....	7,07	6,69	6,88	7,22	6,68	7,42	7,49	7,53	8,07	
Italia.....	2,23	2,12	2,27	2,40	2,10	2,43	2,62	2,81	2,86	
Francia.....	4,9	4,50	4,54	4,94	5,54	5,20	5,29	5,32	5,25	
EE.UU.	36,62	36,28	35,44	35,42	33,71	36,06	35,87	35,24	39,93	

Fuente: Institute for Scientific Information (ISI).

las españolas por áreas científico-tecnológicas. En 1990 las áreas en que la participación española era mayor fueron ciencias físicas (2 %), ciencias clínicas (1,6), ciencias agrarias (1,5). El crecimiento en la participación se registró sobre todo en las ciencias de la ingeniería y en las ciencias agrarias.

CUADRO 11. *Participación de la producción científica española en la producción científica mundial, por sectores*

Area científica tecnológica	Año	1982 (%)	1985 (%)	1989 (%)	1990 (%)	Crecimiento (%)
CC. Agrarias		0,6	0,7	1,3	1,5	150
CC. Clínicas		1,0	1,3	1,7	1,6	60
CC. Ingeniería		0,3	0,4	0,7	0,8	160
CC. de la vida		0,7	1,0	1,4	1,3	86
CC. Físicas		0,9	1,7	1,9	2,0	122

Fuente: Institute for Scientific Information (ISI).

En términos absolutos el crecimiento de la población científica española en el período 1982-90 fue del 82 %, siendo las ciencias agrarias y las ciencias de la ingeniería las que más crecieron tanto en números absolutos como en participación en el total mundial.

EL DÉFICIT TECNOLÓGICO ESPAÑOL

En la balanza de pagos tecnológica se contabiliza el flujo anual entre un país y el resto del mundo de los ingresos (exportaciones) y pagos (importaciones) en concepto de asistencia técnica y royalties. Por asistencia técnica se entienden los servicios ofrecidos, generalmente por ingenieros y técnicos, para el diseño, montaje y funcionamiento de plantas industriales y para la formación profesional de trabajadores. Los royalties son los pagos o cobros en concepto de utilización, disfrute o cesión de una patente.

La balanza tecnológica recoge sólo una cantidad pequeña del conjunto de la balanza de pagos. Así, por ejemplo, los pagos por tecnología en España en 1991 fueron de 240.600 millones de pesetas, mientras que las importaciones de bienes y servicios fueron de 11,2 billones. Por su parte, los cobros recibidos por tecnología fueron 69.100 millones, mientras que las exportaciones de bienes y servicios fueron 9,6 billones de pesetas. Ello quiere decir que la importación de tecnología representa el 2,1 % de la importación total de bienes y servicios y la exportación de tecnología el 0,7 % de las exportaciones totales.

Sin embargo, la transferencia de tecnología es bastante mayor y tiene más repercusión sobre la actividad económica de lo que aparentemente los datos sugieren.

En primer lugar, porque la OCDE limita la transferencia internacional de la

tecnología a los cobros y pagos por tecnología desincorporada, que es la que queda registrada en la balanza de pagos tecnológica. Por tanto, el progreso técnico incorporado a los productos o a los bienes de equipo no aparece reflejado en la balanza tecnológica.

En segundo lugar, en ocasiones no se contabiliza como transferencia de tecnología la que realizan las empresas matrices a sus filiales en el extranjero.

Tercero, en muchas ocasiones la balanza de pagos tecnológica no tiene en cuenta la transferencia internacional de tecnología que a veces suele acompañar a la inversión directa en el exterior. Precisamente la transferencia de tecnología a través de inversión directa extranjera, en la mayor parte de los casos, es mucho mayor a la que se realiza a través de patentes y asistencia técnica.

Existen, en definitiva, muchas formas de transferir tecnología y la balanza de pagos tecnológica refleja sólo una parte de este proceso.

Por último, la balanza tecnológica y su composición tiene repercusiones muy importantes sobre el resto de la economía; es, por ejemplo, un indicador de la capacidad innovadora de un país y de su independencia o dependencia tecnológica del exterior.

BALANZA TECNOLÓGICA DESINCORPORADA

El saldo tecnológico de un país es la diferencia entre cobros y pagos por tecnología. El cuadro 12 recoge las cifras correspondientes a las entradas y salidas de los conceptos Asistencia Técnica y Royalties de la balanza de pagos española durante el período 1961-1991. En él se puede observar cómo los saldos de la balanza tecnológica española han sido siempre negativos. Sin embargo, en el período 1979-86 la cobertura experimentó una mejoría sensible, alcanzando una media del 24 % en el período. La tasa de cobertura mide la proporción de importaciones que son cubiertas por las exportaciones.

A partir de 1986 se produjo un cambio de tendencia y la tasa de cobertura sufrió un fuerte descenso. En 1988 se liberalizó en España la transferencia internacional de tecnología y la prestación de asistencia técnica extranjera a empresas españolas. Los datos del comportamiento de la balanza de pagos durante ese año fueron muy crudos, descendiendo la cobertura al 13 %. De 1989 a 1991 la tasa de cobertura evolucionó favorablemente, pero todavía se encuentra en niveles bajos, lo que confirma la elevada dependencia tecnológica española.

El análisis internacional indica que otros países de nuestro entorno mantienen coberturas en sus balanzas tecnológicas más desahogadas. El cuadro 13 señala que si bien Estados Unidos es el único país con superávit en su balanza de pagos tecnológica y es, con mucho, el líder mundial en este campo, otros países, como Alemania, Italia y Japón experimentan crecimientos cada vez mayores en su cobertura. Ello se debe, evidentemente, a que sus exportaciones de tecnología desincorporada crecen más rápidamente que sus importaciones.

El hecho de que Japón, Italia, Alemania y Francia tengan todavía déficit muestra que un progreso industrial con éxito es compatible con un déficit de la balanza de pagos tecnológica. Japón, y a otro nivel España, han sabido utilizar la tecnología

CUADRO 12. *Importaciones y exportaciones de tecnología no incorporada en España (valores en millones de pesetas)*

<i>Año</i>	<i>Total cobros</i>	<i>Total pagos</i>	<i>Tasa de cobertura</i>	<i>Saldo</i>
1961	175	1.305	13,4	-1.130
1964	365	2.049	17,8	-1.685
1970	1.119	9.364	11,9	-8.245
1973	1.678	15.201	11,0	-13.523
1976	4.063	31.236	13,0	-27.173
1979	7.642	34.698	22,0	-27.056
1980	10.873	44.393	24,5	-33.520
1981	19.700	52.342	31,9	-35.682
1982	15.707	78.948	19,9	-63.277
1983	18.265	88.338	20,8	-70.073
1984	20.800	84.700	24,6	-63.900
1985	24.500	104.000	23,6	-79.500
1986	26.200	107.700	24,3	-81.500
1987	20.289	111.092	18,3	-90.803
1988	21.219	160.654	13,2	-139.435
1989	34.500	192.718	18,2	-158.218
1990	43.400	224.900	19,3	-181.500
1991	69.100	240.600	28,7	-171.500

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la balanza de pagos española. Ministerio de Economía y Hacienda y Banco de España.

CUADRO 13. *Cobertura de la balanza tecnológica*

<i>Años</i>	<i>1973</i>	<i>1980</i>	<i>1985</i>	<i>1988</i>	<i>1989</i>
Francia	0,69	0,83	0,84	0,80	—
Alemania	0,36	0,42	0,51	0,84	—
Italia	0,15	0,35	0,26	0,54	0,5
Japón	0,29	0,66	0,8	0,80	—
Gran Bretaña.....	1,17	1,24	1,13	0,92	—
Estados Unidos	8,37	9,15	6,73	5,3	5,26
España	0,11	0,24	0,24	0,18	0,19

Fuente: OCDE. 1990.

extranjera para potenciar su desarrollo económico. La gran diferencia entre España y Japón es que Japón ha hecho un uso excelente de la tecnología extranjera, especialmente la producida en Estados Unidos, realizando elevados gastos en I + D para transformar y mejorar esa tecnología para adaptarla a las exigencias de la Tercera Revolución Tecnológica. No se debe olvidar que Japón gasta el 3 % de su PIB en

actividades de I + D, mientras que España no llega al 1 %. Es curioso observar cómo entre los países de la OCDE sólo hay dos en los que la banca ejerce un fortísimo control sobre la industria: España y Japón. Sin embargo, también aquí existen diferencias. Así, mientras la banca japonesa busca resultados a largo plazo, la banca española prefiere «ordeñar» a las empresas en el corto plazo. En este sentido, se puede decir que el sistema bancario japonés estimula la innovación tecnológica, mientras que el español no.

COMERCIO EXTERIOR DE TECNOLOGÍA INCORPORADA

Otro medio de conocer el nivel tecnológico de un país, y su interdependencia tecnológica con el resto del mundo, es analizando su comercio exterior de bienes de equipo y maquinaria. Sin embargo, es preciso considerar que el comprador o receptor de un bien de equipo adquiere, por lo general, únicamente conocimientos de cómo utilizar la tecnología incorporada a la máquina (si es que no los tenía con anterioridad), pero muy difícilmente obtiene los conocimientos necesarios para poder fabricar otros bienes de equipo iguales a los que adquiere. Por este motivo, se discute si el comercio internacional de bienes de equipo es o no transferencia internacional de tecnología.

Quienes piensan que en dicho comercio no existe auténtica transferencia de tecnología aducen que se trata sólo de una importación (o exportación) industrial en la que no se transfieren conocimientos y, por tanto, no aumenta el nivel tecnológico del país receptor. Los que defienden que sí se da una transferencia de tecnología en la exportación e importación de bienes de capital indican que la tecnología incorporada puede aumentar el nivel de conocimientos del país y que, en cualquier caso, mejora el nivel productivo, ya que con ella se obtienen productos más competitivos en calidad y/o precio.

Aparte la discusión, es generalmente admitido que la tecnología incorporada (en el equipo capital importado) ha tenido y tiene más influencia en los aumentos de la productividad de la industria española que la tecnología desincorporada.

El análisis de los datos de la balanza de pagos para la década de los años setenta señala que el sector de bienes de equipo tuvo un crecimiento de las exportaciones superior cada año al de las importaciones. Como se puede observar en el cuadro 14, desde el año 1975, y hasta el año 1981, la cobertura de la balanza de pagos en el capítulo de bienes de equipo fue mejorando hasta alcanzar el 75 %. Sin embargo, a partir de 1984 se produce un crecimiento espectacular de la importación de bienes de equipo, mientras las exportaciones se mantienen en crecimientos normales. La consecuencia, tal como aparece en el cuadro 13, es una caída muy fuerte en la cobertura, que en 1991 se encontraba en el 39 % y, por tanto, en uno de sus mínimos históricos.

CUADRO 14. Comercio exterior de la industria de bienes de equipos (en millones de pesetas corrientes)

Años	Importación	Incremento anual (%)	Exportación	Incremento anual (%)	Cobertura X/M
1975	148.500	8,0	53.400	24,0	36
1976	167.300	12,6	65.700	23,0	39
1977	183.600	9,7	85.000	29,4	46
1978	182.200	-0,8	166.200	36,7	64
1979	194.600	6,8	148.900	28,1	77
1980	254.200	30,6	182.700	22,7	72
1981	342.800	34,8	257.400	40,9	75
1982	445.600	30,0	309.300	20,2	69
1983	517.300	16,1	311.400	0,7	60
1984	611.672	18,2	447.462	43,7	73
1985	707.045	15,6	500.478	11,9	70,8
1986	863.838	22,2	473.578	-5,4	54,8
1987	1.201.724	39,8	501.787	6,2	41,8
1988	1.604.600	33,5	601.400	19,8	37,5
1989	1.904.037	12,9	739.690	21,7	38,4
1990	2.150.280	18,7	819.867	12,0	38,1
1991	2.195.436	2,1	862.500	5,2	39,3

Fuente: Dirección General de Aduanas.

DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

Dependencia y déficit tecnológicos, aunque son conceptos distintos, están relacionados. Sin embargo, existen países que tienen déficit tecnológico en la sub-balanza de servicios tecnológicos de su balanza de pagos y no son tecnológicamente dependientes. Todos los países adquieren, en alguna medida, tecnología del exterior, pero el nivel de supeditación de sus aparatos productivos a la tecnología extranjera varía mucho entre unos y otros.

En este sentido, se dice que hay dependencia tecnológica, o si se quiere falta de tecnología propia, cuando el Sistema Científico y Tecnológico (SCT) es muy débil y, por tanto, incapaz de generar tecnología autónoma y también incapaz de adaptar, desarrollar y mejorar la tecnología importada hasta el punto de hacerla exportable en forma de tecnología incorporada a los bienes de equipo, o bien en forma de *know-how*, patentes o asistencia técnica.

También se habla de dependencia tecnológica cuando la debilidad del SCT es tan fuerte que el país no tiene libertad para optar entre las alternativas de importación o de creación de tecnología autónoma. Esta concepción de dependencia hace hincapié en la falta de control de la oferta de tecnología que demanda el sistema productivo.

Japón, por ejemplo, mantiene constantes déficit en su balanza tecnológica, como se puede observar en el cuadro 15, pero su enorme capacidad tecnológica y la so-

fisticación de su SCT le permite aprovechar la tecnología importada a través de actividades de adaptación y asimilación. Es decir, Japón es capaz, a partir de innovaciones originales extranjeras, especialmente norteamericanas, de transformar dicha tecnología en verdaderos éxitos comerciales.

CUADRO 15. *Balanza de pagos por servicios tecnológicos del Japón (en millones de dólares)*

Años	1970	1978	1988
Ingresos.....	59	218	3.398
Pagos.....	433	1.169	4.308
Saldos.....	-374	-888	-910

Fuente: OCDE.

Desde las definiciones expresadas más arriba no se puede decir que Japón tenga dependencia tecnológica del exterior, aunque tenga déficit tecnológico con el exterior. En este sentido, puede afirmarse que un país tiene independencia tecnológica cuando la creación de tecnología propia es proporcionalmente muy superior a la importada. De hecho Japón realiza cada vez más investigación básica para conseguir más ventajas competitivas a través de innovaciones más originales.

El cuadro 16 indica la escasez de recursos financieros y, por tanto, humanos dedicados en España a la realización de actividades de I + D si se los compara con los pagos que se realizan en importaciones de tecnología. El coeficiente es muy inferior al que tienen otros países de la OCDE. En el cuadro también se puede observar como Japón por cada yen que importa de tecnología se gasta en I + D 23,5 yenes.

CUADRO 16. *Nivel de independencia tecnológica*

Países	Gastos en I + D
	Importaciones tecnológicas
Alemania.....	9,5
Australia.....	16,0
Bélgica.....	5,0
Estados Unidos.....	14,6
Francia.....	9,4
Italia.....	10,6
Japón.....	23,5
Reino Unido.....	9,7
España.....	2,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE. 1989.

REFLEXIONES FINALES

A comienzos de los ochenta España tuvo necesidad de una importante reconversión industrial que le permitiera revitalizar su aparato productivo y mejorar así su nivel de competitividad internacional. Necesitó para ello ingentes importaciones de tecnología incorporada y desincorporada. Esta tecnología extranjera no sólo sirvió para alimentar el aparato productivo español de un factor de la producción del que carecía, sino también de base para ir adquiriendo cada vez mayores dosis de tecnología propia y salir así del bajo nivel de desarrollo tecnológico en que se encontraba.

Ya nadie discute que el desarrollo económico de un país está íntimamente ligado a su desarrollo tecnológico. Ello se debe a que la tecnología permite mejorar la productividad de las empresas a través de nuevos procesos, productos y servicios. La tecnología es, por tanto, un factor importante del crecimiento económico y de la competitividad. Por este motivo, los países avanzados, y también los menos desarrollados, otorgan a la política científica y técnica un papel fundamental en su estrategia de desarrollo.

La evolución de la política de innovación tecnológica en España, en la historia reciente, ha atravesado distintos períodos. En la década de los sesenta la política científica se dirigía hacia la investigación básica a través fundamentalmente del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) y de la investigación universitaria.

Durante los años setenta los responsables de la política económica empezaron a tomar interés por el desarrollo tecnológico. Es decir, se empezó a ver la necesidad de generar tecnología propia que permitiera a las empresas españolas ser más competitivas.

En los ochenta se establecieron las estructuras y procesos para la articulación de una política de innovación tecnológica. Se produjo un notable crecimiento en los gastos dedicados a actividades de I + D y se admitió, por un sector importante de la sociedad, que la tecnología debía ir asociada a la obtención de beneficios para las empresas.

Sin embargo, en 1991 el gasto español era del 0,91 % del PIB, cuando el esfuerzo medio de los países de la OCDE era el 2 %. España sufre todavía un retraso si se la compara con los demás países de su entorno. Además, en 1991 España tenía tres científicos por cada 1.000 habitantes, mientras que la media de los países de la OCDE era de siete. Por otro lado, y desde hace veinte años, la tasa de cobertura entre lo que se ingresa y lo que se paga al exterior por tecnología desincorporada ronda el 20 % y no parece que a medio plazo pueda cambiar mucho este porcentaje.

¿Cuáles son las grandes líneas que debe seguir la política de innovación tecnológica española para acercarse a los niveles de los países de su entorno?

1. En primer lugar la política de I + D debe tener una proyección duradera a largo plazo. Se debe aumentar paulatinamente el gasto en I + D, también en períodos de crisis económica, hasta alcanzar el objetivo del 2 % del PIB en el año 2000.
2. Para lograr este objetivo es preciso dotar a las instituciones públicas y a las empresas de los instrumentos adecuados para su consecución: Presupuestos generosos en I + D y un Sistema Científico Tecnológico moderno e independiente, adap-

tado a las tendencias internacionales, y más concretamente a las líneas de I + D de la CEE.

3. La política extranjera debe consensuarse con las empresas y centros públicos de investigación y, en todo caso, el Sistema Científico Tecnológico español debe estar más conectado con la industria.

4. Hay que desarrollar actividades de innovación en las empresas para que se aproveche la investigación básica y llegue así el conocimiento científico hasta el mercado.

La excesiva importancia que en España tienen los entes públicos de investigación, y su desconexión con la iniciativa privada, impide que la investigación básica se transforme en innovaciones de carácter productivo.

El CSIC, por ejemplo, es una institución que realiza una investigación básica o precompetitiva que en muchos casos no resulta útil a las empresas; está, por tanto, alejada de los objetivos que tiene que alcanzar ese servicio público. Se olvida que la mayor parte de la investigación sólo tiene sentido en la medida en que se dirige a proporcionar al aparato productivo de la tecnología que necesita.

Los organismos públicos de investigación deben fijarse como objetivo contribuir al desarrollo económico del país, ser centros de excelencia investigadora conectados a las necesidades del sector privado, capaces, por tanto, de preguntarse y de dar respuesta a las necesidades del mercado. No hay que olvidar que el objetivo de la política científica y tecnológica es el crecimiento económico del país.

Existe, evidentemente, en los últimos años un aumento significativo de los gastos dedicados a I + D y de sus resultados, como es una mayor producción científica, pero hace falta todavía una mayor adecuación entre los resultados obtenidos en los proyectos de I + D y la tecnología que demanda el mercado. Una prueba de esta ineficacia son las elevadas importaciones de tecnología que necesita realizar el sector empresarial, y los saldos negativos en las balanzas de pagos en los conceptos de asistencia técnica y royalties y de bienes de equipo.

Lo elevado de las importaciones tecnológicas se debe también a que la innovación no es, por ahora, una variable estratégica importante de las grandes empresas españolas, y ello a pesar de que la innovación es el factor fundamental de la competitividad.

En cambio, los grandes países productores de innovaciones tecnológicas, como Estados Unidos, Japón y los países ricos de la CEE, tienen un sector empresarial muy competitivo, con las consiguientes repercusiones positivas en sus crecimientos económicos y sus balanzas de pagos. En estos países son las empresas las principales protagonistas de la innovación tecnológica. En cambio, en España la participación de las empresas en las actividades de I + D es menor, lo que hace que el Sistema Científico Tecnológico esté descompensado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buesa, Miquel, y Molero, José (1990), «Política tecnológica y base industrial», capítulo del libro *La industria española*, coordinado por Juan Velarde, Colegio de Economistas, Madrid.
- Círculo de Empresarios (1988), *Actitudes y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación*, Madrid.
- Chaves, Ramón (1989), «Balanza tecnológica: comportamiento reciente e interpretación». *ICE semanal*, 4-10 de octubre de 1989.
- Freeman y otros (1985). *Desempleo e innovación tecnológica*. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid; Mensch, *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. Ballinger, 1975; Jewkes, J., y otros, *The Sources of invention*, Macmillan, Londres, 1969, y Domínguez, J. E., «Los factores del cambio tecnológico», *Técnica Industrial*, abril, mayo, junio de 1987.
- Griliches Zvi (1990), «Patent Statistics as Economics Indicators: A Survey», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, diciembre de 1990.
- Heater A. Hazard (1989), «New Theories of International Trade», Documento de trabajo, Harvard Business School.
- Instituto Nacional de Estadística (1990), *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*, años 1986, 1987 y 1988.
- Jane, José (1985), *Cambios recientes en la banca*, Seminario de Economía Española. Publicación de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Barcelona.
- Levitt, Theodore (1983), «La globalización de los mercados», *Harvard-Deusto Business Review*, 4.º trimestre de 1983.
- Martín, Carmela, y Romero, Luis R. (1990), «Las vías de acceso al cambio técnico», en *España, Economía*, dirigido por J. L. García Delgado, Espasa-Calpe.
- Pavitt, K. (1981), «Technology in British Industry», en *Industrial Policy and Innovation*, coordinado por Charles Carter, Heinemann, Londres.
- Porter, Michael (1990), «¿Dónde radica la ventaja competitiva de las naciones?», *Harvard-Deusto Business Review*, 4.º trimestre de 1990.
- Puech, Rosa (1991), «Balanza de pagos tecnológica en 1990», *Boletín de Información Comercial Española*, del 6 al 12 de mayo de 1991.
- Rosenberg, Nathan (1990), «Les perspectives économiques per a indústries d'alta tecnologia», *Quaderns de Tecnologia*, núm. 2, de octubre de 1990.
- Sánchez, Paloma (1990), «Una nota a la balanza de pagos tecnológica en 1989», *ICE semanal*, 9-15 de julio de 1990.