



INFORMES SOBRE EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

RELACIONES PARA LA
INNOVACIÓN DE LAS
EMPRESAS CON LAS
ADMINISTRACIONES

Cotec-



RELACIONES PARA LA
INNOVACIÓN DE LAS
EMPRESAS CON LAS
ADMINISTRACIONES

RELACIONES PARA LA
INNOVACIÓN DE LAS
EMPRESAS CON LAS
ADMINISTRACIONES

INFORMES SOBRE EL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

© Copyright:

Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica
Marqués de Urquijo 26, 1º C/I
28008 Madrid
Teléfono: (34) 91 542 01 86. Fax: (34) 91 559 36 74
<http://www.cotec.es>

Diseño:

La Fábrica de Diseño S.L.
José Marañón 10, 1º dcha.
28010 Madrid

Maquetación, composición e impresión:

Gráficas Arias Montano S.A.
Ctra. de San Martín de Valdeiglesias, km 4,400
Polígono Industrial 6 de Móstoles
Parcela 31-B. Nave 5
28935 Móstoles (Madrid)

Información y pedidos:

Cotec
Marqués de Urquijo 26, 1º C/I
28008 Madrid
Teléfono: (34) 91 542 01 86. Fax: (34) 91 559 36 74

ISBN: 84-95336-10-3

Depósito Legal: M. 20.119-2000

Índice

Presentación	9
Introducción	11
1. Razones y orientación de la acción tecnológica de las administraciones	23
1.1. Innovación y crecimiento económico	26
1.2. Las razones de la política tecnológica	28
1.3. La orientación de la política tecnológica	30
2. Incentivos financieros a la I+D+I	31
2.1. Tratamiento fiscal de la I+D+I	36
2.1.1. Comparación internacional en el uso de incentivos fiscales	36
2.1.1.1. Tipología de los incentivos	36
2.1.1.2. Particularidades en los sistemas de incentivos en la OCDE	38
2.1.2. Evolución del tratamiento fiscal de la I+D+I en España	39
2.1.2.1. Los orígenes del incentivo fiscal	39
2.1.2.2. El incentivo fiscal en la actualidad	40
2.1.3. La eficacia de los incentivos fiscales	41
2.1.3.1. Principales resultados de los trabajos econométricos	43
2.1.4. Diagnósticos	44
2.1.5. Recomendaciones	45
2.2. Subvenciones a la I+D+I y compras públicas	46
2.2.1. Subvenciones y política tecnológica: estrategias internacionales	46
2.2.2. Efecto de las subvenciones en la I+D+I empresarial	48
2.2.2.1. Estudios econométricos	48
2.2.2.2. Conclusiones generales	52
2.2.3. Las subvenciones en España	54
2.2.3.1. Trabajos empíricos	54

2.2.3.2. Algunas evidencias sobre las subvenciones en España	57
2.2.3.3. El nuevo marco de las subvenciones en España	59
2.2.4. Las compras públicas y la innovación	60
2.2.4.1. Efectos microeconómicos de las compras públicas	62
2.2.4.2. Evidencia empírica	63
2.2.5. Diagnósticos	63
2.2.6. Recomendaciones	64
3. Incentivos no financieros a la I+D+I	67
3.1. Patentes e innovación	70
3.1.1. Aspectos teóricos del sistema de patentes	71
3.1.1.1. Duración óptima de la patente	71
3.1.1.2. Carreras de patentes	72
3.1.1.3. Licencias de patentes	72
3.1.2. Diferencias internacionales en los sistemas de patentes	73
3.1.2.1. Comparación internacional	73
3.1.2.2. Patentes internacionales	74
3.1.2.3. El sistema de patentes en España	76
3.1.3. Patentes, innovaciones e I+D: evidencia empírica	77
3.1.3.1. Patentes y gasto en I+D: estudios empíricos	77
3.1.3.2. Algunas evidencias sobre patentes en España	80
3.1.4. Diagnósticos	83
3.1.5. Recomendaciones	83
3.2. Difusión de tecnología	85
3.2.1. Aspectos teóricos en la difusión de tecnología	85
3.2.1.1. Oferta y demanda de tecnología	86
3.2.1.2. Información	87
3.2.1.3. Externalidades en red y estandarización	88
3.2.2. Políticas de difusión de tecnología	89
3.2.2.1. Programas de difusión en la OCDE: aspectos generales	90
3.2.2.2. Política de difusión de tecnología en España	94
3.2.2.3. Difusión de tecnología: evidencia empírica	95

3.2.3. Diagnósticos	97
3.2.4. Recomendaciones	98
3.3. Cooperación en I+D+I	99
3.3.1. Aspectos teóricos de la cooperación en I+D+I.	99
3.3.1.1. Cooperación en I+D+I y <i>spillovers</i>	100
3.3.1.2. Cooperación en I+D+I y reparto de costes	101
3.3.1.3. Aspectos organizativos de la cooperación	102
3.3.1.4. Complementariedad o sustituibilidad	103
3.3.1.5. Cooperación pública/privada	103
3.3.1.6. Cooperación Internacional	104
3.3.2. Evidencia empírica sobre cooperación en I+D+I	106
3.3.3. Diagnósticos	107
3.3.4. Recomendaciones	108
4. Regulación e innovación	109
4.1. Efecto de las leyes de la competencia sobre la capacidad innovadora	114
4.1.1. Competencia y progreso tecnológico: aspectos teóricos	114
4.1.1.1. Las hipótesis tradicionales de Schumpeter y Arrow	114
4.1.1.2. Los nuevos desarrollos teóricos	116
4.1.2. El poder de mercado y la innovación: evidencia empírica	120
4.1.2.1. El contraste de las hipótesis tradicionales	120
4.1.2.2. Evidencia empírica por industrias	121
4.1.3. Diagnósticos	123
4.1.4. Recomendaciones	123
4.2. Efectos de los requerimientos legales sobre las nuevas empresas de base tecnológica (NEBTs)	125
4.2.1. Las nuevas empresas de base tecnológica y el sistema de innovación	126
4.2.2. NEBTs y regulación: diferencias internacionales	128
4.2.2.1. Efectos de la regulación sobre el desarrollo de las NEBTs	128
4.2.2.2. Trámites administrativos para la creación de nuevas empresas: diferencias internacionales	129
4.2.3. Diagnósticos	131

4.2.4. Recomendaciones	131
4.3. Regulación social. Política medioambiental y su efecto sobre la innovación.	133
4.3.1. Efecto de los instrumentos de la política medioambiental sobre la innovación	135
4.3.1.1. Estándares y especificaciones	135
4.3.1.2. Autorizaciones y prohibiciones	136
4.3.1.3. Instrumentos económicos	137
4.3.1.4. Otros instrumentos	139
4.3.2. Estado de la regulación medioambiental en España	139
4.3.3. Diagnósticos	141
4.3.4. Recomendaciones	141
Anexo 1. Participantes en la elaboración de este informe	143
Bibliografía	147

Presentación

Las múltiples sesiones de debate que permitieron la elaboración del Informe, que hoy es conocido como el Libro Blanco de Cotec, pusieron de manifiesto la necesidad de disponer de análisis más detallados de varios aspectos de nuestro sistema nacional de innovación. El pasado año se abordaron dos de ellos, uno sobre las relaciones para la innovación de las empresas con el sistema público de I+D y otro sobre la financiación de esta misma actividad. El que ahora se presenta trata las relaciones para la innovación entre las empresas y las administraciones.

Estas relaciones son básicamente de orden económico y está comprobado que tienen consecuencias muy directas sobre el desarrollo de los países. Sin embargo, este tema no ha atraído, hasta fechas muy recientes, la atención de los economistas y por ello existen pocos modelos teórico y muchos menos estudios empíricos, que puedan guiar las actuaciones de los gobiernos. Este trabajo está orientado a presentar de forma ordenada, opiniones de reconocidos autores sobre las razones que han guiado y justificado las políticas tecnológicas de los países más avanzados y sobre los diversos instrumentos de intervención pública en el proceso empresarial de la innovación que se han venido aplicando. Incluye ideas y conceptos básicos que deberían ayudar a entender las necesidades y los objetivos de las actuaciones gubernamentales y, como dice la Introducción, «clasifica y ordena las distintas acciones, presenta los debates de que son objeto y resume los enfoques y los ejemplos de aplicación más reciente».

Siguiendo la metodología utilizada en los Informes de Cotec concluye con una serie de «diagnósticos y recomendaciones», que son las reflexiones finales del proceso de análisis, en las que han coincidido todos los aspectos que, con diferentes grados de implicación, han participado en la preparación del texto.

La Fundación Cotec desea expresar su agradecimiento al equipo de economistas con experiencia en el análisis económico de la innovación que, coordinado desde el Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública, preparó el documento inicial. No menos importante ha sido la labor de un variado grupo de expertos en muy diferentes disciplinas, que han aceptado leer aquel documento y aportado útiles sugerencias.

Fundación Cotec
Mayo, 2000

Introducción



Las empresas son los principales agentes del proceso de innovación tecnológica. Sin embargo, el ritmo, la forma y dirección del cambio tecnológico que éstas llevan a cabo están muy influidos —entre otros factores— por el entorno establecido por las administraciones públicas a través de su política tecnológica; y, en particular, por aquellas acciones de las administraciones dirigidas al estímulo y consolidación de la innovación en el seno de las empresas.

Todas las administraciones han concedido una especial importancia a estas acciones en la segunda mitad de este siglo y, hoy día, son objeto de un renovado interés. La razón principal es que cada vez resulta más claro que *la innovación tecnológica es la principal fuente de crecimiento económico y, en consecuencia, de incremento del bienestar social*. Lo explican los nuevos modelos desarrollados por los teóricos del crecimiento, donde la innovación, la acumulación del conocimiento a través de la I+D y el desarrollo de las capacidades humanas interaccionan dando lugar al progreso tecnológico. Y lo subrayan los resultados obtenidos en la práctica por muchas medidas de apoyo a la I+D+I adoptadas recientemente por las administraciones de los países más desarrollados.

Existen diversos motivos por los que se considera deseable la intervención económica de las administraciones en la asignación de recursos a las actividades de I+D+I por parte de los agentes privados. En primer lugar, en estas actividades se produce una diferencia entre las rentabilidades privada y social. *La I+D+I de las empresas genera típicamente efectos externos positivos hacia otras empresas y consumidores, que no pueden ser rentabilizados privadamente, pero que deben ser estimulados*. En segundo lugar están los costes y riesgos inherentes a los procesos innovadores: se trata de evitar que estos costes y riesgos inhiban la asignación óptima de recursos a estas actividades.

Estos motivos, que durante mucho tiempo han constituido los principios en que se apoyaba la política tecnológica, siguen siendo plenamente válidos. Sin embargo, la rapidez y complejidad del cambio técnico actual, así como los cambios en las condiciones organizativas y de mercado adecuadas para el desarrollo de la innovación por parte de las empresas, han generado un debate muy intenso acerca de las formas concretas más eficientes de aplicar estos principios para apoyar el cambio tecnológico. La orientación actual de la política tecnológica se preocupa de sopesar simultánea y conscientemente los posibles «fallos de mercado» y los previsible «fallos de la regulación», para diseñar las medidas que representen incentivos a la actuación privada y creen el mejor marco y condiciones para la operación del mercado.

Este informe está dedicado a las diversas acciones de las administraciones públicas con consecuencias en el proceso de innovación por parte de las empresas. *Clasifica y ordena las distintas acciones, presenta los debates de que son objeto y resume los enfoques y los ejemplos de aplicación más recientes.* A tal efecto, las acciones se presentan agrupadas en tres grandes capítulos. En primer lugar, las acciones que comportan incentivos financieros a las actividades conducentes a la innovación, distinguiendo los incentivos fiscales, las subvenciones y la política de compras públicas. En segundo lugar se tratan las acciones no financieras de protección y estímulo a la generación y adopción de las invenciones; estas acciones se ordenan en tres tipos: las de protección de los derechos de propiedad a través del sistema de patentes, las de apoyo a la difusión de las innovaciones y las de cooperación entre agentes en orden a reforzar la actividad innovadora. Finalmente, se examinan las acciones regulatorias con consecuencias para las actividades de innovación. Se repasa el efecto de las leyes y acciones de protección de la competencia, los requerimientos legales para la creación de nuevas empresas y los efectos de la regulación medioambiental.

En cada caso se comienza realizando un repaso de las medidas e instrumentos empleados por la administración en el ámbito internacional, su justificación y valoración en la actualidad, y las tendencias de cambio que están teniendo lugar. A continuación se refleja el estado de la cuestión en España, describiendo los instrumentos existentes y consignando datos y valoraciones cuando existen. Finalmente, se ensaya un conjunto de diagnósticos y la formulación de recomendaciones útiles para nuestro país. La estructura y contenido del libro es el que sigue.

El capítulo 1 aborda más extensamente los razonamientos con los que se ha iniciado esta introducción: la importancia de la innovación para el crecimiento económico y el desarrollo del bienestar social, los motivos por los que la acción privada en el terreno de la innovación debe ser objeto de estímulo mediante las acciones de las administraciones, y la orientación deseable de este tipo de políticas incentivadoras.

El capítulo 2 está dedicado a los *incentivos de carácter financiero a las actividades de I+D+I*. Estos constituyen uno de los instrumentos de apoyo a la innovación de las empresas de uso más generalizado en los países industrializados y se pueden agrupar en dos grandes categorías: subvenciones e incentivos fiscales. Las subvenciones son el instrumento más clásico: representan ayudas selectivas, que generalmente se aplican en áreas donde la actividad innovadora está asociada a altos costes e incertidumbres o donde se producen diferencias más importantes entre la rentabilidad social y la privada. Los incentivos fiscales constituyen generalmente un instrumento horizontal, que se aplica a todas las actividades innovadoras que abarcan la definición fiscal de I+D+I. Las compras públicas, en la medida que estén informadas por objetivos de política tecnológica, comparten ciertos rasgos con las subvenciones.

Este capítulo se abre con un repaso de los argumentos más teóricos a favor de una u otra forma de incentivo financiero, que pone de manifiesto la mayor adecuación de cada figura a problemas distintos. El capítulo contiene un resumen comparativo de los esquemas de incentivo fiscal utilizados internacionalmente y una revisión de los programas de subvenciones a la actividad innovadora de las empresas. Para el caso de España, se da cuenta de las principales novedades introducidas a fines de 1999 en los incentivos fiscales y se comenta la orientación recientemente adoptada en los programas de subvención. El capítulo también contiene una revisión de los trabajos dedicados a estudiar la efectividad y resultados conseguidos por los incentivos financieros a la actividad innovadora de las empresas, donde se han planteado típicamente preguntas como cuál es el grado de estímulo de la inversión privada alcanzado con este uso de los fondos públicos. Proporciona, además, datos y apreciaciones sobre las subvenciones a la innovación industrial en España durante la década de los noventa.

El capítulo 3 trata de los *instrumentos no financieros más utilizados en el estímulo del proceso innovador*. Son instrumentos que, por una parte, tratan de incentivar la actividad innovadora favoreciendo su rentabilidad privada y, por otra, proporcionan a la innovación la difusión adecuada. El primer instrumento revisado es el sistema de patentes, mediante el que se trata de proteger los derechos del innovador a la vez que se proporciona un instrumento de difusión. El segundo son las políticas de difusión de la innovación, mediante las que se busca reducir las asimetrías informativas, reducir en general los costes de acceso a los conocimientos tecnológicos y propiciar la capacidad de absorción de las empresas. El tercero son las diversas formas de cooperación, entre empresas y entre éstas y otras instituciones —como los centros públicos—, con el objeto de mejorar la rentabilidad de los proyectos al «internalizar» efectos externos positivos y repartir costes.

El capítulo trata por separado los aspectos más teóricos del sistema de patentes, la difusión de las innovaciones y la cooperación. A continuación, en el caso de las patentes, realiza una comparación de los sistemas utilizados internacionalmente y aporta algunos datos y evidencias sobre el caso español. En el caso de la difusión, se resumen los programas de difusión de tecnologías observados en los países de la OCDE y se comenta la situación incipiente de las políticas de difusión en España. Por su parte, la discusión sobre las distintas motivaciones y efectos de la cooperación se acompaña de algunos ejemplos y datos referidos a España.

El capítulo 4 aborda varios aspectos y temas de las *relaciones entre regulación e innovación*. La regulación, entendida como el conjunto de políticas de que se valen los gobiernos para supervisar la actividad de los mercados y el comportamiento de los agentes privados, tiene un importante impacto sobre la actividad innovadora, a la vez que, con el transcurso del tiempo, acaba siendo profundamente influida por los cambios tecnológicos. Con respecto a la regulación económica, y en particular refiriéndose a las leyes y actuaciones de protección de la competencia,

hoy se pone especial atención en su compatibilización con el sistema de incentivos a la innovación. En cuanto a la regulación administrativa, en la actualidad preocupa en particular que favorezca la emergencia y desarrollo de las nuevas empresas de base tecnológica que renuevan el tejido productivo y que constituyen una de las principales vías mediante las que se produce el cambio tecnológico. Entre los múltiples aspectos que conforman la regulación social, el desarrollo de la protección del medio ambiente hace hoy de esta área la que tiene más consecuencias sobre la actividad innovadora de las empresas. Estos tres temas (política de competencia, requerimientos legales para la constitución de empresas y política medioambiental) son los tratados en extensión en este capítulo.

El capítulo se inicia con el resumen de los enfoques tradicionales y las perspectivas teóricas más recientes acerca de las relaciones entre competencia y progreso tecnológico, al que se añaden algunas evidencias. Continúa con la caracterización del fenómeno de las nuevas empresas de base tecnológica y los efectos de las distintas regulaciones administrativas sobre su desarrollo. Finaliza comentando los efectos de los instrumentos de la política medioambiental sobre la innovación, incluyendo un resumen acerca del estado de la regulación medioambiental en España.

Este libro realiza un esfuerzo por repasar muchas acciones relacionadas con el desarrollo de la innovación, deteniéndose en cada una de ellas en la tradición y situación de las medidas correspondientes en España, aportando y comentando incluso la evidencia disponible cuando existe. Pero el análisis de la evidencia revela que *existe mucho por hacer en el campo de la evaluación de la realidad y necesidades de las empresas y del estudio de la adecuación y efectividad de los programas de ayuda*. En algunas ocasiones se va con cierto retraso en la generación de los datos apropiados para realizar estos trabajos, en otras el retraso consiste en que no se han emprendido análisis similares a los que existen en otros países y que resultan posibles con los datos existentes. Este es un aspecto que debe ser claramente mejorado en el futuro inmediato si se desea una intervención de las administraciones cada vez más eficiente.

Los diagnósticos y recomendaciones propuestos se resumen a continuación.

DIAGNÓSTICOS

TRATAMIENTO FISCAL DE LA I+D+I

La actual definición fiscal de I+D+I ha supuesto una notable mejora, pero todavía es necesario que se acerque más a su concepto teórico.

La introducción en nuestro sistema fiscal de la figura de la consulta vinculante es un estímulo para acometer más proyectos, algunos más innovadores y arriesgados.

RECOMENDACIONES

TRATAMIENTO FISCAL DE LA I+D+I

Se debería ofrecer la posibilidad de compensar pérdidas con los beneficios de períodos impositivos posteriores.

Se debería estudiar la posibilidad de establecer un trato fiscal preferencial a las empresas con mayores dificultades de acceso a la innovación y para los casos de muy alto riesgo.

DIAGNÓSTICOS

SUBVENCIONES A LA I+D+I Y COMPRAS PÚBLICAS

Las subvenciones están especialmente indicadas para estimular proyectos de elevada rentabilidad social y escaso atractivo privado, o de coste y riesgo muy elevados, factores presentes, por ejemplo, en la investigación básica, cuyos resultados son de aplicación incierta o a largo plazo.

Las subvenciones son el instrumento financiero más adecuado para estimular la creación de nuevas empresas.

Hay una clara relación positiva entre ayudas y esfuerzo en I+D+I de las empresas, que se produce para todos los tramos de tamaño empresarial considerados.

El mecanismo de incentivos ha estado aquejado de defectos que han limitado su eficiencia como estímulo de las actividades de I+D+I, especialmente para las PYMES.

Las compras públicas no han estimulado suficientemente la I+D+I española.

PATENTES E INNOVACIÓN

Existe una gran diferencia en la propensión a patentar, según sectores de actividad y ámbitos geográficos.

Los empresarios raramente consideran la patente como el primer mecanismo de protección de sus innovaciones.

Los países más desarrollados ponen un gran interés en hacer eficaz su sistema de protección de derechos de propiedad.

DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA

Las medidas encaminadas a la adopción y difusión de nuevas tecnologías no han tenido suficiente protagonismo en las políticas de fomento de la innovación.

Las empresas españolas presentan carencias de información sobre nuevas tecnologías y de capacidad de absorción de las mismas.

RECOMENDACIONES

SUBVENCIONES A LA I+D+I Y COMPRAS PÚBLICAS

Las subvenciones deben mantenerse y coordinarse con el resto de los instrumentos de política de fomento de la innovación.

El sistema de subvenciones debe diseñarse de modo que resulten más accesibles para las pequeñas empresas.

Las compras públicas y su planificación deben ser consideradas también como un instrumento de política tecnológica.

PATENTES E INNOVACIÓN

Las empresas deben tener en cuenta que no existe un procedimiento único para asegurar la protección de sus innovaciones y buscar el más adecuado a sus características.

La administración debe asumir la preocupación de la Comisión Europea para conseguir una herramienta efectiva para la protección de la propiedad intelectual.

DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA

Las políticas de innovación deben situar el fomento de la difusión de la tecnología entre sus máximas prioridades.

Las políticas de innovación deben incentivar el desarrollo del mercado estimulando a los oferentes de tecnología para identificar y servir a sus potenciales clientes.

DIAGNÓSTICOS

COOPERACIÓN EN I+D+I

La cooperación entre empresas fomenta la innovación tecnológica.

La cooperación entre empresas, y entre empresas y centros públicos, ha sido muy poco apoyada por las políticas españolas de innovación.

EFECTO DE LAS LEYES DE LA COMPETENCIA SOBRE LA CAPACIDAD INNOVADORA

No existen reglas generales que aseguren el efecto positivo sobre la innovación de la política de la competencia.

El cambio tecnológico va reduciendo cada vez más los casos en los que el concepto de monopolio natural es aplicable.

Existe una fuerte asociación entre el cambio tecnológico, la regulación y el proceso de globalización de los mercados.

EFECTOS DE LOS REQUERIMIENTOS LEGALES SOBRE LAS NUEVAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

La regulación existente dificulta el nacimiento de nuevas empresas de base tecnológica.

REGULACIÓN SOCIAL. POLÍTICA MEDIAMBIENTAL Y SU EFECTO SOBRE LA INNOVACIÓN

La regulación medioambiental induce más innovaciones incrementales que radicales.

La regulación medioambiental ha propiciado la aparición de un mercado específico y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas especializadas.

RECOMENDACIONES

COOPERACIÓN EN I+D+I

El fomento de la cooperación entre empresas, y entre empresas y centros públicos, debería ser un objetivo fundamental de todas las medidas de política de innovación.

EFECTO DE LAS LEYES DE LA COMPETENCIA SOBRE LA CAPACIDAD INNOVADORA

El regulador debe tener en cuenta que una misma política de competencia puede tener, según el sector al que afecte, consecuencias muy distintas sobre la innovación.

EFECTOS DE LOS REQUERIMIENTOS LEGALES SOBRE LAS NUEVAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Deben reducirse, agilizarse y abaratare los trámites necesarios para la creación de empresas, tendiendo a homogeneizarlos a escala europea.

Debe modificarse la regulación para facilitar movilidad del personal investigador entre el sistema público de I+D y las empresas.

REGULACIÓN SOCIAL. POLÍTICA MEDIAMBIENTAL Y SU EFECTO SOBRE LA INNOVACIÓN

Los reguladores medioambientales, en coordinación con los responsables de la política científica y tecnológica, deben estimular aquellas líneas de investigación que abaraten las soluciones de protección del medio ambiente.

1

Razones y orientación de la acción tecnológica de las administraciones



La innovación tecnológica tiene como principal protagonista a las empresas. Pero el ritmo alcanzado por el cambio técnico, así como sus formas y dirección, están muy influidos —entre otros factores— por el entorno establecido por las administraciones públicas. Este informe tiene como tema central este marco: las acciones desarrolladas por las administraciones para el estímulo y la consolidación de la innovación tecnológica en las empresas. Estas constituyen una parte fundamental de la política de fomento de la innovación, pero no la única.

Este capítulo está dedicado a plantear las razones, importancia y orientaciones actuales de la acción de las administraciones. En el primer apartado se resalta la relación entre crecimiento económico e innovación, principal motivo para que las administraciones actuales se sientan fuertemente interesadas en estimular la innovación. A continuación se comentan brevemente las justificaciones teóricas aportadas por los economistas como fundamento de las acciones de política tecnológica. Finalmente se alude a algunas ideas recientes sobre la orientación de la acción de las administraciones.

1.1. Innovación y crecimiento económico

Nadie pone en duda la importancia de la relación entre crecimiento e innovación. La primera advertencia la constituyó el famoso artículo de Solow (Solow, 1957), que puso de manifiesto que el 80% del crecimiento de la productividad del trabajo en la primera parte del siglo en la economía norteamericana sólo podía explicarse acudiendo al papel del cambio tecnológico. Más recientemente, los economistas dedicados a la teoría del crecimiento económico comenzaron a desarrollar modelos de crecimiento de largo plazo, en los que la innovación tecnológica llevada a cabo por las empresas juega un papel clave.

Una contribución decisiva fue la de Romer (1990), pero desde entonces se ha avanzado mucho en la construcción de marcos teóricos en los que se produce «crecimiento endógeno», o determinado por las acciones de los agentes de la economía. Hoy día estos trabajos ocupan un lugar central en la investigación de los factores que explican las tasas de crecimiento de largo plazo y las políticas que las pueden afectar. La atención de los economistas ha pasado a estar centrada en las relaciones entre el crecimiento económico, el cambio tecnológico derivado de la inversión en actividades de I+D, y la interacción de estos aspectos con el desarrollo del capital humano presente en la economía (una excelente introducción a estos modelos es la que ofrece Sala-i-Martin, 2000). Véase, por ejemplo, Cotec (1998a) para una estimación del impacto de la I+D en el crecimiento de la economía española.

Por su parte, muchos gobiernos e instituciones supranacionales han revelado conceder en la práctica un importante crédito a la relación entre innovación y crecimiento, al incrementar continuamente los recursos públicos dedicados a realizar o estimular las actividades encaminadas a la innovación. Tras la Segunda Guerra Mundial, durante toda la guerra fría y en la situación mundial que ha sobrevenido después, los programas públicos de investigación tanto civiles como militares se han expandido casi sin interrupción, mientras se ensayaban formas de realización de actividades de investigación por agentes privados bajo contratos gubernamentales, y se introducían múltiples medidas para estimular o reforzar las actividades de investigación de los agentes privados de la economía y de las empresas en particular. En la actualidad, existe una elevada conciencia de la importancia de todas estas actividades de las administraciones, a la vez que un intenso debate acerca de las formas eficientes de impulsar la innovación.

Una serie de factores relacionados entre sí contribuyen a reforzar esta conciencia. En primer lugar, existen elementos que apuntan a que se vive una época de cambio tecnológico especialmente intenso, particularmente en algunas áreas (tecnologías de la información, biotecnologías), pero con fuertes interacciones y aplicaciones muy generales. En segundo lugar, hoy día se entiende bien que el cambio tec-

nológico implica un proceso de «destrucción-creativa» (en el que las innovaciones emergentes desplazan a las tecnologías inferiores; el concepto fue acuñado en la obra de Schumpeter, 1942), por lo que es inevitable la aparición de efectos negativos en los sectores, ciudades, regiones e incluso países enteros que no se adaptan oportunamente (Metcalfe, 1995).

La posición activa de la Administración norteamericana resulta, por ejemplo, reveladora. *El Economic Report of the President* presentado al Congreso en 1999, considera la inversión en tecnología (y educación) como uno de los tres pilares que han contribuido a la presente etapa de crecimiento económico. Crecimiento, por otra parte, que considera altamente basado en los sectores intensivos en tecnología. Hasta un tercio del crecimiento de los años 1995-1998 es atribuido, por ejemplo, al sector de tecnologías de la información. Un sector que, de acuerdo con la misma fuente, ha contribuido a la reducción de la inflación a través del descenso de precios, produce bienes y servicios que componen la mitad de la inversión empresarial y crea empleo de alta cualificación y remuneración. De forma consistente, se considera que el desarrollo del marco en el que debe desenvolverse la innovación, especialmente en lo relativo al entorno legal, administrativo y regulatorio, es una de las principales prioridades (*Annual Report of the Council of Economic Advisors 1999*). En las cifras que se aportan como trasfondo, las agencias gubernamentales aparecen aportando el 30% de todo el gasto en I+D (y el 57% de los gastos en investigación básica). Entre las medidas adoptadas o propuestas durante 1999, se encuentran el incremento de diversos fondos presupuestarios asignados a actividades de I+D, la ampliación de los incentivos fiscales aplicados a las actividades privadas de investigación y la reforma de varios aspectos del sistema de patentes.

1.2. Las razones de la política tecnológica

Hay varias razones por las que la intervención económica de las administraciones en la asignación de recursos a las actividades de investigación se considera deseable. Fueron sintetizadas en un trabajo clásico de Arrow (Arrow, 1962), que tiene por objeto el análisis de las condiciones económicas de la producción del conocimiento y la asignación óptima de recursos a la misma. El análisis destaca las especiales características tecnológicas que presentan los procesos de invención, así como la naturaleza del mercado en el que se intercambia el conocimiento y la información. Estas particularidades originan dos problemas fundamentales, que dificultan el correcto funcionamiento del mercado en la asignación de recursos (dan lugar a lo que se conoce como «fallos» del mercado).

En primer lugar, está el llamado problema de la «apropiabilidad», por el que se produce una divergencia entre la rentabilidad obtenida por los innovadores y los beneficios sociales totales derivados de la innovación, que típicamente incluyen efectos externos positivos para los consumidores y hacia otros productores. En segundo lugar, está el problema del coste y riesgos inherentes al proceso innovador, derivado de la magnitud y a menudo indivisibilidad de los recursos necesarios y la incertidumbre que caracteriza —por su misma naturaleza— a los procesos de invención. Desde Arrow, este análisis se ha enriquecido en muchas direcciones —véase, por ejemplo, Scherer 1999 (cap.5), Metcalfe 1995 o Martin 1988—, pero las múltiples formas en las que se manifiestan estas características, y sobre todo las intervenciones económicas adecuadas para lograr la eficiencia en estos contextos, son objeto de renovados debates. Merece la pena detenerse brevemente en estas razones.

Cuando las empresas invierten en actividades conducentes a la innovación, lo hacen con la expectativa de obtener una rentabilidad suficiente de los fondos comprometidos. Sin embargo, el umbral de rentabilidad fijado por las empresas puede llevar a descartar proyectos (de los que no se espera la rentabilidad suficiente) cuando, si se tuviera en cuenta la rentabilidad social adicional que generarían en forma de efectos externos, deberían ser inequívocamente emprendidos. Algunas características de la producción de invenciones, como el carácter no rival de los conocimientos (un mismo conocimiento puede ser consumido simultáneamente por tantos usuarios como se desee), y las dificultades prácticas para aplicar la exclusión del consumo mediante el pago de precios, aumentan este problema. Además, los sistemas de patentes, que fueron diseñados para paliar este problema, no lo solucionan completamente.

El problema es más grave para la investigación e innovaciones de carácter básico, y menos para el desarrollo de innovaciones que se encuentran en la última fase de aplicación y los productos asociados a las mismas, pero afecta en alguna medida

a todas las actividades innovadoras. Esta dificultad de apropiación de los beneficios generados por la innovación es la primera razón por la que la mayoría de los economistas piensa que, sin una intervención adecuada del sector público, la inversión en las actividades conducentes a la innovación será sistemáticamente menor de lo que sería socialmente deseable.

Por otra parte, para iniciar las actividades conducentes a la innovación debe incurrirse a menudo en costes importantes, que tienen el carácter de costes fijos o independientes de la actividad desplegada, y que en una buena parte acostumbran también a ser irrecuperables (sin valor de mercado debido a la especificidad de los activos implicados). Este tipo de costes crea de nuevo problemas para la asignación óptima de recursos, puesto que existe una dificultad para su recuperación a través de los precios. Además, la difusión socialmente óptima de las innovaciones exige por su parte —de acuerdo con su valor social— la aplicación de criterios de coste marginal y no de coste global.

Un aspecto de los costes de la innovación especialmente importante es el riesgo asociado a las inversiones de I+D. Se ha destacado que los procesos innovadores comportan al menos tres incertidumbres: que se obtengan los resultados técnicos esperados, que se produzca la aceptación por el mercado del producto o servicio y que éste obtenga una rentabilidad suficiente. En la práctica se ha comprobado que la distribución de los resultados de conjuntos muy amplios de proyectos tiende a ser fuertemente asimétrica, con unos pocos proyectos acumulando importantes ganancias, mientras que muchos apenas logran obtener rentabilidad o simplemente producen pérdidas.

En este contexto, las técnicas de atenuación de riesgos a través de la financiación simultánea de muchos proyectos, a menudo no son posibles o resultan insuficientes. Además, la existencia de fuertes asimetrías de información entre financiadores e innovadores, gerentes o directores y equipos de investigación y un largo etcétera, hace aparecer fuertes problemas de «riesgo moral» que, entre otras cosas, limitan la viabilidad de las soluciones económicas que emergen en otras situaciones inciertas (como por ejemplo los seguros). De ahí la importancia crucial de las distintas instituciones específicas que se han venido desarrollado en los últimos años para hacer frente a las necesidades de capitales tecnológicos (redes específicas de financiación, acuerdos de cooperación, etc.). Estos aspectos del coste y riesgo de las inversiones dirigidas a la innovación constituyen la segunda razón por la que la mayoría de los economistas piensan que una intervención adecuada de las administraciones es necesaria para evitar la inhibición de las inversiones.

1.3. La orientación de la política tecnológica

Sin embargo, la importancia de la intervención activa de las administraciones para incrementar la eficiencia en la asignación de recursos no debe ocultar el riesgo de que se produzcan «fallos» igualmente negativos en las intervenciones regulatorias. El entendimiento de los problemas por parte de las administraciones puede ser muy limitado. Los volúmenes de información requeridos para adoptar las decisiones óptimas son a menudo impracticables. Deben derivarse criterios para la asignación correcta de importantes partidas presupuestarias y establecimiento de incentivos, lo que no es sencillo. Las inevitables cuotas de discrecionalidad en la asignación de fondos plantean el peligro de la «captación de los responsables» por los agentes privados directamente interesados. Determinadas regulaciones pueden entrar en conflicto con los incentivos necesarios para el funcionamiento del mercado en el largo plazo. La búsqueda de métodos para mejorar la eficiencia en la intervención de las administraciones es todavía sujeto de un intenso debate.

En la práctica, algunos de estos aspectos sólo hoy empiezan a tenerse seriamente en cuenta, pero influirán sin duda profundamente en el diseño de las futuras acciones de las administraciones. Pavitt (1998), por ejemplo, hace un interesante balance de la financiación pública europea en los últimos cuarenta años para tratar de ofrecer orientaciones futuras. Junto al reconocimiento de un escaso grado de discusión sistemática en Europa acerca de los criterios de financiación, se establece que algunas decisiones han estado demasiado influidas por una exageración de ciertas distancias tecnológicas (*gaps*) con respecto a Estados Unidos y Japón, y la subestimación, en cambio, de la importancia de otras de carácter específicamente intraeuropeo.

Pero todavía más importante es la conclusión general acerca de la limitada habilidad de las administraciones para realizar predicciones precisas acerca de la dirección concreta del cambio técnico y, en consecuencia, de adoptar decisiones detalladas acertadas de financiación. Pese a esta limitación, el papel de las administraciones aparece como decisivo en el establecimiento del marco de incentivos y condiciones de mercado que las empresas enfrentan, y que influye intensamente en sus decisiones de investigación e innovación.

2

Incentivos financieros a la I+D+I



Los incentivos financieros a la I+D+I constituyen uno de los instrumentos de uso más generalizado en los países industrializados para estimular las actividades innovadoras. El fin último de este tipo de incentivos es incrementar la asignación de recursos que las empresas destinan a estas actividades, reduciendo para ello el coste de la inversión.

Los incentivos financieros se agrupan, generalmente, en dos amplias categorías (OCDE, 1998): las ayudas directas, principalmente subvenciones, las cuales son generalmente aplicadas a la hora de estimular actividades de innovación donde la rentabilidad social y privada difieren en mayor medida; y, por otra parte, las ayudas indirectas en forma de incentivos fiscales, las cuales tienen un carácter horizontal al no existir intervención pública en la selección de los proyectos de I+D+I.

En el caso de ayudas directas, es la agencia pública quien decide las áreas que deben ser incentivadas en función de criterios de bienestar social. Este instrumento tiene un ámbito de actuación más amplio, ya que no solamente se aplica a la financiación de las actividades de innovación privadas, sino también va encaminado a financiar la investigación básica realizada en universidades y centros públicos de investigación.

Ambos tipos de incentivos son extensamente empleados en los países de la OCDE; sin embargo, no todos los países le dan el mismo peso relativo. En España la tendencia recientemente apuntada por el Ministerio de Industria va encaminada hacia la extensión de los incentivos fiscales en detrimento de las subvenciones (Piqué, 1999).

No existe una clara argumentación teórica a favor de uno u otro mecanismo de intervención pública; entre los aspectos de discusión se plantean los siguientes (véase Tassej, 1996):

- La neutralidad de los incentivos fiscales ha sido considerada un aspecto importante a favor de su utilización. Esta argumentación sugiere que una política de innovación que pretenda ser eficaz, debe estar orientada a incentivar la iniciativa del sector privado sin interferir en el ámbito innovador al que se orienta la empresa. Este argumento puede convertirse en una objeción si tenemos en cuenta que lo deseable desde el punto de vista social es promocionar aquellos proyectos de I+D+I en los que existe una mayor divergencia entre la rentabilidad social y privada. Dejar en manos del mercado esta elección implica que éste se decantará por aquellos proyectos con mayores tasas de rentabilidad privadas, donde probablemente esta divergencia sea menor y, por tanto, la justificación de la intervención pública será también menor. Además las subvenciones permiten concentrar recursos públicos en aquellas actividades de I+D+I con mayor rentabilidad social o en las que tengan un mayor impacto en el crecimiento de la productividad y competitividad.

- Los incentivos fiscales presentan menores costes de implementación por parte de la administración. Son las empresas las que liquidan el incentivo fiscal y no es necesario, como en el caso de las subvenciones, diseñar convocatorias públicas para el reparto de los fondos, convocatorias que suponen habitualmente establecer criterios de selección de proyectos, procesos de evaluación de los candidatos, y supervisión de las ayudas concedidas. Las empresas, a su vez, también han de incurrir en costes para solicitar las subvenciones y cumplir todos los requisitos necesarios. Los incentivos fiscales no están exentos de costes para las empresas, especialmente las de menor tamaño. En general (y en España particularmente), los gastos incurridos en actividades de I+D+I son fiscalmente deducibles, siempre que vengán recogidos en la contabilidad del sujeto pasivo. Sin embargo, los sistemas de información de una parte significativa de las empresas españolas, especialmente pequeñas y medianas, no están preparadas para gestionar directamente la contabilidad de costes por proyectos requerida para poder beneficiarse al máximo de las ventajas fiscales (Cotec, 1999).
- Otro aspecto importante que diferencia los fondos públicos procedentes de subvenciones o incentivos fiscales es la incertidumbre que generan para el presupuesto público (Lhuillery, 1996). El regulador puede acotar *a priori* la partida presupuestaria destinada a financiar la I+D+I por medio de las subvenciones; pero en el caso de los incentivos fiscales, es difícil predecir el coste que le supondrán al sector público. En general, el ciclo económico da lugar a pautas de inversión de las empresas, o diferencias en beneficios que dificultan la predicción o control de los fondos públicos destinados a este incentivo.
- Desde un punto de vista empresarial, los incentivos fiscales ofrecen mayor seguridad a las empresas, ya que, en principio, todas pueden aprovechar el incentivo fiscal. Las subvenciones en cambio están expuestas a las restricciones presupuestarias impuestas por la institución financiadora y a la competencia existente para su disfrute. Ello origina que se concedan generalmente a una proporción de las empresas que las solicitan y esto lleva asociada una situación de incertidumbre hasta que no se resuelvan las convocatorias públicas. Sin embargo, los incentivos fiscales no están absolutamente exentos de incertidumbre, ya que las empresas no siempre tienen garantizada la percepción de fondos mediante los incentivos fiscales, como en el caso de no contar con los beneficios suficientes para aplicar las deducciones. Esto afecta especialmente a las empresas que necesitan en mayor medida la financiación, por ejemplo, empresas jóvenes, pequeñas, con restricciones de liquidez, etc. (véase Griffith *et al.*, 1995).
- Los incentivos fiscales requieren menos información acerca de las características de la empresa y del proyecto que llevará a cabo. Los problemas de información constituyen un aspecto especialmente relevante en el diseño de las subvenciones. Ello es debido a la existencia de información asimétrica entre la agencia pública y la empresa. Esta asimetría informativa implica que la agencia

pública, a la hora de elegir los proyectos que se van a financiar, se basa en la información que la empresa le facilita sobre el proyecto y su capacidad de llevarlo a cabo. Esta información no siempre es fácil de verificar por parte de la agencia pública, lo que concede incentivos para que no revele los a no revelar aquellos aspectos que pudieran perjudicarla. Además, la agencia pública puede tener dificultades para conocer si la empresa será capaz o si se esforzará lo suficiente para llevar a cabo con éxito el proyecto. En algunos países este problema se subsana otorgando la subvención a los resultados obtenidos, en lugar de hacerlo al gasto realizado. Los incentivos fiscales tampoco están exentos de problemas de información. El más habitual es la redefinición de otros gastos como gastos en I+D+I con objeto de beneficiarse del incentivo, lo que da lugar a la necesidad de definir sin ambigüedades los gastos fiscalmente deducibles (OCDE, 1998).

2.1. Tratamiento fiscal de la I+D+I

Durante los últimos diez años en la mayoría de los países de la OCDE, la tendencia de las reformas fiscales llevadas a cabo ha ido encaminada hacia una simplificación notable en el número de exenciones fiscales y una mayor neutralidad en el impacto de la imposición. Sin embargo, el hecho de que numerosos países hayan mantenido o incorporado este tipo de medida es indicativo de las ventajas que presenta como instrumento incentivador de la I+D+I (OCDE, 1998). Sin embargo, el alcance del concepto fiscal de I+D+I puede diferir considerablemente entre unos países y otros, y de lo que se considera I+D+I en los manuales de Frascati y Oslo.

2.1.1. Comparación internacional en el uso de incentivos fiscales

La importancia relativa en el uso de los incentivos fiscales comparado con las subvenciones directas no es idéntica en todos los países. Algunos países (Dinamarca, Australia y Holanda) recurren en mayor medida a los incentivos fiscales en relación al sistema de subvenciones. En otros, los incentivos públicos recaen en mayor medida en la financiación directa (Alemania, Italia, Noruega, Suecia y Reino Unido). Un tercer grupo de países utiliza ambos instrumentos por encima de la media (Canadá, Francia, España y Estados Unidos). En cambio países como Japón o Suiza utilizan ambos instrumentos en menor medida (OCDE, 1998).

Las soluciones adoptadas en el diseño del incentivo fiscal presentan notables diferencias entre los distintos países. A continuación se resumen los instrumentos técnicos habitualmente utilizados y cómo se combinan en paquetes más o menos homogéneos (Gago, 1992). Posteriormente detallaremos el uso de los incentivos en algunos países:

2.1.1.1. Tipología de los incentivos

El mecanismo más habitual de incentivo fiscal, empleado prácticamente en todos los países, es el de las deducciones en la base imponible del impuesto, incluyendo los mecanismos de amortización acelerada. Menos frecuentes son las deducciones en la cuota del impuesto (crédito fiscal).

Incentivos fiscales en la base imponible del impuesto

Los recursos dedicados a la I+D+I no generan beneficios para la empresa de forma inmediata, por lo que se comportan como inversiones. Sin embargo, los sistemas impositivos tienden a considerar los gastos en I+D+I deducibles de la base

imponible del impuesto.⁽¹⁾ La posibilidad de deducir estos gastos, parcialmente o en su totalidad, en el año en que se han efectuado, se puede interpretar como un tipo de depreciación acelerada (véase Hall, 1996), lo que constituye un sistema especial de incentivo fiscal.

Existen diferencias en las soluciones adoptadas en los distintos países para las deducciones de los gastos en I+D+I en la base imponible. Las más frecuentes son:

1. Cómputo por amortización, normalmente cinco años.
2. Amortización acelerada para los activos fijos, normalmente entre dos y cinco años.
3. Deducción en el ejercicio de gastos corrientes cualificados.
4. Deducción en el ejercicio de la totalidad del gasto.
5. Opción entre deducción plena en el ejercicio o amortización, normalmente en cinco años.
6. Deducción en una cuantía mayor al gasto realizado.

Depreciación acelerada para ciertos tipos de activos fijos

Depreciación más rápida para ciertas inversiones realizadas en maquinaria, equipamiento e, incluso en algunos casos, edificios destinados a actividades de I+D+I. El argumento que subyace al trato preferencial en la depreciación de este tipo de inversiones destinadas a I+D+I en relación con las que se destinan a actividades productivas, es que, en general, las primeras tienen una esperanza de vida más corta, lo que justifica esquemas de amortización más rápidos. También se ha utilizado como un atractivo para la implantación en el país de actividades tecnológicas.

Crédito fiscal o deducción en la cuota

No es el mecanismo más frecuente. De hecho solamente se emplea en diez países —Canadá, Italia, Países Bajos, Francia, Estados Unidos, Japón, Corea, España y recientemente Austria (Yost, 1998) y Portugal (Serrano, 1999)—, normalmente coexistiendo con las deducciones en base. Las condiciones en las que se aplica son muy diversas y pueden agruparse en tres tipos:

- Crédito fiscal lineal: permite deducir en la cuota del impuesto de sociedades un porcentaje (con un máximo) del importe bruto o neto (gastos menos subvenciones de la cantidad invertida) de los gastos en I+D+I realizados, con o sin límite global sobre la cuota.

(1) El concepto de gasto no está exento de problemas interpretativos. El artículo 13 de la Ley 16/1978 del Impuesto de Sociedades en España establecía que eran deducibles los gastos necesarios para la obtención de ingresos. Sin embargo en 1995, la Ley 43 elimina el requisito de la necesidad, para evitar problemas de interpretación del concepto jurídico, aunque dicho requisito sigue vigente de manera indirecta (véase Malvárez y Martín, 1998).

- Crédito fiscal incremental: la deducción no se aplica a la totalidad del gasto realizado, sino al incremento de gasto realizado respecto a una base de referencia (generalmente la diferencia sobre el promedio de los recursos dedicados en ejercicios anteriores). En este caso, las empresas que no incrementan sus gastos en I+D+I no pueden disfrutar del incentivo.
- Solución mixta: es una combinación de las dos anteriores. Por una parte, permite deducir en la cuota del impuesto un porcentaje de los recursos aplicados a la I+D+I y, por otra, en el caso en que estos gastos supongan un incremento sobre ejercicios anteriores, se puede deducir adicionalmente un porcentaje de dicho incremento.

La elección de una u otra solución fiscal dependerá del objetivo que se pretenda alcanzar y por tanto difiere entre los países que han optado por este tipo de instrumento. La solución incremental pretende incentivar a aquellas empresas que aumenten sus gastos en I+D+I, ya que el incentivo se aplica a la parte del gasto en I+D+I que supera una determinada base de referencia. Esta solución requiere de un diseño más complejo y presenta a su vez diferencias entre países. Un elemento importante es la elección de la base de referencia con la que se compara el gasto realizado.⁽²⁾ En algunos países, todavía pocos, la referencia no se define como nivel de gasto, sino como esfuerzo (el gasto en I+D+I como porcentaje de la facturación).

2.1.1.2. Particularidades en los sistemas de incentivos en la OCDE

Es conveniente hacer resumen de otras particularidades destacables que surgen en algunos países y que diferencian los beneficios impositivos obtenidos por las empresas.⁽³⁾

- En la mayoría de los países (no en todos) se permite una depreciación acelerada de los equipos utilizados para actividades de I+D+I. Normalmente los edificios o plantas empleadas como laboratorios de I+D+I no participan en los esquemas de amortización acelerada.
- Todos los países, excepto Nueva Zelanda, permiten la deducción en la base imponible del impuesto de la totalidad de los gastos corrientes en I+D+I efec-

(2) En algunos países se utiliza una base móvil, generalmente la media de gasto realizado en los años anteriores (entre 2 y 5). En otros, en cambio, se emplea una base fija. El primer caso puede provocar efectos distorsionadores en la pauta de gasto seguida por las empresas, ya que éstas pueden actuar estratégicamente concentrando el gasto en un periodo para aprovechar en mayor medida el incentivo. Una base fija tiene la desventaja de que puede resultar obsoleta al cabo del tiempo. En cualquier caso, este esquema incentiva de igual forma un mismo incremento en el gasto, independientemente de que éste suponga un mayor o menor esfuerzo para la empresa, dando lugar a un problema de equidad (véase Lhuillery, 1996).

(3) Entre los trabajos que analizan la situación fiscal de la I+D+I en distintos países se encuentran: Gago (1992); Gago y Álvarez (1993); OCDE (1996); OCDE (1998); Cotec (1999) y Serrano (1999).

tuados durante el periodo. Australia y Austria permiten la deducción de más del 100% de los gastos corrientes (125% Australia y 118% Austria).

- En algunos países existen dos sistemas impositivos y, por tanto, dos tipos de incentivos fiscales: central (federal) y regional (provincial). Como ejemplo de ello, Canadá y Estados Unidos.
- La definición del gasto en I+D+I deducible varía también por países. En ocasiones, la definición es más restrictiva que la ofrecida por el manual de Frascati; en algunos países el gasto en I+D+I ha de ser cualificado por un organismo oficial previamente a la aplicación del incentivo (Austria, Australia, Canadá, Estados Unidos); en otros (Austria) se incluye la adquisición de patentes como gasto deducible.
- Las deducciones fiscales se consideran imputables como ingresos en algunos países (Canadá y Estados Unidos).
- El tratamiento de las empresas con pérdidas (es decir, la posibilidad de deducir el gasto en periodos futuros) y el abono del crédito fiscal también difiere entre países.
- Un tratamiento fiscal especial para las pequeñas y medianas empresas se aplica en Bélgica, Canadá, Corea, Países Bajos, Italia y Japón.
- Dinamarca y Japón favorecen especialmente la investigación básica en ciertas «áreas de prioridad tecnológica».
- Algunos países establecen incentivos fiscales por el empleo en I+D+I.

2.1.2. Evolución del tratamiento fiscal de la I+D+I en España

2.1.2.1. Los orígenes del incentivo fiscal

La primera vez que se recoge en España un incentivo fiscal a la I+D+I fue en la Ley 61/1978 del Impuesto sobre Sociedades. El incentivo consistía en una deducción en la cuota del impuesto de un 10% para las inversiones destinadas a programas de investigación y desarrollo, así como de nuevos productos o procedimientos industriales. Este porcentaje se eleva al 15% en las leyes presupuestarias de 1982 y 1983, incorporando por primera vez la diferenciación entre activos intangibles y fijos en la Ley 27/1984 de Reversión e Industrialización. Esta Ley establece que las empresas podrían reducir de la cuota íntegra del Impuesto de Sociedades, en el año en que se produjesen, el 15% de los gastos intangibles y el 30% del valor de adquisición de los activos fijos aplicados a procesos de I+D+I.

Esta situación se mantendría hasta 1991, ya que en este año, la Ley 31/1991 de 30 de diciembre, de Presupuestos para 1992, establece una deducción adicional

relativa a los gastos en I+D+I, en la que aparece por primera vez la solución incremental. El Real Decreto 1622/1992 que desarrolla esta norma, establece una deducción más generosa para el gasto que se ha incrementado con respecto a la media de los dos años anteriores.

Por último, las Leyes de Presupuestos para los años 1993, 1994 y 1995 ratificaron esta regulación que fue al final asumida y consolidada por la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, que aprobó la nueva regulación del Impuesto sobre Sociedades manteniendo el mismo esquema incentivador de carácter mixto, pero eliminando la discriminación entre activos fijos e intangibles.⁽⁴⁾

2.1.2.2. El incentivo fiscal en la actualidad

La Ley 55/1999 de 29 de diciembre de Medidas fiscales, administrativas y del orden social modifica el artículo 33 de la Ley 43/1995, de 27 de diciembre, del Impuesto sobre Sociedades. Esta nueva disposición se corresponde con las medidas incluidas en el Plan Nacional de I+D+I 2000-2003 y regula principalmente las deducciones por actividades de investigación e innovación tecnológica. Las principales modificaciones van encaminadas a incrementar la cuantía de las deducciones y ampliar los conceptos deducibles.

Las principales novedades introducidas son:

- La ampliación de la definición de actividades de I+D+I sujetas a deducción: el concepto de desarrollo se define de manera más extensa⁽⁵⁾ y se introduce el concepto de innovación tecnológica.⁽⁶⁾ Los nuevos conceptos deducibles incluyen los proyectos externos, los gastos de personal investigador, la adquisición de tecnología avanzada, la certificación de normas de calidad, el diseño industrial e ingeniería de proceso, etc.
- En relación con los porcentajes deducibles por actividades de investigación y desarrollo aumenta la deducción de la cuota íntegra del 20% al 30%. Se incrementa también, del 40% al 50%, la deducción de los gastos de I+D+I que excedan de la media de los efectuados en los dos ejercicios anteriores. Adicionalmente podrá deducirse:

1. El 10% de gastos de personal investigador adscrito a actividades de I+D.

(4) Véase el apéndice 1 para un desarrollo del incentivo empleado durante esta década.

(5) Se considera desarrollo la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales o productos o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes.

(6) Se considera innovación tecnológica la actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos de producción, o de mejoras sustanciales, tecnológicamente significativas, de los ya existentes. Esta actividad incluirá la materialización de los nuevos productos o procesos en un plano, esquema o diseño, así como la creación de un primer prototipo y los proyectos de demostración inicial o proyectos piloto. También se incluyen las actividades de diagnóstico tecnológico.

2. El 10% de los gastos correspondientes a proyectos de investigación y desarrollo contratados con universidades, organismos públicos de investigación o centros de innovación y tecnología.⁽⁷⁾
- Además, permite realizar deducciones específicas por actividades de innovación tecnológica consistentes en:
 1. Proyectos de investigación que se encarguen a universidades, organismos públicos de investigación o centros de innovación y tecnología (15%).
 2. Diseño industrial e ingeniería de procesos de producción (10%).
 3. Adquisición de tecnología avanzada en forma de patentes, *know-how*, y diseños (10%).
 4. Obtención del certificado de cumplimiento de las normas de calidad de la serie ISO 9000, GMP o similares (10%).
 - Se considera la obtención de subvenciones recibidas para el fomento de actividades de I+D+I al minorar el importe de los gastos de I+D+I en el 65% de las subvenciones recibidas.
 - Se eleva el límite conjunto de todas las deducciones del impuesto del 35% actual al 45% de la cuota íntegra, que se aplicará solamente cuando la deducción correspondiente a I+D+I exceda del 10% de dicha cuota.
 - Se introduce la consulta vinculante y la valoración previa de los gastos de I+D+I, regulada en el Real Decreto 2060/1999, de 30 diciembre, por la cual las empresas podrán solicitar a la Administración Tributaria la valoración, con carácter previo y vinculante, que los gastos correspondientes a dichas actividades que consideren susceptibles de disfrutar de las deducciones pertinentes.

2.1.3. La eficacia de los incentivos fiscales

Estados Unidos es el país en el que se han realizado la mayor parte de los estudios empíricos sobre la efectividad de los incentivos fiscales, a partir de su implantación a principios de los años ochenta. En España, sin embargo, a pesar de disponer de un incentivo fiscal más generoso y antiguo no existe ninguna estimación de su efectividad.

La pregunta planteada con más frecuencia en los trabajos empíricos es cuánto gasto en I+D+I adicional realizan las empresas debido al incentivo fiscal, en relación al que harían en ausencia de los mismos. Es decir, en qué medida la reducción en el coste de la I+D+I inducida por el incentivo fiscal estimula esta inversión por parte de la empresa. Esto dependerá en gran medida de la *elasticidad-precio*

(7) Aquellos registrados como tales según el Real Decreto 2609/1996, de 20 de diciembre, por el que se regulan los Centros de Innovación y Tecnología.

de la $I+D+I$,⁽⁸⁾ es decir, de la intensidad de la respuesta de los gastos en $I+D+I$ ante cambios en el coste de la misma. Si la inversión en $I+D+I$ responde débilmente a los cambios en el coste de la misma, observaremos una situación de sustitución de fondos privados por públicos.

Los primeros trabajos realizados en esta línea se han mostrado escépticos a la efectividad de este instrumento, al obtener una reducida elasticidad-precio de la $I+D+I$, que sugeriría un modesto efecto de los incentivos fiscales. La mayoría de los trabajos recientes son, sin embargo, más optimistas al obtener elasticidades en torno a la unidad. Entre los motivos de este cambio se encuentran la mejora en los métodos de estimación y especificaciones empíricas, la mejora en las fuentes de datos y el aumento en los años disponibles desde la implantación del incentivo fiscal.

Enfoques metodológicos

Para analizar el efecto del incentivo fiscal se requiere cuantificar el incremento del gasto en $I+D+I$ que induce en las empresas. Ante la imposibilidad de observar directamente el gasto que las empresas hubiesen realizado en ausencia del incentivo fiscal, se han abordado distintos métodos para estimar este gasto adicional. Se pueden considerar tres métodos de evaluación:

1. Por una parte se sitúan los denominados estudios de casos, basados en la comparación del comportamiento de las empresas antes y después de un cambio en la política de incentivos fiscales, habitualmente a partir de encuestas realizadas a los directivos de las empresas. Estos se encuentran entre los primeros trabajos realizados y presentan resultados muy poco optimistas. Entre ellos destacamos el trabajo realizado por Mansfield (1986) en el que se analiza un conjunto de empresas de tres países (EE.UU., Canadá y Suecia), obteniéndose que el incremento de gasto en actividades de $I+D+I$ es significativamente menor que la cuantía que el Gobierno ha dejado de ingresar por el crédito fiscal y la elasticidad-precio (ver más arriba) estimada es de un 0,3. Sin embargo, estos trabajos adolecen de la debilidad de no considerar los otros factores que influyen en la decisión de inversión en $I+D+I$.
2. El segundo enfoque consiste en estimar a partir de métodos econométricos la cantidad adicional de gasto en $I+D+I$ inducida por la presencia del incentivo fiscal. Ello implica la estimación de una ecuación de demanda para la $I+D+I$ con un parámetro que identifique la existencia de crédito fiscal. En la ecuación se incluye una variable artificial que toma el valor uno cuando el crédito fiscal está disponible, y cero en otro caso. La magnitud del coeficiente estimado de esta variable artificial es igual a la cantidad de $I+D+I$ que el incentivo fiscal ha inducido (véase, por ejemplo, Swenson, 1992). La ventaja de este enfoque es su sencillez, aunque la desventaja es la relativa imprecisión de los resultados. Ello es debido a que no hay garantía de que todas las empresas se beneficien de la misma magnitud del crédito fiscal en un punto dado del tiempo, o que esta variable esté recogiendo otros efectos temporales.

(8) La elasticidad-precio de la $I+D+I$ se define como los puntos porcentuales en que aumenta el gasto en $I+D+I$ por cada punto porcentual de rebaja de su coste.

3. El tercer enfoque consiste en la estimación o bien de la elasticidad precio de la I+D+I (es decir, el porcentaje en que se incrementa la I+D+I como resultado de la reducción en un porcentaje del coste de llevarla a cabo), o bien de la cantidad adicional de I+D+I inducida por un aumento en el incentivo fiscal. Este enfoque es similar al anterior, y consiste en la estimación de una ecuación de I+D+I, en la que se controla por los determinantes no fiscales del gasto, pero se incluye una variable precio (el coste de uso de la I+D) que captura el coste marginal de la I+D+I. La respuesta estimada del gasto en I+D+I a esta variable precio se convierte en la elasticidad de la I+D+I respecto al precio. Si la variable precio incluye el subsidio implícito dado por el incentivo fiscal, esta será una medida directa de la respuesta de la I+D+I al tratamiento fiscal (véase por ejemplo, Hall, 1993). Si no contiene una medida del incentivo fiscal, es posible emplear la elasticidad de la I+D+I respecto al precio para inferir la respuesta inducida por una determinada reducción fiscal del precio.

La mayoría de los trabajos se centran en cuantificar el incremento en el gasto en I+D+I en aquellas empresas que realizan este tipo de actividades. Existen pocos intentos de analizar si la ausencia de incentivo fiscal desanimaría a ciertas empresas a realizar algún tipo de actividades de I+D+I.

Hall y van Reenen (1999) han señalado algunas debilidades que padecen la mayoría de los trabajos empíricos. Entre ellas destacan en primer lugar los problemas con los datos empleados, ya que en algunos casos no contienen toda la información que sería necesaria o bien la muestra elegida no tiene una representatividad adecuada. En segundo lugar, los trabajos empíricos no tienen en cuenta que las empresas pueden aprovechar el incentivo fiscal de formas muy diferente (por falta de beneficios suficientes o a la existencia de límites máximos en el crédito disponible o la definición de gastos en I+D+I que realicen). Por último, se detecta una falta de trabajos de carácter estructural, que permitan justificar teóricamente las ecuaciones estimadas.

2.1.3.1. Principales resultados de los trabajos econométricos

Como ya se ha expuesto, buena parte de los trabajos que tratan de medir la efectividad de los incentivos fiscales se han llevado a cabo en Estados Unidos a partir de la implementación del crédito fiscal en 1981. Los primeros trabajos realizados en este país encontraron un efecto escasamente significativo del incentivo fiscal sobre el incremento del gasto (véase, por ejemplo, Mansfield, 1986 o Eisner *et al.*, 1984).

Los trabajos realizados en la década de los años noventa obtienen resultados más optimistas, con una elasticidad del gasto total en I+D+I respecto al precio fiscal en torno a la unidad o incluso mayor. Este resultado fue obtenido en los trabajos de Hines (1991); Hall (1993); Mamuneas y Nadiri (1996) o Bloom *et al.* (1999). Uno de los motivos de esta divergencia es el reducido número de años con los que contaban los primeros trabajos. Hall comprobó este hecho al replicar el trabajo reali-

zados con datos de la década de los ochenta (Hall, 1993) para el período 1981-1982, comparando los resultados. La conclusión que obtiene es que la elasticidad para el período inicial es más pequeña que la que se obtiene utilizando la serie de años que abarca toda la década (empleando la misma especificación empírica). Otra apreciación importante en este trabajo es la diferencia entre el valor de la elasticidad en el corto y largo plazo. La elasticidad estimada de corto plazo indica que una reducción en el coste fiscal de la I+D+I de un 5% podría incrementar el gasto en I+D+I al cabo de dos años entre un 8 y 13%, mientras que en períodos más largos alcanzaría entre el 10 y 15% de incremento.

Los estudios que han analizado el efecto del crédito fiscal en otros países se refieren a países como Australia, Canadá, Francia, Japón y Suecia —véase en Hall y Van Reenen (1999) un resumen de los resultados—. La conclusión central de estos estudios no difiere de la encontrada para datos americanos: la respuesta a la I+D+I del crédito fiscal tiende a ser menor en los primeros trabajos que la encontrada en los más recientes y, además, la elasticidad estimada es mayor en el largo plazo que en el corto. El cuadro 2.1 resume las conclusiones obtenidas en algunos de los trabajos.

Cuadro 2.1
Estudios sobre
la efectividad
del crédito fiscal
en varios países

	<i>País</i>	<i>Período estudio</i>	<i>Elasticidad estimada</i>
<i>Mansfield y Switzer (1985)</i>	<i>Canadá</i>	<i>1980-1983</i>	<i>0,04-0,18</i>
<i>Mansfield (1986)</i>	<i>Suecia</i>	<i>1981-1983</i>	<i>Pequeña</i>
<i>Bernstein (1986)</i>	<i>Canadá</i>	<i>1981-1988</i>	<i>0,13</i>
<i>Bloom, Griffith y Van Reenen (1999)</i>	<i>G7 y Australia</i>	<i>1979-1994</i>	<i>0,16 (corto plazo)</i> <i>1,1 (largo plazo)</i>

El reciente estudio de Bloom, Griffith y Van Reenen (1999) compara la efectividad de distintos incentivos fiscales en diferentes países. Han calculado el coste de uso en ocho países y obtienen una elasticidad de largo plazo cercana a la unidad, sin embargo la elasticidad de corto plazo es mucho menor situándose en torno al 0,16.

2.1.4. Diagnósticos

El nuevo sistema de incentivos fiscales a la innovación (Ley 55/1999) ha cubierto algunas carencias en el sistema vigente hasta el momento.

La actual definición fiscal de I+D+I ha supuesto una notable mejora, pero todavía es necesario que se acerque más a su concepto teórico.

- El sistema anterior se centraba en los gastos en investigación y desarrollo, no existiendo ningún tipo de ventaja específica para los gastos en innovación. Esta defini-

ción resulta ciertamente restrictiva, si se admite que parte de las innovaciones que generan las empresas lo hacen a partir de gastos en innovación y, además, que la adopción de nuevas tecnologías (compra de patentes) genera también efectos positivos en la competitividad de las empresas y, por tanto, debe ser incentivada. La ampliación del concepto de gasto deducible constituye, por tanto, una modificación relevante que tendrá consecuencias muy beneficiosas para las empresas.

La introducción en nuestro sistema fiscal de la figura de la consulta vinculante es un estímulo para acometer más proyectos, algunos más innovadores y arriesgados.

- Los incentivos fiscales estimulan a la empresa a plantearse proyectos innovadores y la dejan en libertad para decidir los campos y los tiempos de su innovación. Sin embargo, la posible diferencia de criterios entre Administración y empresas en cuanto a lo que se consideran gastos de I+D+I a efectos fiscales, introduce incertidumbre y un riesgo asociado que puede inhibir la decisión de emprender innovaciones, o inducir a acometer sólo las más conservadoras.
- La introducción de la valoración previa y la consulta vinculante ayudarán a resolver este problema, al reducir la inseguridad y garantizar a la empresa la obtención definitiva del incentivo.

2.1.5. Recomendaciones

La eficacia del nuevo sistema de incentivos fiscales se irá demostrando con su aplicación; pero hoy es ya posible sugerir aspectos que lo mejorarían:

Se debería ofrecer la posibilidad de compensar pérdidas con los beneficios de períodos impositivos posteriores.

- Esta medida ya se utiliza en otros países para que las empresas de reciente creación mantengan su actitud innovadora una vez que han alcanzado beneficios.

Se debería estudiar la posibilidad de establecer un trato fiscal preferencial a las empresas con mayores dificultades de acceso a la innovación y para los casos de muy alto riesgo.

- Por ejemplo, las empresas pequeñas, las de reciente creación, las que pretenden reconvertirse apoyándose en la innovación, o las que se dedican a ciertos tipos de investigación que presentan un mayor desfase entre la rentabilidad social y privada o la realizada en ciertas áreas prioritarias.

2.2. Subvenciones a la I+D+I y compras públicas

Las subvenciones a la I+D+I son el instrumento más clásico de política tecnológica. Con el paso del tiempo, las subvenciones directas se han ido complementando e incluso han sido sustituidas por otros mecanismos de ayuda financiera. Sin embargo siguen siendo imprescindibles en determinadas áreas, como aquellas donde los elevados costes asociados y la incertidumbre de los resultados de la inversión hacen que el gasto en este tipo de actividades sea muy reducido. Las subvenciones a la I+D+I son también especialmente apropiadas para incentivar el desarrollo de proyectos en los que existe un gran desajuste entre los incentivos sociales y los privados. Ello provoca que existan fuertes presiones para que las subvenciones a la I+D+I se dirijan hacia proyectos de elevada rentabilidad social.

Ahora bien, es preciso determinar las áreas y sectores en los que es apropiado recurrir a las subvenciones para incentivar las actividades de I+D+I, pues este tipo de intervención puede generar distorsiones en los mercados.

2.2.1. Subvenciones y política tecnológica: estrategias internacionales

Se pueden distinguir dos enfoques tradicionales en la política tecnológica: la que busca incentivar nuevos avances tecnológicos (*mission oriented*), desarrollada sobre todo en países como USA, Francia y Gran Bretaña; y la que se preocupa más de fomentar la difusión de nueva tecnología (*diffusion oriented*), que se corresponde más con la practicada en Alemania y en países pequeños.

Tradicionalmente, la ayudas financieras directas se concretaban en programas a gran escala en áreas como la defensa, la industria aeroespacial y la industria nuclear, que afectaban a un número limitado de participantes y se gestionaban a través de un control administrativo centralizado. Este tipo de políticas ha perdido parte de su eficacia como consecuencia de las características de las nuevas tecnologías (biotecnologías, nuevos materiales...), que ha dado lugar a una reducción en la dimensión de la empresa típica que lleva a cabo este tipo de actividades, la prioridad que han alcanzado algunos objetivos socioeconómicos (medioambiente, salud) y la mayor demanda social de beneficios económicos derivados del progreso técnico (OCDE, 1998).

Actualmente, las políticas tecnológicas nacionales convergen en clarificar la definición de los objetivos de los programas subvencionados y en descentralizar su aplicación. Se pretende que los programas se orienten a satisfacer necesidades socioeconómicas y a difundir los resultados de sus investigaciones para maximizar

zar la rentabilidad social, sin distorsionar las decisiones de los agentes económicos. Estas transferencias de tecnología deben establecerse entre las propias empresas, entre éstas y las instituciones de investigación, nacionales y extranjeras, y también conseguir la realimentación de conocimiento tecnológico a los centros de I+D.

Siguiendo el informe de la OCDE (1998), podemos clasificar los distintos programas de apoyo directo a la I+D+I de acuerdo con la siguiente tipología:

- Programas genéricos que tratan de incentivar el avance tecnológico en áreas no definidas o definidas en sentido amplio. La mayoría proporcionan financiación a empresas aisladas o a consorcios industriales con el objetivo de reducir los costes de la inversión. A menudo incluyen la participación de universidades e institutos universitarios, a través de convenios de colaboración públicos/privados. Normalmente las empresas financian el 50% o más del coste del proyecto. Los requisitos para que la financiación pública sea concedida suelen estar ligados a la excelencia investigadora de los participantes, a la calidad del proyecto y a su habilidad para contribuir a desarrollos tecnológicos de amplio valor en el mercado. El objetivo puede ser fomentar la innovación precompetitiva. Pertenecen a este tipo de programas, entre otros, el ATP (*Advance Technology Program*) en USA, el LINK en Gran Bretaña, y en Europa los Programas Marco de la Unión Europea y el programa EUREKA.
- Programas que tratan de fomentar el desarrollo tecnológico en sectores o áreas tecnológicas específicas. Normalmente sus presupuestos y objetivos son más modestos. Suelen tener presente el valor comercial de la innovación, de modo que en ocasiones se dirigen hacia áreas consideradas estratégicamente relevantes, o pueden tener como objetivo fomentar la especialización industrial para mejorar la posición de las empresas en determinados mercados. Ejemplos de este tipo de programas son SEMATECH, dirigido a la industria de semiconductores en USA, TOTTEK, dirigido a la industria alimenticia en Dinamarca, y proyectos dirigidos a áreas concretas en Alemania e Islandia.
- En países pequeños el esfuerzo en ocasiones se encamina al fomento de la innovación de relevancia comercial a partir de un proyecto base, frecuentemente otorgando un tratamiento preferencial a las pequeñas y medianas empresas. Existen acciones de este tipo, por ejemplo, en Irlanda, Islandia, Noruega, Canadá, Nueva Zelanda y Francia. En este último país se aplican medidas de este tipo para fomentar la I+D+I en la industria electrónica.
- Programas que tratan de incentivar la cooperación en investigación entre empresas y sector público, más allá de las relaciones entre empresas y universidades. Los más significativos se encuentran en USA, por ejemplo, los CRA-DA (*Cooperative Research Development Agreements*) que han jugado un papel importante en la nueva política tecnológica que surgió en los años ochenta y maduró en los noventa.

2.2.2. Efecto de las subvenciones en la I+D+I empresarial

2.2.2.1. Estudios econométricos

Numerosos trabajos se han preocupado de evaluar cuantitativamente el impacto de las subvenciones a la I+D+I desde diversas perspectivas.⁽⁹⁾ El objetivo fundamental es analizar si las ayudas financieras directas contribuyen o no a solventar las consecuencias derivadas de los conocidos fallos de mercado asociados a las actividades de I+D+I. En ese sentido, un primer aspecto que hay que tratar es el de si las ayudas públicas a la I+D+I incentivan los gastos privados de las empresas en este tipo de actividades. Es decir, si existe complementariedad entre financiación pública y financiación privada, o si, por el contrario, existe un efecto de sustitución del gasto privado cuando las empresas obtienen financiación pública, de modo que en términos netos no se genera una inversión en este tipo de actividades superior a la que se daría en ausencia de intervención pública.

La mayoría de estos trabajos abordan esta cuestión planteando un modelo econométrico en el que alguna variable relativa a las actividades de I+D+I financiadas con fondos privados se considera función de alguna medida de la financiación pública recibida. El análisis suele centrarse en determinar el signo de la relación existente entre ambas variables y, si es posible, cuantificar el efecto de la segunda sobre la primera. Si el signo es positivo, se considera que ambos tipos de financiación son complementarios; si es negativo, se considera que existe sustituibilidad.

Los resultados obtenidos por los numerosos trabajos desarrollados con este objetivo, no permiten alcanzar conclusiones de indole general. Varias son las razones que explican este hecho:

- Las dificultades para definir un grupo de control. Para responder a la pregunta planteada es preciso inferir cuál sería el comportamiento de las empresas que perciben subvenciones en caso de no recibirlas, y cuál sería el comportamiento en general de todas las empresas, las que reciben y las que no reciben subvenciones, en caso de no existir ese tipo de ayudas. Sin embargo, el pertenecer a un grupo u otro de empresas no es probablemente el resultado de un proceso aleatorio, por lo que la inferencia no resulta sencilla —Klette, Moen y Griliches (1999) llaman especialmente la atención en relación con esta cuestión—.
- Las conclusiones se obtienen en base a las diferencias entre el comportamiento de las empresas que reciben aportaciones públicas y las que no las reciben; pero el comportamiento de las empresas que no perciben ayudas puede

(9) Para una revisión de esta literatura véanse los trabajos de Davis, Hall y Toole (1999) y Klette, Moen y Griliches (1999).

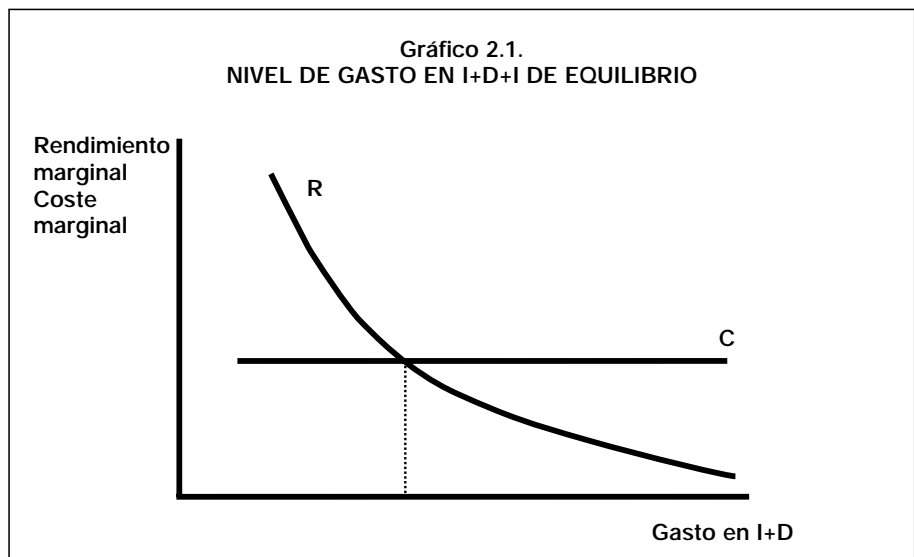
depender de que otras empresas sí reciban ayudas como consecuencia de la posible existencia de efectos externos positivos o negativos.

- En ocasiones se busca determinar a partir del comportamiento de las empresas que perciben subvenciones cuál sería el efecto que tendría la obtención de subvenciones sobre las empresas que no las perciben. Este es un análisis en términos contrafactuales, que sólo permitiría obtener conclusiones fiables si las empresas que no perciben subvenciones no son sistemáticamente diferentes de las empresas que sí las perciben.
- Algunos resultados deben ser tomados con cautela, pues en ocasiones la variable relativa a la financiación pública es considerada como exógena, cuando en realidad debería considerarse endógena o, planteado de otra manera, puede suceder que financiación pública y financiación privada dependan de un conjunto similar de variables, de modo que la no consideración explícita de esta cuestión genera sesgos en los resultados obtenidos.
- La naturaleza de las ayudas percibidas también puede permitir explicar las diferencias en los efectos detectados. En particular, probablemente quepa esperar un efecto de complementariedad más acusado en el caso de contratos públicos de I+D+I (compras de Estado) que en el caso de subvenciones. En ese sentido, cuando se hacen comparaciones internacionales entre los efectos provocados por la financiación pública de la I+D+I en diferentes países, es importante tener en cuenta las diferencias en la composición interna de las ayudas en cada país.
- En algunos trabajos la unidad que se analiza es la empresa, o incluso la planta productiva, mientras que en otros se utilizan datos agregados para toda la industria. En este último caso el tipo de relación existente entre financiación pública y financiación privada es frecuentemente de complementariedad, cosa que no ocurre con tanta frecuencia cuando los datos utilizados presentan un menor grado de agregación.
- Los estudios que utilizan datos agregados deben considerar explícitamente los efectos que las ayudas públicas pueden generar en los mercados de los *inputs*, mientras que en los trabajos microeconómicos los resultados deberían reflejar relaciones reales y no nominales entre el gasto público y el gasto privado en I+D+I.
- En cualquier caso, quizás lo que resulta más importante es que para poder extraer conclusiones generales respecto a las condiciones en que la financiación pública de la I+D+I ejerce influencias positivas sobre las inversiones privadas, es preciso realizar un esfuerzo de modelización estructural para identificar cómo repercute la financiación pública sobre el comportamiento empresarial, y también para identificar cuáles son los factores que determinan la decisión gubernamental respecto a la concesión o no de financiación pública, así como de la cuantía de la financiación que se ha de conceder. Pocos estudios se han preocupado de realizar el análisis desde esta perspectiva, de modo que existen muy pocos trabajos en los que la estimación se encuentre funda-

mentada estructuralmente. En consecuencia existe una insuficiencia de especificación que dificulta la interpretación de los resultados y la comparación entre las conclusiones contradictorias obtenidas en diferentes trabajos. En definitiva, antes de realizar comparaciones entre diferentes estudios, es preciso identificar, utilizando un marco conceptual adecuado, los hipotéticos determinantes microeconómicos de la inversión en I+D+I por parte del sector privado, y relacionarlos para determinar las relaciones que se producen macroeconómico.

Las subvenciones a la I+D+I: aspectos micro y macroeconómico

El gasto en I+D+I de equilibrio de una empresa se alcanza cuando el rendimiento marginal de la inversión en I+D+I (decreciente, pues a medida que se invierte más en I+D+I necesariamente se llevarán a cabo proyectos de I+D+I de menor rentabilidad) es igual al coste marginal de dichos proyectos (que cabe esperar que sea constante o creciente), tal y como se observa en el gráfico 2.1. Consiguientemente, entre los determinantes de la inversión en I+D+I desde el punto de vista microeconómico, la obtención de financiación pública juega un papel importante, tanto por la incidencia que puede tener sobre el rendimiento marginal de los proyectos de inversión como por su incidencia sobre los costes marginales asociados a dichos proyectos (David, Hall y Toole, 1999).



Entre los posibles efectos positivos de la obtención de financiación pública (mediante incrementos en la rentabilidad de los proyectos de I+D+I o reducción de sus costes marginales), se pueden identificar los siguientes:

- Los subsidios directos a la I+D+I y el reparto de costes con instituciones públicas pueden conseguir incrementar la rentabilidad de los proyectos de inversión, al ser asumidos parte de los costes por dichas instituciones en lugar de la empresa.
- El efecto de la financiación pública también puede concretarse en una reducción de los costes marginales, lo cual es particularmente claro en el caso de empresas que comienzan a participar en este tipo de actividades y que quizás de este modo pue-

dan acceder a financiación externa en mejores condiciones, al suponer la obtención de financiación pública una señal de que la inversión es menos arriesgada.

- Los subsidios pueden propiciar el aprendizaje y cualificación al poner a las empresas en contacto con los últimos avances en el conocimiento científico y tecnológico, mejorando de ese modo la eficiencia en otros proyectos de inversión.
- Los subsidios pueden facilitar la adquisición de medios de investigación duraderos y contribuir a financiar los elevados costes fijos de la formación de equipos de investigación especializados. De ese modo las empresas pueden encontrarse en disposición de llevar a cabo futuros proyectos de I+D+I por sí mismas con costes incrementales más bajos, con lo cual sus tasas de rendimiento interno se incrementarían.
- Los contratos de I+D+I con el gobierno, al suponer una demanda futura por parte del sector público pueden elevar las tasas de rendimiento esperadas. Este tipo de contratos es frecuente, por ejemplo, en áreas como la aeroespacial y la defensa, áreas en las que además las aportaciones públicas permiten superar los elevados costes iniciales.
- Además, la financiación pública de la I+D+I puede dar lugar a efectos externos positivos tanto sobre empresas del mismo sector como sobre empresas en otros sectores, lo cual es particularmente evidente cuando el resultado de la investigación se concreta en mejoras en los medios de investigación y en la adquisición de cualificación.

Sin embargo, dependiendo de la pendiente de las funciones de rentabilidad marginal y de coste marginal del capital, el desplazamiento de dichas funciones inducido por la obtención de las ayudas públicas (sean estos contratos con el Estado o subvenciones) provocará una mayor o menor incidencia sobre la financiación privada. Es decir, la elasticidad de las funciones determinará el resultado final. (Por ejemplo, si la función de coste marginal del capital es infinitamente elástica y la obtención de financiación pública la desplaza paralelamente hacia abajo, el efecto provocado sobre la inversión privada dependerá de lo elástica que sea la función de rentabilidad marginal. Si es muy elástica se producirá claramente un efecto de complementariedad). En la literatura suele asumirse que los contratos públicos de I+D+I tendrán efectos principalmente sobre las tasas de rendimiento de los proyectos, mientras que las subvenciones tienden a considerarse que repercuten sobre el coste marginal de los mismos.

Por ello, sin especificar completamente las magnitudes de las elasticidades es imposible determinar el efecto neto del impacto de los subsidios públicos sobre los gastos privados en I+D+I. Además las funciones de rentabilidad marginal y de coste marginal pueden moverse simultáneamente, con lo que existe un problema de identificación que debe ser tratado convenientemente para que los estudios econométricos puedan ofrecer resultados fiables.

Además, a esos efectos positivos de la financiación pública es preciso contraponer algunos factores en dirección contraria:

- La financiación puede ser utilizada simplemente para sustituir, parcial o completamente, la inversión que las empresas habrían llevado a cabo en cualquier caso.
- Las tasas de rendimiento interno de las empresas que no reciben subvención puede verse reducidas como consecuencia de que otras empresas en el mismo sector sí las reciban, lo que colocaría a éstas últimas en una posición ventajosa.

- Las empresas que no establezcan contratos con el sector público podrían anticipar que las instituciones públicas pueden tener incentivos para diseminar los resultados de la innovación como un mecanismo que favorezca la entrada y la competencia en los mercados de productos finales. Esto podría entenderse como una reducción de la rentabilidad marginal de los proyectos de I+D+I.
- Por otra parte, aunque parece evidente que la financiación pública debería dirigirse fundamentalmente hacia proyectos que el sector privado por sí mismo no llevaría a cabo, o lo haría con inversiones insuficientes, las presiones por llevar adelante proyectos de elevada rentabilidad pueden provocar que se seleccionen para ser financiados públicamente proyectos que en cualquier caso serían llevados a cabo, proyectos con elevadas tasas de rentabilidad desde la perspectiva privada.

Desde un punto de vista macroeconómico, se asume que pueden surgir otros efectos que pueden repercutir sobre la rentabilidad marginal y los costes marginales de los proyectos:

- Es posible que se produzca una presión al alza en el coste de los *inputs* necesarios para llevar a cabo actividades de I+D+I (personal cualificado, equipo especializado,...) como consecuencia del incremento en su demanda, asociado a mayores gastos en este tipo de actividades provocados por la obtención de ayudas públicas. Este efecto tendrá consecuencias negativas sobre todas las empresas que utilicen este tipo de *inputs*, perciban o no subvenciones.
- David y Hall (1999) concluyen que tenderá a predominar el efecto de complementariedad si se da un conjunto de factores, en concreto, si el tamaño del sector público en el uso de *inputs* de I+D+I es pequeño; si la elasticidad de la oferta de personal cualificado de I+D+I es elevada; si en los gastos totales en I+D+I por parte del sector público pesan más las subvenciones que los contratos públicos de I+D+I y si la rentabilidad privada de los proyectos de I+D+I decrece gradualmente ante incrementos en los gastos en I+D+I.

Podríamos identificar los factores anteriores como factores de corto plazo, pero todavía es posible identificar otros factores dinámicos o de largo plazo:

- Efectos externos positivos como consecuencia del avance general experimentado por el conocimiento, gracias a las actividades de I+D+I inducidas por los fondos públicos.
- Mayor cualificación de los científicos y de los ingenieros, lo cual puede interpretarse como un incremento de la rentabilidad, o como una expansión de la oferta de *inputs* asociados a la I+D+I, lo cual podría compensar el efecto anteriormente comentado de incremento de la demanda de *inputs*, conteniendo la elevación de su precios.

2.2.2.2. Conclusiones generales

A pesar de las diferencias de magnitud, objetivos y diseño de los diferentes programas, es posible extraer algunas conclusiones generales respecto a los resultados obtenidos con su aplicación:

- En primer lugar, parece que en términos agregados puede concluirse que las ayudas han tenido un efecto positivo moderado sobre el gasto global efectuado por las empresas.
- Se detecta la existencia de un *trade-off* entre lograr que la financiación pública incentive la financiación privada, en lugar de sustituirla, y asegurar impactos económicos importantes. El resultado depende en gran medida del tipo de proyectos que se decide subvencionar (proyectos que se habrían llevado a cabo en cualquier caso frente a proyectos que no se habrían emprendido sin ayuda pública).
- Resulta difícil evaluar económicamente los beneficios de determinados programas, especialmente aquellos cuyos resultados son de más largo plazo y los que tratan de apoyar investigación precompetitiva.
- Las ayudas públicas incrementan la dimensión de los proyectos de I+D+I y aceleran el proceso a través del cual las inversiones en este tipo de actividades permiten obtener resultados, pero raramente reorientan los temas de investigación.
- Los programas que tratan de apoyar a grupos de empresas o que buscan fomentar la cooperación con universidades o institutos de investigación presentan un rango de beneficios más amplio que aquellos que se dirigen a empresas aisladas. Aunque no alteren excesivamente la agenda de investigación de las empresas, contribuyen a desplazar la frontera de la investigación a través del surgimiento de sinergias y la creación de lazos duraderos dentro de los sistemas de innovación nacionales.
- La competencia entre los solicitantes de los fondos también puede tener efectos positivos, incrementando la eficiencia de los programas y reduciendo el riesgo de que atraigan sólo a proyectos de investigación de segundo orden y a equipos de investigación menos cualificados. Por el contrario, los contratos otorgados por el Estado siguiendo mecanismos no competitivos no generan ese efecto positivo.

A partir de los resultados obtenidos tanto en el aspecto microeconómico como en el macroeconómico parece que la tendencia es más favorable a concluir que los gastos públicos en I+D+I generan más complementariedad que efecto expulsión o sustituibilidad sobre los gastos privados. Incluso en los casos en los que la hipótesis de la sustituibilidad se muestra la más probable, cabe esperar que en el largo plazo la obtención de financiación pública tenga repercusiones positivas sobre las capacidades de las empresas que los reciben, de modo que se incentiven los gastos privados. En el panorama de David, Hall y Toole (1999) se resumen los resultados que se derivan de los 33 trabajos revisados en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.2
Resumen de los
resultados de los
estudios
econométricos de la
relación entre
inversión pública y
privada en I+D

	<i>Estudios que detectan sustitución neta</i>	<i>Número total de estudios</i>
<i>Nivel de agregación: Empresa e inferior</i>		
<i>Número de estudios revisados</i>	9	19
<i>Basados en datos de USA</i>	7	12
<i>Basados en datos de otros países</i>	2	7
<i>Nivel de agregación: Industria y superior</i>		
<i>Número de estudios revisados</i>	2	14
<i>Basados en datos de USA</i>	2	9
<i>Basados en datos de otros países</i>	0	5
<i>Todos los niveles de agregación</i>	11	33

Fuente: David, Hall y Toole (1999).

El cuadro revela que sólo en un tercio de los trabajos revisados se detecta que los gastos públicos en I+D+I sustituyen a los gastos privados, y que este resultado es más frecuente cuando la unidad de análisis es la empresa o la línea de negocio que cuando el nivel de agregación es la industria o economía en su conjunto. También se observa que los estudios realizados con datos de USA tienden a mostrar con más frecuencia sustitución que los realizados con datos de otros países.

2.2.3. Las subvenciones en España

Hasta la aprobación del Plan Nacional de I+D+I, las principales fuentes de financiación pública a las que han tenido acceso las empresas en España han sido tres, atendiendo al organismo que proporcionaba los fondos. En el ámbito europeo, el principal instrumento de política tecnológica es el Programa Marco de I+D, basado en la cooperación internacional, que tiene un carácter plurianual e incluye un amplio abanico de programas temáticos y horizontales. Su objetivo es aprovechar los efectos externos positivos que genera la cooperación comunitaria en la investigación y evitar la duplicación de esfuerzos en áreas similares.

La financiación en el ámbito estatal ha procedido fundamentalmente de los programas del Ministerio de Industria y del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial). Finalmente, las Comunidades Autónomas cuentan con organismos propios dotados de presupuesto para conceder subvenciones a la I+D+I.

2.2.3.1. Trabajos empíricos

Pocos son los trabajos que se han ocupado de analizar la efectividad de las subvenciones obtenidas por las empresas españolas. En el ámbito microeconómico (con datos de empresas) cabe señalar los trabajos de Lafuente, Salas y Yagüe

(1985), Busom (1991) y González, Jaumandreu y Pazó (1999). Por su parte Buesa (1994) analiza la política tecnológica española entre 1985-1990, utilizando información de carácter agregado e información sectorial.

En el trabajo de Buesa (1994) las conclusiones se obtienen fundamentalmente a partir de la obtención del coeficiente de correlación entre la financiación pública de la I+D y diversas variables relativas al sistema productivo. La única variable que el autor encuentra que guarda relación con la asignación de los recursos de los que han dispuesto la política tecnológica es el gasto en I+D. Por otra parte, afirma que los recursos destinados a la política tecnológica son considerablemente inferiores a los que dedican a este fin otros países de la Comunidad Europea.

El trabajo de Lafuente, Salas y Yagüe (1985) trata de identificar los determinantes de los gastos en I+D de las empresas industriales españolas y, entre ellos, analiza el efecto de la financiación pública percibida. El análisis se efectúa tanto desde una perspectiva sectorial como empresarial, con datos de 1980 correspondientes a una muestra de 224 empresas que realizaban actividades de I+D de manera permanente, seleccionadas entre las aproximadamente 850, de las que la encuesta «Las Grandes Empresas Industriales Españolas» (Ministerio de Industria) presentaba información. Los resultados obtenidos muestran que el impacto de la financiación pública varía según el sector de actividad, estimulando el gasto privado en algunos casos y sustituyéndolo en otros. Por ello concluyen que no se puede afirmar que, en términos generales, las ayudas públicas a la I+D se asignen a las empresas que, en términos relativos, realizan un mayor esfuerzo en I+D.

El trabajo de Busom (1991) está realizado a partir de los datos que ofrece una encuesta a 194 empresas en 1988, de las cuales 154 habían participado en actividades de I+D, habiendo obtenido la mitad de ellas ayudas del CDTI, y aproximadamente un 30% de algún programa de la Comunidad Europea.

En ese trabajo se trata de identificar los factores que repercuten tanto sobre la probabilidad de participar en algún programa público de financiación de la I+D como sobre el esfuerzo realizado en I+D. Las conclusiones obtenidas apuntan a que la probabilidad de participar en programas públicos nacionales aumenta si la empresa concede una importancia elevada a la I+D en el corto plazo, si la empresa ya tiene experiencia en I+D y si pertenece a determinados sectores (químico, farmacéutico, electrónico e informático). También lo hace cuanto más antigua sea la empresa. Por el contrario, la presencia mayoritaria de capital extranjero y el tamaño de la empresa repercuten negativamente. Este último hecho es interpretado como consecuencia de que uno de los factores que pueden utilizar las instituciones públicas para conceder ayudas es el de estimular las actividades de I+D en empresas pequeñas y medianas. Sin embargo, no parece que los factores señalados tengan relevancia sobre la probabilidad de obtener financiación de programas europeos, lo cual parece indicar que ambos tipos de programas se complementan.

La autora del trabajo señala que estos resultados sugieren que la política pública de I+D repercute especialmente sobre empresas que ya son conscientes de la

importancia de las actividades de I+D, contribuyendo poco a cambiar las actitudes de empresas más reacias a este tipo de actividades. Por ese motivo recomienda la utilización adicional de otro tipo de medidas, como la difusión de la información relativa a la importancia de las actividades de I+D o sobre cómo realizar este tipo de actividades.

Otro resultado interesante de este trabajo es que parece que se puede descartar la hipótesis de que se produzca un efecto sustitución total de gasto privado por gasto público. Incluso parece que puede aceptarse que la obtención de financiación pública provoca que las empresas pertenecientes a determinados sectores (en particular, el químico y el de bienes de capital) realicen mayor esfuerzo en I+D.

En González, Jaumandreu y Pazó (1999) se evalúa el impacto de las subvenciones a la I+D recibidas por las empresas manufactureras españolas en la década de los noventa. En ese trabajo se realiza una aproximación descriptiva al sistema de ayudas a la I+D a las que tienen acceso las empresas, y se plantea un marco teórico en el que las empresas deciden los gastos en I+D, teniendo en cuenta la presencia de subvenciones, por lo que la utilización de información relativa a empresas cuya decisión ha sido no participar en este tipo de actividades (empresas con gastos nulos) juega un papel importante en el análisis. El marco teórico sugiere la especificación econométrica que se ha de utilizar para responder a la pregunta planteada.

Empleando datos de empresa procedentes de la Encuesta de Estrategias Empresariales (ESEE) para el periodo de 1990 a 1997 (datos que se describen más adelante), los resultados que los autores obtienen señalan un efecto positivo de la cobertura (proporción del gasto en I+D de la empresa que es cubierto por la financiación pública), tanto en el esfuerzo en I+D realizado por la empresa como en la probabilidad de llevar a cabo este tipo de actividades.

Utilizando los parámetros estimados se obtiene el porcentaje de empresas que dejarían de hacer I+D de no existir el sistema de ayudas públicas, así como la cobertura necesaria para que una empresa no innovadora comience a realizar actividades de I+D. En ambos casos son las empresas pequeñas las que sufrirían en mayor medida la ausencia de este incentivo o las que necesitarían un mayor grado de estímulo para realizar actividades de I+D. En concreto, según el modelo, el porcentaje de empresas pequeñas (hasta 200 trabajadores) que dejarían de hacer I+D si no existiera sistema de subvenciones sería considerablemente mayor al de las empresas grandes (más de 200 trabajadores): un 20% frente a menos de un 4% de las empresas grandes.

También se calcula el efecto marginal de la cobertura en la probabilidad de realizar actividades de I+D (los puntos porcentuales en que se incrementará la proporción de empresas que realizan I+D si se incrementa la cobertura en un punto porcentual) y se comprueba que la cobertura esperada tiene un efecto marginal mayor en las empresas pequeñas si el sector es innovador, y a la inversa si el sector es poco innovador.

2.2.3.2. Algunas evidencias sobre las subvenciones en España

Los cuadros que se presentan a continuación resumen la información sobre subvenciones y gastos en I+D que proporciona la ESEE. Dicha encuesta, realizada anualmente desde 1990, da información exhaustiva (relativa tanto a las características de las empresas, como a las de los productos que ofrecen y los mercados en los que operan) de unas 2.000 empresas españolas, representativas del sector manufacturero. En particular, la encuesta proporciona información tanto sobre los gastos en actividades de I+D realizados por la propia empresa, como sobre los contratados externamente en laboratorios o centros de investigación. También cuenta con información sobre importación de tecnología no incorporada, es decir, los gastos ocasionados por la adquisición de licencias en el extranjero o pagos por asistencia técnica. Se considera que una empresa realiza actividades de I+D cuando declara haber realizado un gasto positivo en alguna de estas actividades. Además esa base de datos suministra información sobre la cuantía y el origen (autonómico, estatal, otro origen) de las subvenciones que las empresas declaran haber recibido. A partir de esa información es posible reconstruir un panorama de lo que en la década de los años noventa ha representado este tipo de ayudas.

El cuadro 2.3 recoge información detallada respecto a la relación entre tamaño de la empresa y realización de actividades de I+D, distinguiendo entre empresas que participan en este tipo de actividades de forma estable y empresas que lo hacen de forma ocasional. Se ha identificado como empresa con actividades estables la que realiza actividades de I+D todos los años que aparece en la muestra. Será una empresa con actividades ocasionales la que realiza actividades de I+D un número de años inferior a los de su presencia en la muestra.

<i>Tamaño empresa</i>	<i>Actividades estables</i>	<i>Actividades ocasionales</i>	<i>Total</i>
<i>≤ 20 trabajadores</i>	<i>5,5</i>	<i>15,7</i>	<i>21,2</i>
<i>Entre 21 y 50</i>	<i>10,4</i>	<i>18,3</i>	<i>28,7</i>
<i>Entre 51 y 100</i>	<i>19,5</i>	<i>24,4</i>	<i>43,9</i>
<i>Entre 101 y 200</i>	<i>36,0</i>	<i>27,0</i>	<i>63,0</i>
<i>Entre 201 y 500</i>	<i>46,7</i>	<i>35,5</i>	<i>82,2</i>
<i>Más de 500</i>	<i>65,1</i>	<i>26,1</i>	<i>91,2</i>

Cuadro 2.3
Empresas con actividades de I+D por tamaños (1990 a 1997) (porcentaje de empresas)

Fuente: ESEE.

Se detecta una clara correlación positiva entre el tamaño empresarial y la proporción de empresas que llevan a cabo actividades de I+D, especialmente acentuada en el caso de las empresas que acometen este tipo de actividades de una forma estable. Nótese, además, que para las empresas de menor tamaño la proporción de empresas con actividades estables es inferior a la de empresas con

actividades ocasionales y que esta relación se invierte para tramos de tamaño superiores.

En el cuadro 2.4 se muestra el porcentaje de empresas que realizando actividades de I+D reciben subvenciones. Se detecta que en general sólo una parte minoritaria de las empresas que realizan gastos de I+D reciben financiación pública. La proporción que recibe alguna financiación es, además, claramente creciente con el tamaño de las empresas. Sólo entre las empresas de tamaño muy grande (más de 500 trabajadores) que mantienen gastos de I+D regulares, la recepción de subvenciones alcanza a la mayoría. En la proporción de empresas que no reciben ninguna subvención, no es posible separar los efectos de la «no petición» y de la «no concesión». Sin embargo, todo apunta a un peso importante de la autoselección, fenómeno por el que una parte de las empresas no acuden a las convocatorias correspondientes.

Cuadro 2.4
Empresas que reciben
subvención algún año
(1990 a 1997)
(Porcentajes de
empresas)

<i>Tamaño empresa</i>	<i>Todas las actividades</i>	<i>Actividades estables</i>	<i>Actividades ocasionales</i>
≤ de 20 trabajadores	15,5	16,7	15,1
Entre 21 y 50	19,0	10,3	26,8
Entre 51 y 100	32,7	31,1	33,9
Entre 101 y 200	31,3	31,2	31,6
Entre 201 y 500	40,8	49,6	28,9
>500	55,6	63,5	35,9

Fuente: ESEE.

Por lo que respecta a la cobertura de las subvenciones (cuantía de la subvención/gastos de I+D), la información recogida en el cuadro 2.5 muestra que varía entre el 20 y el 40% y, al contrario que la obtención, no presenta una relación clara con el tamaño de las empresas (aunque las empresas de tamaño grande parecen obtener menor cobertura de sus inversiones). Esto parece apuntar a que los proyectos de I+D presentados por las empresas de menor tamaño no muestran diferencias sustanciales que impliquen diferencias de financiación.

Cuadro 2.5
Cobertura media de
las empresas que
reciben subvenciones
(Cuantía subvención/
gasto en I+D, %)

<i>Tamaño empresa</i>	<i>Todas las actividades</i>	<i>Actividades estables</i>	<i>Actividades ocasionales</i>
≤ de 20 trabajadores	36,8	23,6	42,7
Entre 21 y 50	42,9	39,0	43,9
Entre 51 y 100	25,6	28,2	23,5
Entre 101 y 200	38,5	34,8	43,2
Entre 201 y 500	24,9	23,4	28,8
>500	17,8	16,9	21,9

Fuente: ESEE.

Por su parte, el cuadro 2.6 parece señalar que existe una clara asociación positiva entre la recepción de subvenciones y el esfuerzo en I+D. En todos los tramos de tamaño las empresas que reciben subvenciones presentan un esfuerzo tecnológico superior al de las empresas que no reciben subvenciones.

Cuadro 2.6
Esfuerzo en I+D con y sin subvenciones
(puntos porcentuales)

<i>Tamaño empresa</i>	<i>Empresas con subvención</i>	<i>Empresas sin subvención</i>
<i>≤ de 20 trabajadores</i>	<i>4,4</i>	<i>2,8</i>
<i>Entre 21 y 50</i>	<i>2,6</i>	<i>2,4</i>
<i>Entre 51 y 100</i>	<i>3,8</i>	<i>1,4</i>
<i>Entre 101 y 200</i>	<i>3,3</i>	<i>2,0</i>
<i>Entre 201 y 500</i>	<i>2,5</i>	<i>1,7</i>
<i>> 500</i>	<i>2,7</i>	<i>1,5</i>

Fuente: ESEE.

En definitiva, la evidencia empírica parece señalar que las subvenciones públicas a la I+D han influido positivamente sobre el esfuerzo tecnológico realizado por las empresas. Y en el trabajo mencionado en el epígrafe anterior se muestra que ese efecto persiste cuando se controla el resto de los determinantes del esfuerzo utilizando técnicas econométricas apropiadas.

2.2.3.3. El nuevo marco de las subvenciones en España

En España, el Programa Nacional de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT) incluido en el Plan Nacional de I+D+I (2000-2003), recientemente aprobado (BOE de 9 de marzo de 2000), comparte rasgos con los diferentes tipos de programas.

En primer lugar, el PROFIT está conformado por áreas científico-tecnológicas.

En segundo lugar, los proyectos y actuaciones susceptibles de ser objeto de las ayudas podrán ser de los siguientes tipos:

- a) Proyectos de investigación industrial dirigidos a la investigación básica orientada, relacionada con el Programa Nacional correspondiente.
- b) Estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial.
- c) Estudios de viabilidad técnica previos a actividades de desarrollo precompetitivo.
- d) Proyectos de desarrollo precompetitivo.
- e) Proyectos de demostración tecnológica.
- f) Acciones especiales, en particular, actuaciones de difusión de tecnología
- g) Actuaciones favorecedoras de la participación en los programas EUREKA, IBEROEKA y otros programas internacionales de cooperación en I+D+I.

- h) Actuaciones favorecedoras de la participación en el Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollo tecnológico.
- i) Proyectos de investigación socioeconómica.
- j) Proyectos de equipamiento de infraestructuras de I+D+I de centros tecnológicos.

En tercer lugar, la intensidad bruta máxima de las ayudas en forma de subvenciones será diferente dependiendo del tipo de organismo que la solicite, siendo superior en el caso de organismos públicos de investigación, de entidades sin fines de lucro y en el caso de empresas que tengan la consideración de PYME.

En cuarto lugar, en el caso de que el proyecto o actuación se efectúe en una de las regiones contempladas en las letras a) y c) del apartado 3 del artículo del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, los porcentajes de costes subvencionables serán superiores.

En quinto lugar, también se contempla la posibilidad de conceder anticipos reembolsables (préstamos a interés cero, con periodos de carencia y compromisos de devolución modulables en función de las características del proyecto al que se destinen) a proyectos y actuaciones con bajo riesgo tecnológico o empresarial. E incluso se podrán conceder simultáneamente anticipos reembolsables y subvenciones en el caso de que la evaluación de los criterios referentes al mercado potencial, el estudio de la competencia y la capacidad comercial de la empresa así lo aconseje.

Además, subvenciones y anticipos reembolsables serán compatibles con créditos privilegiados que pueda conceder el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), de acuerdo con su normativa.

2.2.4. Las compras públicas y la innovación

En la mayoría de países desarrollados, el gasto del sector público supone un porcentaje importante del PIB. Uno de los capítulos fundamentales de este gasto es el de las compras públicas que, según la normativa europea, tienen lugar cuando «alguna de las instituciones que pertenecen al sector público adquiere bienes o asegura la construcción de obras y edificios para garantizar su propio funcionamiento o para destinarlos al uso público» (ver Cotec, 1998b). En esta definición, el concepto de sector público se utiliza en un sentido amplio, dado que incluye tanto al conjunto de las administraciones como a todas aquellas empresas (públicas o privadas) que prestan un servicio público.

En la mayoría de países, las compras públicas están sujetas a una estricta regulación (ver Cotec, 1998b para el caso español) y generalmente se realizan mediante concursos a los que las empresas pueden concurrir, y en los que se especifican las características que debe cumplir el bien o servicio adquirido.

Frecuentemente, las funciones de los diferentes agentes del sector público, como la defensa y la sanidad pública, requieren la adquisición de bienes con un elevado contenido tecnológico y con un alto grado de especificidad. Por esta razón, los gobiernos utilizan las compras públicas para aumentar las capacidades tecnológicas de las empresas. Diferentes autores (Mowery, 1995; Lichtenberg, 1987, 1988) han destacado la importancia de las compras públicas como herramienta de política tecnológica, especialmente en aquellos sectores en los que la demanda pública supone un porcentaje importante de la demanda total. La justificación tradicional del efecto positivo de las compras públicas sobre la innovación se basa en la teoría del *demand pull* (ver Schmookler, 1965), según la cual las innovaciones se generan a partir de las necesidades expresadas por la demanda y conocidas por las empresas. Desde este punto de vista, el aumento de la demanda del sector público (que genera un aumento de la demanda de innovaciones) incentiva a las empresas a aumentar su esfuerzo innovador. Mowery (1995) afirma que las compras públicas pueden aumentar la demanda de tecnologías avanzadas, acelerando su desarrollo y su aplicación. Además, las aplicaciones tempranas de las nuevas tecnologías en el sector público aportan una cantidad considerable de información sobre sus características y pueden ayudar a difundir los resultados mediante el *learning-by-using* (Rosenberg, 1982). No obstante, para que se produzcan estos efectos beneficiosos, es necesario que la administración actúe como un «comprador inteligente», que comprenda el valor de la compra pública como instrumento de política tecnológica.

En muchos países el sector público controla (o ha controlado hasta hace muy poco) las principales empresas en algunos sectores estratégicos, como el de las telecomunicaciones, el aeronáutico o el eléctrico. Este control se ha aprovechado para tratar de aumentar las capacidades tecnológicas del país mediante las compras públicas (Mowery, 1995). En la mayoría de ocasiones, este tipo de políticas va acompañado por restricciones a la competencia de las empresas extranjeras, y por el pago por parte del sector público de una prima al comprar bienes de equipo a las empresas nacionales. Además, en diferentes sectores han surgido acuerdos internacionales de colaboración, generalmente propiciados por los gobiernos, que sirven a las empresas nacionales para adquirir capacidades tecnológicas de las que no se dispone en su país, frecuentemente a través de los denominados programas de compensación (como los de la SEPI en el caso español). A cambio, las empresas extranjeras pueden acceder al mercado nacional.

El éxito de la política de compras públicas depende del grado de competencia para la obtención de los contratos (Mowery, 1995). A diferencia de lo que ocurre en los casos de Japón y Estados Unidos, en Europa la estrategia de compras públicas se ha centrado tradicionalmente en una empresa, o en un grupo muy reducido de ellas para proveer al sector público de tecnologías avanzadas. La falta de competencia entre los productores internos (unida a las restricciones a las importaciones) ha provocado que las compras públicas no hayan sido efectivas para aumentar las capacidades tecnológicas de estas empresas que, teniendo asegurada en gran medida la demanda pública, tienen incentivos para concentrar sus esfuerzos en aumentar su influencia política (Nelson, 1984).

En general, las compras públicas funcionan de una manera parecida a una subvención a la I+D+I en la que existe un compromiso de compra posterior por parte del sector público (David, Hall y Toole, 1999). En el caso de las subvenciones, el sector público entrega una cantidad de dinero a las empresas para que realicen actividades de I+D+I, cuyos resultados (si se obtienen) son comercializados posteriormente en el mercado. En cambio, en el caso de las compras públicas, es el sector público el que adquiere el producto, cuyo precio incluye una prima que compensa a la empresa por los costes de la etapa de investigación y desarrollo. Sin embargo, las compras públicas premian los resultados de las actividades de I+D+I, mientras que para la concesión de una subvención éstos no son necesarios. Además, en el caso de las compras públicas el comprador define las características que debe tener el producto final, por lo que el resultado depende fuertemente de la interacción entre la oferta y la demanda.

2.2.4.1. Efectos microeconómicos de las compras públicas

Algunos autores, como Metcalfe (1995) y David, Hall y Toole (1999), analizan la decisión de las empresas de realizar actividades de I+D+I en el contexto de un modelo de inversión en el que las empresas eligen sus proyectos teniendo en cuenta sus costes y beneficios marginales.

Existen diversos mecanismos mediante los cuales el sector público puede tratar de afectar los costes y beneficios marginales para estimular la innovación. Así, por ejemplo, las deducciones fiscales de los gastos en innovación, las subvenciones o los acuerdos entre las empresas y el sector público en los que este último asume al menos parte del coste de las actividades de I+D+I (como suele suceder en caso de las compras públicas), reducen el coste marginal para las empresas, mientras que el efecto directo generado por un aumento de la demanda pública o cambios en la legislación que afecta a las condiciones de apropiabilidad de los beneficios de las innovaciones pueden aumentar los beneficios marginales.

Además, existen otros efectos positivos de los contratos de compra de bienes con alto contenido tecnológico por parte del sector público, que contribuyen a aumentar los beneficios marginales esperados de los proyectos. En primer lugar, los contratos públicos aumentan la eficiencia de las actividades de I+D+I de la empresa, dado que contribuyen al aprendizaje y a la formación de los trabajadores, a la reducción de los costes y al aumento de la capacidad de absorción de nuevos conocimientos y tecnologías. Por otra parte, el contrato entre una empresa privada y el gobierno actúa como una señal para el mercado, ya que la decisión de adquirir el producto puede mejorar la percepción sobre su calidad e indicar posibles aumentos en su demanda, tanto pública como privada, en el futuro, por lo que puede aumentar el rendimiento esperado de las inversiones. Por último, estos contratos permiten que las empresas cubran, al menos en parte, los costes fijos al iniciar la actividad. Una vez se ha incurrido en ellos, las empresas pueden continuar con

la producción y obtener beneficios. La suma de estos efectos positivos debería suponer que los contratos del sector público generaran I+D+I privado adicional.

Sin embargo, también podrían existir efectos indirectos negativos, como los que se producirían en el caso de que la concesión del contrato a una empresa, que aumenta sus probabilidades de conseguir una innovación comercializable, reduzca la rentabilidad esperada de las inversiones de sus competidores más directos, lo que podría reducir sus incentivos a realizar actividades de I+D+I.

2.2.4.2. Evidencia empírica

La evidencia empírica del efecto de las compras públicas sobre la innovación es poco abundante y se centra principalmente en algunas industrias de Estados Unidos (especialmente en la de defensa). En uno de los primeros estudios sobre este tema, Hamberg (1966) concluyó que los contratos del gobierno están relacionados positivamente con el gasto privado en I+D+I en seis de los ocho sectores incluidos en su estudio. Otros estudios posteriores han llegado a la conclusión de que las compras públicas estimulan la realización de I+D+I por parte del sector privado, como Levy y Terleckyj (1983) y diversos estudios de Lichtenberg (1984, 1988). Sin embargo, este último afirma que el efecto positivo se debe principalmente al aumento de la demanda de resultados de I+D+I que las compras públicas generan. Además, Lichtenberg (1987) concluye que la competencia entre diferentes empresas por los contratos públicos tiene un efecto particularmente significativo sobre sus incentivos para realizar actividades de I+D+I, incentivos que utilizan para mostrar su capacidad como proveedor del Estado. Sin embargo, en el caso de los contratos no competitivos los resultados no indican la existencia de ningún efecto sobre las actividades de I+D+I de las empresas, lo que sugiere que los efectos de la política de compras públicas dependerán de una manera crucial de cómo se diseñen los concursos.

2.2.5. Diagnósticos

Las subvenciones siguen siendo un instrumento básico de política de fomento a la innovación, y se constata que:

Las subvenciones están especialmente indicadas para estimular proyectos de elevada rentabilidad social y escaso atractivo privado, o de coste y riesgo muy elevados, factores presentes, por ejemplo, en la investigación básica, cuyos resultados son de aplicación incierta o a largo plazo.

- Las políticas tecnológicas nacionales tienden a converger, dirigiendo los esfuerzos a las actividades con mayor rentabilidad social e introduciendo incentivos compatibles con el mercado.

Las subvenciones son el instrumento financiero más adecuado para estimular la creación de nuevas empresas.

- La creación de nuevas empresas de base tecnológica conlleva altos costes iniciales y un elevado riesgo, lo que dificulta el acceso a la financiación privada y la aplicación de otro tipo de ayudas financieras a la I+D+I.

Hay una clara relación positiva entre ayudas y esfuerzo en I+D+I de las empresas, que se produce para todos los tramos de tamaño empresarial considerados.

- Diversos trabajos sobre las empresas industriales españolas en la década de los años noventa prueban que el esfuerzo innovador aumentó con la percepción de subvenciones.

El mecanismo de incentivos ha estado aquejado de defectos que han limitado su eficiencia como estímulo de las actividades de I+D+I, especialmente para las PYMES.

- El reducido número de pequeñas empresas involucradas en actividades de I+D+I demuestra que el sistema de subvenciones no ha sido suficientemente eficaz para incentivarlas.
- Sólo una pequeña parte de las empresas que tienen actividades de I+D+I se ha beneficiado de este tipo de ayudas, preferentemente empresas grandes, las cuales probablemente habrían acometido estas actividades aunque no hubiesen recibido estas ayudas. Esto revela que el coste de acceso ha sido distinto según el tamaño de la empresa.

Las compras públicas no han estimulado suficientemente la I+D+I española.

- En los países desarrollados el gasto del sector público supone un porcentaje elevado del PIB y es muy exigente en tecnología.

2.2.6. Recomendaciones

En España, al contrario que en otros países, las subvenciones han tenido una eficacia limitada, por lo que

Las subvenciones deben mantenerse y coordinarse con el resto de los instrumentos de política de fomento de la innovación.

- Las subvenciones son los instrumentos más adecuados de política tecnológica para algunas asignaciones subóptimas de mercado.

El sistema de subvenciones debe diseñarse de modo que resulten más accesibles para las pequeñas empresas.

- La eficacia de las subvenciones depende mucho de su diseño y mecanismos de aplicación, y especialmente de la imagen que se logre inducir en el colectivo de PYMES.

Las compras públicas y su planificación deben ser consideradas también como un instrumento de política tecnológica.

- La interacción entre la oferta y la demanda y la realimentación de problemas y soluciones tecnológicas permite atender de forma más adecuada a las necesidades públicas.

3

Incentivos no financieros a la I+D+I



Los instrumentos financieros juegan un papel importante en la medida en que abaratan el coste de la I+D+I y, por tanto, estimulan a las empresas a incrementar el gasto en estas actividades. Sin embargo, existen otros mecanismos que estimulan las actividades de I+D+I en las empresas, sin suponer costes financieros directos para el sector público: facilitando la apropiabilidad de los resultados (a través del sistema de patentes), contribuyendo a la « internalización » de los efectos externos o *spillovers* asociados a la innovación (por ejemplo, fomentando la investigación conjunta), o incentivando la aplicación de los nuevos descubrimientos tecnológicos (estimulando la difusión de tecnología).

Este capítulo se centra en el estudio de estos tres aspectos: el sistema de patentes, la difusión de tecnología y la cooperación en I+D+I entre las propias empresas y entre éstas y las instituciones. Se hace referencia tanto a los aspectos teóricos que la literatura especializada ha considerado más relevantes, como a las políticas públicas llevadas a cabo para estimular las actividades de I+D+I y la incorporación de nuevas tecnologías en las empresas. En cada apartado se complementa el análisis con la aportación de algunas evidencias empíricas en las empresas españolas. En el capítulo 4 se volverán a abordar algunos de estos temas desde el punto de vista de la política de la competencia.

3.1. Patentes e innovación

Siguiendo la discusión de Arrow (1962), el resultado de la I+D+I es fundamentalmente información que se presenta con características de bien público. La utilización por una empresa de la información no impide el que otras empresas hagan igualmente uso de ella. El sistema de patentes permite a las empresas que hayan obtenido un resultado de I+D+I apropiarse del mismo y, además, el propietario de la patente tiene la posibilidad de conceder licencias a otras empresas, permitiéndoles así la utilización de la innovación a cambio de un cierto pago. De esta forma, las patentes constituyen a su vez un instrumento para la difusión de nuevos conocimientos y tecnologías.

Una patente es un documento, emitido por una agencia estatal autorizada, que otorga el derecho de excluir a cualquier otro de la producción o utilización de un nuevo mecanismo, aparato, o proceso durante un número de años establecidos. El derecho se otorga al inventor de este mecanismo o proceso después de un examen que se centra tanto en la novedad del invento como en su utilidad potencial. El derecho asociado a la patente puede ser asignado por el inventor a alguien diferente, y/o vendido o cedido con licencia para que lo utilice otra persona. Este derecho puede hacerse valer sólo mediante la amenaza potencial de una demanda judicial en los tribunales reclamando daños por la infracción. El propósito declarado del sistema de patentes es incentivar la invención y el progreso técnico, proporcionando un monopolio temporal para el inventor y obligando a revelar en las primeras fases de la información necesaria para la producción de este bien o el funcionamiento del nuevo proceso (Griliches, 1990).

En la práctica, las empresas no siempre acuden a este instrumento para proteger los resultados de sus investigaciones, puesto que no todas las innovaciones son técnicamente patentables, ni todas las empresas toman la iniciativa de proteger sus innovaciones. En general, incluso las innovaciones no patentadas conllevan rendimientos para sus inventores, al menos por un cierto período de tiempo. Los imitadores pueden observar una innovación con cierto retraso, o puede que no tengan el modo de copiarla de forma inmediata, ya que no poseen el *know-how* necesario para hacerlo.

Las patentes, en general, desempeñan un papel desigual entre diferentes sectores o empresas, ya que se ha observado que la propensión a patentar difiere entre ellas. Ello es debido a que algunas empresas prefieren mantener sus innovaciones en secreto antes que patentarlas (por ejemplo, Michelin en Francia) (OCDE, 1997). Otros sectores, como el de Farmacia o, más en general, el Químico, presentan una alta tendencia a patentar. De acuerdo con la Oficina Europea de Patentes, se observa un incremento en la proporción de solicitudes de patentes que provienen de las áreas de alto contenido tecnológico. Parece que, en términos agregados cuanto mayor sea la inversión en I+D+I en un sector dado, mayor es la probabilidad de observar una mayor propensión a patentar.

Según un estudio realizado en el sector manufacturero americano, el 65% de los sectores consideran las patentes un instrumento adecuado para proteger innovaciones en proceso, mientras que sólo el 33% lo considera útil para las innovaciones de producto. Un estudio realizado en 1994 en Alemania para pequeñas y medianas empresas con actividades de I+D+I señala que un tercio de las empresas considera poco útil el sistema de patentes, ya que el ciclo de vida de un nuevo producto es menor que el tiempo requerido para que la patente sea aprobada (entre dos años y medio y tres años y medio) (véase OCDE, 1997).

Una de las causas que se apuntan como explicación del descenso en la importancia de las patentes como mecanismo de protección de las innovaciones es el incremento de los costes asociados desde principios de los años ochenta (OCDE, 1997).

3.1.1. Aspectos teóricos del sistema de patentes

3.1.1.1. Duración óptima de la patente

Como se ha señalado con anterioridad, el sistema de patentes concede al propietario de la misma un derecho exclusivo de explotación de la mejora tecnológica descubierta, durante un determinado período de tiempo. Un aspecto relevante en el diseño de un mecanismo de patentes es la delimitación de ese período. Ello viene motivado por la existencia de un *trade-off* o conflicto de intereses entre lo que es deseable para la sociedad por una parte y los intereses del innovador por otra. Desde un punto de vista social, lo deseable sería que todas las innovaciones fuesen conocidas y libremente utilizadas por todas aquellas empresas (o consumidores) interesadas en su uso. Sin embargo, si esto fuese así, pocas empresas estarían dispuestas a invertir recursos en obtener mejoras tecnológicas que pudiesen ser utilizadas por sus competidores. Por ello, mientras que para un innovador sería preferible que el período de uso exclusivo de la innovación no tuviese límite, socialmente sería preferible que éste fuese el menor posible.

Nordhaus (1969) fue el primer autor en estudiar teóricamente la duración óptima de una patente, partiendo de la maximización del excedente total que se genera a partir de una innovación de proceso. El resultado que obtiene indica que la duración óptima dependerá, fundamentalmente, del coste de obtención de la patente, de la elasticidad de demanda del producto y del tipo de descuento. Así pues, según este autor, cuanto menor sea la elasticidad precio del bien producido por la empresa, mayor debe ser la duración de la patente. De la misma manera, cuanto mayor coste haya requerido una innovación, el período de protección debería ser más largo. Este modelo justifica la necesidad de diseñar distintos tipos de patentes para innovaciones de diferentes características. Trabajos más recientes (Cornelli y Schankerman, 1999) demuestran que el bienestar mejora si la duración de la patente difiere según la productividad del gasto en I+D+I de las empresas.

Otros autores consideran que tan importante como la duración de la patente es su alcance, especialmente cuando se trata de innovaciones básicas, que inducen a la aparición de otras innovaciones a partir de mejoras o aplicaciones de la primera y que también son patentables. Matutes *et al.* (1999) sugieren que los innovadores pioneros deberían tener ciertos derechos sobre las innovaciones que se deriven de sus descubrimientos.

3.1.1.2. Carreras de patentes

Un aspecto ampliamente tratado en la literatura teórica sobre patentes ha sido la competencia que se genera entre empresas que persiguen innovaciones similares para ser las primeras en patentar la innovación. Esto se conoce en la literatura teórica como «carreras de patentes», siendo los trabajos de Loury (1979) y Lee Wilde (1980) los pioneros en esta línea. En los modelos que plantean suponen un número dado de empresas compitiendo por ser las primeras en obtener un resultado tecnológico y patentarlo. Para ello gastan una cantidad de I+D+I en cada periodo de tiempo que da lugar a una determinada probabilidad de alcanzar un resultado. La patente es adquirida por la primera empresa que obtiene la innovación. Un resultado importante de este modelo es que el gasto de las empresas en I+D+I es superior al que realizaría un planificador social, es decir, realizarán un gasto excesivo en relación a lo que sería deseable socialmente. La razón por la que se produce este gasto excesivo es porque la primera empresa que obtiene la patente obtiene un beneficio extraordinario debido al poder de monopolio que le confiere la patente, mientras que el resto de empresas no obtienen beneficio alguno. Este resultado apunta dos aspectos relevantes de cara a la política tecnológica: por una parte, la existencia de sectores en donde la competencia tecnológica es tan fuerte que se produce una sobreinversión en I+D+I; por otra, esta misma competencia da lugar a una innecesaria duplicación de esfuerzos. En este tipo de sectores resulta más eficaz fomentar la cooperación entre empresas que estimular el gasto en I+D+I.

Los trabajos más recientes que analizan las carreras de patentes intentan relajar algunos de los supuestos simplificadores que consideraban los primeros resultados, por ejemplo, introduciendo competencia entre las empresas en el mercado de producto, o bien considerando la posibilidad que las empresas acumulen experiencia en el proceso.

3.1.1.3. Licencias de patentes

Cuando una mejora técnica ha sido descubierta y patentada, el propietario de la patente tiene la posibilidad de conceder licencias a otras empresas, permitiéndoles así la utilización de la innovación a cambio de un pago, lo que da lugar a un mayor aprovechamiento de la innovación. Si decide conceder una licencia, el problema será entonces diseñar el contrato que se establecerá entre ambos.

La literatura teórica que analiza estos contratos se centra fundamentalmente en tres aspectos (Castrillo, 1993).

En primer lugar, hay que ver la forma de los contratos de licencia óptimos. Un contrato de licencia conlleva un pago fijo, independientemente de la producción, y/o un pago variable, que se estipula en función de la cantidad producida utilizando la nueva técnica. Las primas fijas son óptimas si el innovador es exterior a la industria en la que se utiliza la licencia, la información es simétrica y el riesgo asociado es pequeño. También son adecuadas cuando es difícil verificar el nivel de producción del comprador. Por el contrario, el pago variable es preferido si es con una empresa rival con quién se firma el contrato, o caso de información asimétrica entre comprador y vendedor o incompleta.⁽¹⁾

En segundo lugar, hay que examinar las razones que llevan al propietario de una nueva técnica a cederla a través de contratos de licencia y cuándo el interés social y el privado coinciden. En este sentido, se puede pensar en la existencia de dos aspectos que llevan a mayores beneficios en una industria tras una licencia: aumentar la eficiencia (permite obtener rentabilidad de un mayor aprovechamiento de la innovación) y promover la colusión en el mercado de producto o en la competencia por nuevas innovaciones. En términos de bienestar social, este aumentará con la eficiencia y disminuirá, normalmente, con la colusión. Cuando es un laboratorio de investigación el que consigue la innovación, ofrecer licencias a empresas interesadas es la forma de obtener beneficios de su investigación. Sin embargo, cuando el titular de la innovación es una empresa presente en el mercado, el análisis se complica: ceder una licencia da beneficios, pero lleva también a hacer más fuerte a un competidor.

El tercer y último aspecto que interesa destacar es la influencia de la existencia de contratos de licencia sobre los incentivos de las empresas a realizar I+D+I y sobre el bienestar total que se deriva de los procesos de investigación. Una vez obtenida la innovación, lo deseable desde el punto de vista social es que sea altamente difundida, y en este aspecto las licencias juegan un papel muy positivo. Sin embargo, se constata que las empresas pueden alcanzar cierto grado de colusión debido a su existencia.

3.1.2. Diferencias internacionales en los sistemas de patentes

3.1.2.1. Comparación internacional

Los sistemas de patentes de los distintos países presentan diferencias significativas en algunos aspectos. En particular, existen diferencias en los procedimien-

(1) La información completa aparece cuando la ausencia de información atañe tanto al comprador como al vendedor, mientras que la información asimétrica o imperfecta se refiere a las situaciones en las que uno de los agentes (en este caso el dueño de la patente) tiene una ventaja informativa respecto a otro.

tos administrativos para la concesión, en la definición del titular de la patente, en las instituciones públicas encargadas de la gestión, en la duración, etc. Aunque los sistemas de patentes de los países europeos están prácticamente homogeneizados, presentan ciertas diferencias con países como Estados Unidos o Japón.

- En relación a la titularidad de la patente existen dos mecanismos alternativos de concesión. La mayoría de los países de la OCDE aplican la regla denominada *first-to-file*, que indica que el titular de la patente será el que primero la solicite. Sin embargo, en Estados Unidos la regla que se aplica se denomina *first-to-invent*, según la cual se concede la patente al primero que obtiene la invención. Este sistema implica que la recompensa o el derecho de monopolio ha de recaer sobre el que ha obtenido la innovación por primera vez; sin embargo, este sistema lleva asociado cierta incertidumbre, ya que una vez solicitada una patente, un competidor podría reclamar una fecha anterior para una misma innovación.
- Los países difieren también en la forma de revelar el contenido de las patentes. Estados Unidos mantiene las solicitudes de patentes como información confidencial hasta que la patente sea concedida, por lo que, en caso de no concesión, la solicitud no se llega a hacer pública. En Europa y Japón esta información se publica transcurridos 18 meses desde la solicitud de la patente.
- El coste de obtención y mantenimiento de las patentes tienen un impacto importante en la estrategia innovadora de las empresas en el ámbito nacional, y en mayor medida, en el internacional. El coste de patentar supone un pago fijo y, por tanto, resulta proporcionalmente más costoso para las pequeñas y medianas empresas (Estados Unidos, por ejemplo, reduce las tasas de patentes registradas por PYMES). Según la OCDE (1997), los costes de obtener una patente son más altos en Europa que en países como Estados Unidos o Japón, aunque en todos los países el coste de mantenimiento es creciente en el tiempo.
- En cuanto a la duración de la patente, en Europa el período por el cual la patente protege las innovaciones es de 20 años, mientras que este período es de 17 en Estados Unidos. En España existen los denominados modelos de utilidad con una duración de 10 años, que protegen innovaciones que requieren menor actividad inventiva.

3.1.2.2. Patentes internacionales

Existen fundamentalmente tres vías para la protección internacional de las invenciones:

- a) La vía nacional, mediante presentación de una solicitud de patente individualizada en cada uno de los estados en que se desea la protección.
- b) La vía europea, mediante la solicitud de la patente europea directa con designación de aquellos estados europeos en que se quiere obtener protección, que es preciso que estén integrados en el Convenio Europeo de Patentes (19

países en 1998). La patente europea es tramitada por la Oficina Europea de Patentes y la concesión produce el efecto, en cada uno de los Estados para los que se otorga, de una patente nacional.

- c) La vía internacional, que permite proteger una inversión en todos los estados (100 países en marzo de 1999) que han suscrito el «*Patent Cooperation Treaty*» (PCT), mediante una única solicitud denominada solicitud internacional.

Aunque cada país tiene una oficina de patentes, se han creado algunas oficinas de patentes que permiten registrar una innovación en varios o todos los países que hayan firmado un acuerdo. La más cercana a España es la Oficina Europea de Patentes, creada después de la Convención Europea de Patentes en 1973, y que resulta un canal para aplicaciones de patentes válidas en todos o varios países firmantes del acuerdo. El solicitante de la patente elige los países en los que tendrá validez.

Existen otras oficinas de patentes como la Oficina de Patentes de Japón o la Oficina de Patentes y Marcas Estadounidense, las cuales (incluida la Oficina Europea de Patentes) cubren el 84% de las patentes registradas en el mundo (EPO, 1998). Existen otras oficinas, como la *African Regional Industrial Property Organisation*, establecida desde 1985 para los países africanos de habla inglesa; la *African Intellectual Property Organisation*, creada en 1982 para los países africanos de habla francesa; la *Eurasian Patent Organization*, establecida en 1994 en Moscú.

El cuadro 3.1 pone de manifiesto el notable incremento en la demanda de derechos de patentes de ámbito mundial desde 1993 a 1997. El incremento en el número total de solicitudes alcanza el 127% en todo el período, lo cual implica un incremento medio anual en torno al 22%. Este incremento es desigual en los distintos bloques considerados, mientras el incremento en las solicitudes de patentes en los países integrados en el Convenio Europeo de Patentes es del 95% en el período considerado; este incremento es menor en Estados Unidos (35%) y Japón (19%). El apartado «Otros» presenta el mayor crecimiento, debido a varios factores, entre ellos la aparición de países con sistemas de patentes, la incorporación de nuevos miembros en las patentes internacionales mediante PCT y la disponibilidad de estadísticas en un mayor número de países. En relación a la distribución de estas solicitudes por grandes bloques, casi el 15% de las solicitudes de patentes del mundo en 1997 se realizan en Japón y Estados Unidos.

	1993	1994	1995	1996	1997
Japón	19,33%	16,07%	14,00%	11,68%	9,38%
Estados Unidos	8,89%	8,23%	7,65%	5,68%	5,31%
Países del Convenio Europeo de Patentes	48,16%	45,81%	41,18%	39,48%	41,38%
Otros	23,61%	29,89%	37,17%	43,15%	43,93%
N.º total de patentes	1.965.487	2.306.840	2.776.911	3.434.636	4.457.701

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas.

Cuadro 3.1
Solicitudes de patentes en el mundo y distribución por grandes bloques

El cuadro 3.2 resume el número total de solicitudes de patentes registradas en España por las tres vías consideradas: nacional, europea e internacional. Durante 1998 se presentaron 2.747 solicitudes nacionales en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), número muy similar a la de años anteriores. A esta cifra hay que añadir las solicitudes presentadas, con designación de España, ante la Oficina Europea de Patentes (OEP), con el fin de tener la cifra global de solicitudes del año en esta modalidad. España fue designada en 69.078 solicitudes de patentes europeas ante dicho Organismo, cifra que ha experimentado un notable incremento desde 1994.

Cuadro 4.2
Solicitudes
de patentes en España

	1994	1995	1996	1997	1998
Vía nacional	2.705	2.600	2.798	2.733	2.747
Vía europea	29.851	30.848	32.249	52.461	69.078
Vía PCT	42.676	50.669	64.043	76.183	97.672

Fuente: OEPM, OEP.

3.1.2.3. El sistema de patentes en España

El sistema de patentes en España está regulado en la Ley 11/86 y su reglamento de ejecución por el RD 2245/86. Los aspectos que trata en sus artículos regulan el procedimiento para solicitar una patente y su tramitación; establecen los requisitos que ha de cumplir una innovación para ser patentable y enumera aquellas que no lo son; por último regula el alcance, duración y requisitos para el mantenimiento de la patente.

Para que una invención pueda ser objeto de patente debe reunir tres requisitos:

- a) Novedad: el artículo 1.6 de la Ley de Patentes en España (LPE) considera que una invención es nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.
- b) Actividad inventiva: Se considera que una invención implica actividad inventiva si aquella no resulta del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia (art. 8.1 de la LPE).
- c) Aplicación industrial: Se considera que una invención es susceptible de aplicación industrial cuando su objeto puede ser fabricado en cualquier tipo de industria, incluida la agrícola (art. 9 de la LPE).

Los requisitos de patentabilidad se juzgan en relación al estado de la técnica, el cual está constituido por todo lo que antes de la fecha de presentación de la solicitud se ha hecho accesible al público en España o en el extranjero (art. 6.2. LPE).

De acuerdo con los artículos. 4.2, 4.4. y 5 de la Ley, no son patentables los descubrimientos, teorías científicas y los métodos matemáticos; las obras literarias o artísticas o cualquier creación estética, así como las obras científicas; los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, para juegos o para actividades eco-

nómico-comerciales, así como los programas de ordenadores; las formas de presentar información; los métodos de tratamiento quirúrgico o terapéutico del cuerpo humano o animal, ni los métodos de diagnóstico aplicados al cuerpo humano o animal —si bien serán patentables los productos, especialmente las sustancias o composiciones y las invenciones de aparatos o instrumentos para la puesta en práctica de tales métodos—; las invenciones cuya publicación o explotación sea contraria al orden público o a las buenas costumbres; las variedades vegetales; las razas animales; los procedimientos esencialmente biológicos de obtención de vegetales o de animales.

Las patentes tienen una duración de veinte años improrrogables, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud y produce sus efectos, fundamentalmente el derecho a impedir a cualquier persona la fabricación, el ofrecimiento, la comercialización o la utilización de un producto objeto de su patente, desde el día en que se publica su concesión (artículos 49 y 50 de la LPE). Las concesiones de patentes se hace sin garantía del Estado en cuanto a al validez de la misma y a la utilidad del objeto sobre el que recae (art. 37.2 de la LPE). Los efectos de la patente se circunscriben al territorio nacional. Para mantener la patente, el titular de la misma deberá abonar las anualidades establecidas, las cuales se revisan anualmente.

El procedimiento para obtener una patente requiere presentar una solicitud con la siguiente documentación (según el art. 21 de la LPE):

- a) Una instancia dirigida a la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- b) Una descripción (con dibujos) de la invención (u objeto) para la que se solicita la patente.
- c) Una o varias reivindicaciones, las cuales definen el objeto para el que se solicita la protección.
- d) Un resumen de la invención.

El período desde la presentación de una solicitud de patentes hasta su concesión es habitualmente largo, debido a la multitud de trámites que se han de recorrer (véase el apéndice 2 para un detalle de estos trámites).

3.1.3. Patentes, innovaciones e I+D: evidencia empírica

3.1.3.1. Patentes y gasto en I+D: estudios empíricos

Uno de las cuestiones que ha preocupado a los investigadores de este campo ha sido la relación entre el gasto realizado en I+D+I y el número de patentes obtenidas. Diversos autores americanos han llamado la atención sobre el descenso experimentado en términos agregados por el ratio número de patentes-gasto en I+D+I (véase, por ejemplo, Evenson, 1993; o Kortum, 1993) durante las últimas décadas. Las explicaciones ofrecidas por estos autores apuntan hacia tres direcciones:

- En primer lugar, una reducción en la productividad del gasto en I+D+I, al reducirse las oportunidades tecnológicas.
- En segundo lugar, un incremento en el valor de las patentes, al incrementar la competencia en el sector, que da como resultado la necesidad de incurrir en mayores gastos en I+D+I para obtener una patente.
- Finalmente, los costes crecientes de registrar una patente que ocasiona que los inventores patenten menos innovaciones.

Desde el punto de vista microeconómico existen numerosos trabajos que estudian la relación entre los gastos en I+D+I realizados por las empresas y los resultados obtenidos, definidos de una forma amplia (innovaciones obtenidas) o más restringida (patentes registradas), buena parte de ellos aplicados en la economía americana. La metodología empleada se basa en la estimación de una ecuación, donde la variable dependiente es el número de patentes (o innovaciones) obtenidas por la empresa y, como variables explicativas, se emplea el gasto en I+D+I realizado por la empresa o el stock de capital tecnológico acumulado, además de un conjunto de variables que tengan en cuenta otras características de las empresas. La estimación de esta ecuación presenta ciertas complejidades econométricas, debido a las características de la variable dependiente, especialmente si se toma en consideración el carácter endógeno del gasto en I+D+I. Los primeros trabajos que exploran esta relación (véase Pakes y Griliches, 1984; o Hall *et al.*, 1984) obtienen un efecto positivo de la I+D+I contemporánea con el número de patentes. El trabajo más reciente de Montalvo (1993), a partir de una metodología econométrica que le permite considerar el gasto en I+D+I como una variable endógena, da como resultado que la I+D+I realizada por la empresa en periodos anteriores tiene un peso mayor sobre el número de patentes obtenidas que la I+D+I contemporánea.

El trabajo de Blundell *et al.* (1995) explica el número de innovaciones obtenidas en lugar del de patentes registradas, centrando el análisis en el efecto de la estructura de mercado. En este trabajo se considera la presencia de efectos fijos y concluyen que un aumento en la concentración industrial tiende a reducir el nivel de innovaciones obtenidas.

Buena parte de los trabajos que analizan la relación entre los gastos realizados en un proceso de innovación y los resultados obtenidos emplean el número de patentes para medir los resultados de la investigación. Sin embargo, emplear el número de patentes como una medida de resultados de un proceso de innovación es ciertamente restrictivo, ya que existen numerosas innovaciones que no llegan a registrarse como patentes. Por esta razón el objetivo de numerosos estudios empíricos se centra en el análisis de la propensión a patentar, es decir, en el porcentaje de innovaciones para las cuales se realiza una solicitud de patentes. Estos trabajos sugieren que esta propensión varía de forma sustancial según el sector de actividad o el tipo de innovación.

Siguiendo a Arundel y Kabla (1998) con datos de grandes empresas europeas, la propensión a patentar innovaciones en producto presentan una media del 35,9%, aunque en el sector textil alcanza solamente el 8,1%, mientras que en el sector far-

macéutico este porcentaje se sitúa en el 79,2%. En el caso de innovaciones de proceso, la media se sitúa en torno al 25%, con una variabilidad desde el 8,1% en el sector textil hasta un 46,8% en el sector de instrumentos de precisión. Las propensiones medias a patentar son relativamente más altas en las empresas americanas: las causas que se apuntan para este hecho son los menores costes de patentar en Estados Unidos en comparación con Europa.

Las diferencias entre sectores siguen una pauta similar tanto en las empresas americanas como europeas; así sectores como el farmacéutico, químico o maquinaria presentan una mayor propensión a patentar, debido principalmente a que el coste de imitar una innovación es relativamente menor que el coste de la invención. Por el contrario, en otros sectores (aeroespacial), las patentes tienen un menor efecto en la protección de los resultados de la innovación, ya que la complejidad de los productos los hace costosos de imitar.

Otra objeción que a menudo se ha planteado en la consideración del número de patentes como una medida de resultado de un proceso innovador, es la elevada heterogeneidad existente entre ellas en cuanto a su «valor tecnológico». Algunas patentes llevan asociados procesos de I+D+I altamente costosos, que implican un importante avance tecnológico y generalmente tienen un mayor impacto económico; otras sin embargo implican menores gastos en I+D+I y tienen un menor impacto. Se trata, pues, de otro aspecto que ha preocupado a los economistas y ha sido objeto de análisis en la literatura empírica: el de la estimación del valor de la patente. Dado que la importancia económica de las patentes es tan heterogénea, ha habido cierto interés por intentar estimar el valor del invento asociado con una patente y el valor de los derechos de patente.

Considerando las patentes como indicadores de éxito de la actividad de I+D+I subyacente, nos interesaría en mayor medida la primera cuestión; sin embargo, la información disponible ha hecho que la mayoría de los trabajos empíricos se centrasen en la segunda. Una forma de valorar implícitamente la patente es evaluar la decisión de pagar o no el precio de renovación de la patente. Las tasas de renovación de las patentes es creciente en el tiempo (por ejemplo, en España las tasas de renovación de las patentes para el año 2000 van desde poco más de 3.000 pesetas para una patente que se renueva en el tercer año hasta casi 80.000 pesetas que supone el coste de la última renovación de una patente que lleva 19 años renovándose desde su concesión). Si consideramos que una empresa incurrirá en el coste de renovar una patente siempre que el coste de hacerlo compense los beneficios que le genera, podemos inferir que aquellas patentes que se renueven durante un mayor número de periodos tendrán un mayor valor económico (Schankerman, 1998; Lanjow, *et al.*, 1998). Los resultados realizados para la economía americana sugieren que el valor de las patentes difieren de forma sustancial entre sectores de actividad y también entre países. Además alegan a constatar que el 50% de las patentes no se renuevan más de 10 años.

El trabajo de Van Dijk y Duysters (1998) plantea cuáles son las empresas con mayor probabilidad de cumplir los requisitos de patentabilidad de sus innovacio-

nes. Empleando una muestra de empresas europeas que solicitan protección de sus patentes ante la Oficina Europea de Patentes, los resultados que obtienen apuntan a que las empresas que realizan en mayor medida investigación básica tienen más éxito a la hora de patentar las innovaciones que aquellas empresas que se centran en la investigación en desarrollo. En esta línea, Ernst (1998), con una muestra de 25 compañías europeas y japonesas, deduce que las empresas que invierten una mayor proporción de sus gastos totales en I+D+I en investigación, obtienen patentes de mayor calidad.

3.1.3.2. Algunas evidencias sobre patentes en España

La Oficina Española de Patentes proporciona algunos datos sobre las patentes que se han registrado en España. El cuadro 3.3 ilustra las solicitudes de patentes españolas realizadas por residentes en España, alcanzando la cifra de 2270 en 1998. La distribución regional es asimétrica, ya que el 60% de las solicitudes se concentran en Madrid, Cataluña y Valencia.

Cuadro 3.3
Solicitudes
de patentes de origen
español, vía nacional,
clasificadas
por CC.AA.

	1994	1998
<i>Andalucía</i>	8,3	7,7
<i>Aragón</i>	2,6	4,2
<i>Asturias</i>	1,4	1,3
<i>Baleares</i>	0,7	1,2
<i>Canarias</i>	1,3	1,4
<i>Cantabria</i>	1,2	0,9
<i>Castilla-La Mancha</i>	1,5	1,9
<i>Castilla-León</i>	2,4	2,8
<i>Cataluña</i>	25,2	26,4
<i>Comunidad Valenciana</i>	12,7	12,0
<i>Extremadura</i>	0,6	0,7
<i>Galicia</i>	2,4	3,4
<i>La Rioja</i>	0,6	0,9
<i>Madrid</i>	23,8	22,5
<i>Murcia</i>	1,5	1,8
<i>Navarra</i>	2,7	3,3
<i>País Vasco</i>	17,6	6,8
<i>Ceuta-Melilla</i>	0	0
<i>No consta</i>	2,9	0,8
<i>Total</i>	2.136	2.270

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas.

El cuadro 3.4 revela las diferencias en las patentes concedidas por sectores técnicos (según la clasificación de la Oficina Española de Patentes). Se observa un importante incremento desde 1994 a 1998 en prácticamente todos los sectores, aunque en mayor medida en el sector de Técnicas Industriales Diversas y Transportes.

Cuadro 3.4
Concesión
de patentes,
vía nacional,
por sectores técnicos

	1994	1998
A. Necesidades corrientes de la vida	316	395
B. Técnicas Industriales Diversas; Transportes	165	538
C. Química y Metalurgia	318	220
D. Textiles y papel	27	50
E. Construcciones fijas	40	206
F. Mecánica, Iluminación, Armamento, Calefacción y Voladura	41	289
G. Física	64	300
H. Electricidad	43	238
Total	1.014	2.236

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas.

La figura del Modelo de Utilidad protege invenciones con menor rango inventivo que las protegidas por Patentes, consistentes, por ejemplo, en dar a un objeto una configuración o estructura de la que se derive alguna utilidad o ventaja práctica. Una característica importante del Modelo de Utilidad y que lo diferencia del diseño industrial es su utilidad y practicidad y no su estética. La duración de los modelos de utilidad es de diez años desde la presentación de la solicitud y para su mantenimiento es necesario el pago de tasas anuales.

El cuadro 3.5 refleja los modelos de utilidad solicitados por españoles en las distintas comunidades autónomas durante los años 1994 y 1998. El número total de modelos de utilidad registrados es mayor que el de patentes, aunque la distribución geográfica sigue pautas semejantes. El 65% de los modelos de utilidad registrados solicitados provienen de las Comunidades Autónomas de Madrid, Cataluña y Valencia.

Cuadro 3.5
Solicitudes
de modelos de utilidad
de origen español
clasificadas
por CC.AA.

	1994	1998
Andalucía	5,9	6,2
Aragón	4,8	4,0
Asturias	1,4	1,4
Baleares	1,3	1,3
Canarias	1,1	1,8
Cantabria	0,6	0,3
Castilla-La Mancha	1,4	2,4
Castilla-León	2,3	3,2
Cataluña	30,3	29,5
Comunidad Valenciana	16,1	16,5
Extremadura	0,6	0,1
Galicia	2,3	2,2
La Rioja	0,3	0,9
Madrid	18,2	19,1
Murcia	2,2	2,7
Navarra	2,0	1,6
País Vasco	8,6	6,4
Ceuta-Melilla	0,03	0,1
No consta	0,27	0,3
Total	3.110	3.082

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas.

El cuadro 3.6 pone de manifiesto los modelos de utilidad concedidos por sectores técnicos (según la clasificación de la Oficina Española de Patentes. Se observa un importante descenso en la concesión de modelos de utilidad desde 1994 a 1998 en prácticamente todos los sectores, tendencia contraria al caso de las patentes.

Cuadro 3.6
Concesión de modelos
de utilidad
por sectores
técnicos

	<u>1994</u>	<u>1998</u>
A. <i>Necesidades corrientes de la vida</i>	1.295	718
B. <i>Técnicas Industriales Diversas; Transportes</i>	1.043	593
C. <i>Química y Metalurgia</i>	34	13
D. <i>Textiles y papel</i>	43	30
E. <i>Construcciones fijas</i>	470	235
F. <i>Mecánica, Iluminación, Armamento, Calefacción y Voladura</i>	327	199
G. <i>Física</i>	260	151
H. <i>Electricidad</i>	157	72
<i>Total</i>	3.632	2.011

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas.

Para centrar el análisis en las patentes registradas por las empresas españolas se utilizan los datos de la ESEE, lo que permite poner de manifiesto algunas características de los resultados y la propensión a patentar en los diferentes sectores de la manufactura española. Esta encuesta proporciona información sobre el número de patentes registradas por las empresas en España y en el extranjero, así como los modelos de utilidad.

Cuadro 3.7
Media
de las innovaciones
registradas
por empresa en 1998
(empresas
que hacen I+D)

	<u>≤ 200 trabajadores</u>	<u>> 200 trabajadores</u>
<i>Patentes registradas en España</i>	0,4	0,6
<i>Patentes registradas en el extranjero</i>	0,1	0,7
<i>Modelos de utilidad</i>	0,2	0,3
<i>Núm. de innovaciones de producto</i>	3,1	5,2

Fuente: ESEE.

El cuadro 3.7 pone de manifiesto el número medio de patentes y modelos de utilidad registrados por las empresas españolas que realizan actividades de I+D+I. Se observa un destacado desfase entre las innovaciones obtenidas y las patentes registradas; además, como cabía esperar, las empresas grandes registran una mayor cantidad de patentes.

3.1.4. Diagnósticos

A pesar de la antigüedad de la institución de la patente y de los numerosísimos estudios realizados, no existen resultados aplicables con suficiente grado de generalidad. Sin embargo, se puede señalar:

Existe una gran diferencia en la propensión a patentar, según sectores de actividad y ámbitos geográficos.

- El sistema de patentes trata de cumplir un doble objetivo; por una parte, quiere proteger el resultado de un proceso de I+D+I y, por otra, pretende ser un instrumento en el proceso de difusión de innovaciones. Ambos objetivos son alcanzados de manera muy dispar por sectores y ámbitos geográficos.

Los empresarios raramente consideran la patente como el primer mecanismo de protección de sus innovaciones.

- Farmacia y Química son los sectores más convencidos de la utilidad de las patentes, mientras que la industria electrónica se sitúa en el extremo opuesto. No siempre es cierto que las empresas consideren que la primera razón de patentar sea proteger sus resultados de I+D.

Los países más desarrollados ponen un gran interés en hacer eficaz su sistema de protección de derechos de propiedad.

- En los años ochenta, Estados Unidos reforzó su sistema de protección de los derechos de la propiedad industrial y, en 1999, mejoró varios de sus aspectos. La Unión Europea, en el documento «Hacia un área europea de Investigación», publicado en enero de 2000, propone la creación de un estándar de patente comunitaria para cubrir todo el territorio europeo.

3.1.5. Recomendaciones

Ante lo poco concluyente de los diagnósticos anteriores,

Las empresas deben tener en cuenta que no existe un procedimiento único para asegurar la protección de sus innovaciones, y buscar el más adecuado a sus características.

- En muchas industrias, las empresas confían en otros mecanismos para apropiarse de los resultados de las actividades, como son la capacidad para moverse rápidamente sobre la curva de aprendizaje, la relativa complejidad de los

productos (que hace difícil la imitación incluso en ausencia de patentes) o la inversión en activos complementarios que permiten aprovechar las ventajas comparativas derivadas de esas actividades tecnológicas.

La administración debe asumir la preocupación de la Comisión Europea para conseguir una herramienta efectiva para la protección de la propiedad intelectual.

- Como dice la Comisión de la Unión Europea, «es importante para la investigación comunitaria que la Patente Europea sea efectiva tan pronto como sea posible». El consejo de Europa, en su reunión de marzo del 2000, propuso la fijación de una fecha límite, que podría ser a finales del año 2001.

3.2. Difusión de tecnología

Los efectos socioeconómicos de las innovaciones tienen lugar, principalmente, cuando esas innovaciones son adoptadas por las empresas y/o consumidores. El ritmo y extensión de la difusión de las nuevas tecnologías en la economía determina, de manera crucial, su impacto en términos de empleo, competitividad, especialización productiva y bienestar social. Por este motivo, tan importante como las medidas encaminadas al fomento de la generación de innovaciones, son aquellas que fomentan la adopción y difusión de innovaciones.

La difusión de tecnología se refiere a la extensión en el uso de una nueva tecnología entre los usuarios potenciales (consumidores o empresas). Este es un proceso que puede tener una mayor o menor duración temporal, pero que rara vez es inmediato. De forma muy genérica podemos hablar de dos tipos de difusión de tecnología: la difusión no incorporada y aquella incorporada en bienes de capital.

La difusión de tecnología no incorporada consiste en la transmisión de conocimiento, que puede producirse a través del establecimiento de contratos de licencia o proyectos de investigación conjunta o, en contra de la voluntad del innovador, a través de procesos de imitación. Los efectos externos o *spillover* constituyen también un mecanismo importante en la difusión de nuevos conocimientos, siendo un mecanismo por el cual un nuevo conocimiento o tecnología desarrollado por una empresa puede ser aprovechado parcialmente por otras empresas o industrias (Cohen y Levinthal, 1989).

Un aspecto relevante que ayuda a explicar los determinantes de la difusión de tecnología es la capacidad de absorción de las empresas (Papaconstantinou *et al.*, 1996), que incidirá en la rapidez con la que logran incorporar las nuevas tecnologías. Los gastos en I+D+I realizados por las empresas no solamente generan innovaciones, sino que también incrementan la habilidad de las empresas para explotar información que sea de dominio público.

3.2.1. Aspectos teóricos en la difusión de tecnología

Es conveniente realizar algunas reflexiones acerca de los aspectos en los que la literatura teórica ha hecho hincapié y que sirven de base en el análisis de las políticas de difusión de tecnología. En primer lugar se hace necesario explicar el comportamiento de los distintos agentes que participan en estos mercados (oferentes y demandantes). Es preciso considerar el proceso de difusión como un proceso dinámico que se va desarrollando en el tiempo, y es necesario considerar los aspectos relativos a la información que poseen los distintos agentes que participan en este mercado (Saracho y Usategui, 1992).

3.2.1.1. Oferta y demanda de tecnología

En general, las políticas de fomento de la adopción de innovaciones van encaminadas a estimular la demanda de tecnología incentivando a las empresas a incorporar nuevas tecnologías en sus procesos productivos. Sin embargo debe tenerse en cuenta la reacción de los oferentes o productores de la innovación ante estas políticas. Esas políticas incrementan la demanda de la innovación y ello puede dar lugar si estamos ante un oferente con poder de mercado, a un incremento de sus beneficios, a través de incrementos en el precio y/o la cantidad vendida. Si los vendedores de la innovación no tienen poder de mercado en relación al sector de la demanda de la innovación, debido, por ejemplo, a que existen muchos oferentes con una cuota pequeña en el mercado que compiten en la venta de la innovación, implica que las políticas de fomento de la adopción de innovaciones no van a afectar a los precios de venta de esa innovación. Cuando los oferentes de la innovación tienen poder de mercado, el análisis se vuelve más complejo. Si hay un monopolio o un oligopolio vendiendo la innovación y si no resulta factible limitar sus beneficios, la administración pública debe ser consciente de la reacción de los oferentes ante las políticas planteadas y de los efectos de esa reacción sobre el ritmo y extensión de la adopción de innovaciones y, en consecuencia, sobre el bienestar social.

La mayor parte de los análisis teóricos sobre difusión de tecnología se centran en analizar el comportamiento de los posibles usuarios o demandantes de innovaciones, estos pueden ser consumidores, empresas u organismos públicos. Ello dependerá de si la innovación es un bien de consumo, un nuevo bien intermedio, un nuevo proceso de producción, etc. El objetivo central de los análisis es determinar por qué las innovaciones no son adquiridas e incorporadas inmediatamente por todos los adoptantes potenciales, sino que habitualmente es un proceso intensivo en el tiempo. Los primeros trabajos que abordan esta cuestión realizados desde finales de la década de los años cincuenta (véase Griliches, 1957; o Mansfield, 1968), consideraban que la difusión no tiene lugar a una tasa constante, describiendo el nivel de utilización de la nueva tecnología (o el número de poseedores de la misma), una curva en forma de S respecto al tiempo.

En el momento inicial se produce la adopción de la nueva tecnología por la primera empresa de la industria. A partir de ahí, la proporción de empresas que ha adoptado la innovación en un momento dado, crece moderadamente al principio, para acelerarse posteriormente y disminuir cuando la proporción de la industria que ha adoptado la innovación se aproxima al punto de equilibrio. Según este enfoque, los potenciales usuarios de una innovación la adquieren una vez que reciben información acerca de su existencia, y la proporción de nuevas empresas que incorporan una innovación en cada momento está en función de la proporción de empresas que han adoptado esa innovación y del total de las que son potenciales usuarios de la misma. Aunque estos modelos resultan útiles en los trabajos que estudian empíricamente las sendas de difusión de una innovación, los trabajos teóricos más recientes han resaltado los procesos de decisión de las empresas,

en el supuesto de que todas poseen información acerca de la innovación (Reinganum, 1981).

En la mayoría de los casos una innovación puede ser disfrutada durante varios periodos; la decisión de los adoptantes potenciales se referirá no solamente a si adquieren o no la innovación, sino también a cuándo realizar la adopción si ésta merece la pena. En general, la difusión de una innovación no será completa, ya que algunos agentes económicos pueden decidir no comprar nunca esa innovación. Por otra parte, cada adoptante potencial escogerá adquirir la innovación en aquel período (t) en el que el beneficio sea máximo (y positivo). Tendrá, por tanto, en cuenta que un aplazamiento de la adopción de la innovación afectará a los beneficios derivados de su uso y a los costes de adoptarla. Los beneficios y costes de adoptar diferirán, en general, entre los posibles adoptantes debido básicamente a las diferencias en cuanto a sus características. Si éstos son empresas, los beneficios de la adopción dependerán del ahorro de otros *inputs* (mano de obra, materias primas) que supone la adopción y/o de los incrementos en los ingresos por ventas de los bienes o servicios producidos por dichas empresas.

Los costes, por su parte, dependerán del precio de adquisición de la innovación (que puede variar en el tiempo) y de los gastos derivados de la adecuación de dicha innovación a las necesidades concretas de cada empresa particular (costes de formación del personal, por ejemplo). Así, en un momento dado del tiempo algunas empresas habrán adoptado y otras no. Lo mismo ocurrirá cuando los adoptantes sean consumidores. Los adoptantes potenciales de una innovación difieren unos de otros por los beneficios netos que pueden derivar de su uso, por lo que el precio que están dispuestos a pagar por esa innovación diferirá. Pero la demanda de la innovación puede recoger, además, los efectos que las decisiones o estrategias de otros adoptantes (competidores o no) sobre los costes y beneficios de la adopción, ya que una mayor difusión de la innovación puede aumentar (reducir) los beneficios netos de esa adopción, haciéndola así más (menos) atractiva.

3.2.1.2. Información

Uno de los aspectos analizados relativos a la información que poseen los distintos agentes que participan en el mercado de la innovación son las expectativas de los demandantes potenciales de una innovación y cómo éstas afectan a su disposición al pago por esa innovación. Por tanto, el ritmo de difusión de una nueva tecnología dependerá de la forma en que los agentes forman sus expectativas. Si los demandantes tienen expectativas miopes, pensarán que el precio de adquisición de la innovación no va a variar en el tiempo y, por tanto, los demandantes no aplazan la adopción para aprovechar una rebaja en el precio, ya que no esperan esta rebaja. Ello implica que los beneficios de los oferentes (especialmente si se trata de un monopolista) serán mayores con expectativas miopes que con expectativas perfectas.

La literatura económica ha considerado también otro tipo de expectativas sobre otras variables que afectan al proceso de difusión de la innovación. Por ejemplo, pueden tener ciertas creencias sobre el momento de aparición de una nueva tecnología que sustituya a la innovación cuyo proceso de difusión se está analizando. Estas creencias afectan al ritmo y al nivel de adopción de la innovación, así como a los precios de venta en cada período. En general, la aparición de una nueva tecnología sustitutiva de la existente no anula completamente los beneficios que se derivan de la utilización de esta última. Simplemente, la nueva tecnología deja en una posición de desventaja competitiva a los usuarios de la innovación anterior, sin anular completamente sus beneficios. Por otra parte, la aparición de innovaciones complementarias de la que se está considerando produciría un aumento en la demanda de la innovación analizada, al incrementar el beneficio esperado de la misma.

Con respecto al nivel de información del organismo público encargado de la política de fomento en la adopción de innovaciones, puede ocurrir que este organismo esté peor informado sobre el mercado de la innovación que los oferentes y demandantes de dicho mercado. Cuando se da esta situación de desventaja informativa del organismo público, son necesarias ciertas precauciones en el diseño de políticas de fomento de la adopción de innovaciones. Si esa desventaja informativa no existe y la administración pública posee información completa sobre la demanda y costes de producción de la innovación, entonces escogerá aquella política que resulte óptima desde el punto de vista social (por ejemplo, la que maximice el bienestar social).

En general se constata que, en ausencia de intervención pública, el ritmo de difusión de la innovación será más lento del que aconsejaría el bienestar social. Aunque debe notarse que la maximización del bienestar social no implica una difusión de la innovación que sea lo más rápida posible. La rapidez de difusión deseable depende de factores relativos a los costes de producción de la innovación, de la existencia o no de aprendizaje con la experiencia, etc. Tampoco la maximización del bienestar social requiere que la difusión sea total. Puede haber empresas para las que la adopción de la innovación suponga mayores costes que beneficios. Inducir mediante incentivos económicos la adopción por parte de esas empresas puede suponer un desperdicio de recursos desde el punto de vista social.

En ocasiones existe poca información sobre la existencia de una innovación, sus particularidades, sus posibilidades de modificación para acoplarla a las necesidades concretas del usuario (su flexibilidad). En estos contextos los gobiernos han de poner en práctica políticas informativas para dar a conocer los nuevos avances y fomentar con ello la adopción de innovaciones.

3.2.1.3. Externalidades de red y estandarización

Si el uso de una innovación beneficia más a un usuario de la misma cuanto mayor sea el número de usuarios de esa innovación, estaremos ante la presencia de efec-

tos externos de red positivos (Tirole, 1990). Los efectos externos de red pueden ser directos; por ejemplo, un usuario de teléfonos o de correo electrónico se beneficia cuanto mayor sea el número de usuarios. Lo mismo ocurre con los usuarios de *softwares* compatibles: podrán compartirlos, por lo que los adoptantes potenciales tendrán en cuenta cuál es la tecnología utilizada por el resto de agentes económicos. También pueden ser indirectos, debido a los rendimientos crecientes a escala en la producción, cuanto mayor es la red mayor es número de productos ofrecidos, que además tienen un precio inferior (por ejemplo, se diseñan más programas para un ordenador que sea popular). El tamaño de la red puede ser específico de una empresa (como es el caso de los automóviles) o de una industria.

La presencia de externalidades en red afectará particularmente, a las pautas de difusión de las tecnologías, debido a que la función de utilidad de los consumidores es interdependiente, dando lugar a que los usuarios deban anticipar cuál de las tecnologías será más utilizada por los otros usuarios. Ello introduce problemas de coordinación, pues los usuarios están interesados en utilizar la misma tecnologías pero pueden tener preferencias conflictivas. Las dos ineficiencias potenciales que se pueden plantear en esta situación son: exceso de inercia (los usuarios esperan demasiado para adoptar la nueva tecnología o para escoger entre las diversas tecnologías) y exceso de adopción (los consumidores se precipitan a adoptar una tecnología inferior por miedo a encontrarse encallados).

Otro aspecto que hay que considerar tiene que ver con el lado de la oferta y con la manera en que las tecnologías se escogen y lanzan al mercado. Cuando existen externalidades en red, los estándares (es decir, la elección de una tecnología particular para ser adoptada por todos los consumidores) frecuentemente se implantan por mandato (o por acuerdo) del gobierno o por acuerdo de una determinada industria. Por ejemplo, las bombillas, enchufes y vías de tren son generalmente estandarizados. Entre las ventajas de la estandarización está la reducción de los costes de búsqueda e información acerca de las posibles tecnología, además de evitar el exceso de inercia y reducir la diversidad de opciones.

3.2.2. Políticas de difusión de tecnología

Una cuestión básica que se ha de plantear es por qué los gobiernos se involucran (o deberían hacerlo) en los procesos de difusión tecnológica. La justificación clásica supone que estos procesos no se desarrollarán de forma óptima en ausencia de intervención pública y en general el sector público estará interesado en estimular los procesos de difusión y adopción de nuevas tecnologías. Las empresas pueden retardar la adopción de una nueva tecnología por varias causas:

- La falta de información acerca de las tecnologías disponibles.
- Aun en caso de conocimiento de la nueva tecnología, su incorporación puede suponer elevados costes de aprendizaje.
- Falta de capacidad tecnológica para incorporar la tecnología.

Por este motivo, los instrumentos públicos de difusión de tecnología se han centrado en programas de información y conexión entre oferta y demanda de tecnología, y en mejorar la capacidad de las empresas para adaptarse a los cambios que suponen las nuevas tecnologías.

3.2.2.1. Programas de difusión en la OCDE: aspectos generales

La evidencia muestra que las empresas e industrias caracterizadas por la utilización de tecnologías avanzadas y un comportamiento innovador tienen crecimientos del empleo y productividad por encima de la media. La introducción de nuevas tecnologías da lugar a procesos de producción más eficientes y menores costes de producción, así como al desarrollo de nuevos productos y la creación de nueva demanda.

Los gobiernos de la OCDE se centran en los programas de difusión de tecnologías como un elemento clave en la creación de empleo. En general, las políticas macroeconómicas, la flexibilidad de los mercados de trabajo y productos no parecen suficientes para crear las condiciones necesarias para identificar y adaptar adecuadamente las nuevas tecnologías. Adicionalmente las empresas y los individuos pueden no ser lo suficientemente flexibles para incorporar nuevas tecnologías. Los programas de difusión de tecnología están orientados no solamente a la diseminación de la tecnología y el conocimiento, sino también a incrementar la capacidad de identificar, absorber e incorporar tecnologías en el largo plazo.

Los programas de difusión de tecnología han evolucionado considerablemente en sus contenidos desde las pasadas décadas, ampliando los objetivos y los instrumentos empleados. Durante los años setenta la difusión de tecnología se ha centrado en la transferencia de resultados de proyectos de investigación realizados en el ámbito público hacia las industrias. Para este fin, muchos países de la OCDE establecieron bancos de datos, agencias de transferencia de tecnología, etc. Durante los años ochenta los esfuerzos iban dirigidos a la diseminación de tecnologías avanzadas específicas (microelectrónica, diseños por ordenador, CAD-CAM, etc.) en las manufacturas. En los noventa, la mayor atención se presta en superar a los obstáculos internos y en la difusión tecnológica en el ámbito empresarial.

La OCDE ha identificado varios tipos de programas e iniciativas gubernamentales encaminadas a promocionar la difusión de tecnología, atendiendo a los fines que persiguen (OCDE, 1997):

- Programas que mejoran la adopción y adaptación de tecnologías específicas.
- Programas que pretenden mejorar la capacidad de recepción de tecnología de las empresas, como proyectos de asistencia técnica, información sobre redes, etc.
- Programas que fomentan la capacidad de innovación de las empresas.

El cuadro 3.8 ilustra la transición de las políticas de difusión desde la transferencia de resultados de investigación públicos y bienes de equipo (nivel 1) hasta políticas que reconozcan la difusión y la innovación como procesos interdependientes. En el segundo nivel, estas políticas buscan mejorar la capacidad general del receptor de tecnología a través de instrumentos como la asistencia técnica y los servicios de extensión manufacturera. En el tercer nivel estarían las políticas/iniciativas para impulsar la capacidad global de innovación de las empresas, incluyendo la utilización de diagnóstico, herramientas de *benchmarking*, las cuales pueden ayudar a las empresas a desarrollar e implementar una adopción de tecnologías más estratégica.

Cuadro 3.8
Tipología de programas/iniciativas de difusión de tecnologías

<i>Fines</i>	<i>Tipo de programas</i>	<i>Objetivos</i>
<i>Nivel 1 Estimular la adopción y adaptación de tecnologías específicas</i>	<i>Tecnológico</i>	<i>Difundir una tecnología específica entre un amplio número de empresas y sectores.</i>
	<i>Institucional</i>	<i>Promociona la transferencia de tecnología desde instituciones específicas.</i>
	<i>Sectorial</i>	<i>Difusión de tecnología hacia un sector industrial específico.</i>
	<i>Demostración</i>	<i>Demostración de la implementación práctica de las tecnologías.</i>
<i>Nivel 2 Mejorar la capacidad receptora de la tecnología en las empresas</i>	<i>Asistencia técnica</i>	<i>Asistir a empresas en el diagnóstico de las necesidades tecnológicas y en la resolución de problemas.</i>
	<i>Redes de información</i>	<i>Acceso a información sobre las fuentes tecnológicas.</i>
	<i>Asistencia para proyectos de I+D+I a pequeña escala</i>	<i>Crear capacidades para el desarrollo tecnológico autónomo.</i>
<i>Nivel 3 Impulsar la capacidad de innovación de las empresas</i>	<i>Planificar tecnologías sectoriales</i>	<i>Planificación sistemática para inversiones futuras en tecnologías estratégicas.</i>
	<i>Instrumentos de diagnóstico</i>	<i>Asistencia a las empresas para desarrollar innovaciones orientadas a la dirección.</i>
	<i>Benchmarking</i>	<i>Transmitir las mejores prácticas.</i>
	<i>Colaboración universidad/industria</i>	<i>Mejorar el conocimiento básico de la empresa.</i>

Fuente: OCDE (1997).

Estimular la transferencia de tecnología desde el sector científico al empresarial es un objetivo común en las políticas de difusión de tecnología. Los países de la OCDE mantienen numerosos instrumentos e instituciones agrupados en la expresión «infraestructura de difusión tecnológica», entre los que se podrían incluir subsidios,

centros de transferencia de tecnología, servicios de extensión tecnológica, oficinas de patentes, oficinas de transferencia de tecnología universitarias, sistemas de redes, etc.

A partir de las experiencias de un grupo de países de la OCDE, se realiza otra clasificación de programas de difusión con un enfoque operacional, según el cual se distinguen cuatro tipos que se resumen en el cuadro 3.9.

Cuadro 3.9
Programas de difusión

<i>Tipo de programa</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Ejemplo</i>
<i>Programa de oferta</i>	<i>Transferencia de tecnología desde la investigación básica realizada por el sector público hasta el sector productivo.</i>	<i>Canadá: «Canadian Space Agency's Space Station Programa»</i>
<i>Programas de demanda</i>	<i>Transferir tecnologías que cubran las necesidades específicas de las empresas.</i>	<i>Estados Unidos: sociedad de extensión manufacturera.</i>
<i>Construcciones de redes</i>	<i>Desarrollar instituciones y sociedades que promuevan los flujos de tecnología.</i>	<i>Holanda: centros de innovación holandeses.</i>
<i>Construcción de infraestructura</i>	<i>Actualizar la infraestructura tecnológica en el ámbito regional y nacional.</i>	<i>Corea: los centros de investigación regional.</i>

Fuente: OCDE (1997).

- En primer lugar se sitúan las iniciativas por el lado de la oferta que buscan transferir y comercializar tecnología desde la investigación básica realizadas generalmente en el ámbito público hacia las empresas. En la mayoría de los casos la investigación o tecnología ha sido financiada con fondos públicos a través de universidades, centros de investigación o agencias gubernamentales. Un ejemplo es la Agencia Espacial Canadiense, la cual financia la transferencia de tecnología de uso dual (robótica por ejemplo) hacia las empresas canadienses, incluyendo las de menor tamaño.
- Dentro del segundo enfoque general de políticas destinadas a promocionar la difusión de tecnología situamos los programas de demanda. El principal objetivo que plantean es identificar las oportunidades tecnológicas, las necesidades que presentan las empresas, especialmente las pequeñas y medianas, con el objeto de aplicar los recursos y expertos apropiados. Un ejemplo de este tipo de actuación lo pone de manifiesto Noruega con el programa «Desarrollo industrial utilizando nuevas tecnologías», programa que se centra en desarrollar las capacidades de las empresas a través de la formación, para resolver problemas y proporcionar habilidades en materia de organización capaces de incorporar tecnologías.
- El tercer tipo de programas consiste en una estrategia de construcción de redes, a partir de la creación de instituciones que promuevan los flujos de

información entre empresas. Una experiencia de este tipo viene ilustrada por Alemania y Holanda, donde existe un sistema regional de centros de innovación que actúan como intermediarios entre las empresas privadas y los organismos públicos de investigación.

- Finalmente, están los programas de construcción de infraestructura, en cuyo contexto la atención no se centra en empresas, sectores o regiones específicas, sino en la infraestructura tecnológica nacional como un todo.

En general, todos los países presentan diseños de política que incluyen los cuatro enfoques.

Las recomendaciones sobre algunos aspectos que deberían tomarse en consideración en el diseño de políticas de difusión tecnológica realizadas por la OCDE (1997) a partir de las experiencias de diferentes países, se resumen así:

- Emplear y desarrollar la experiencia de los consultores.
- Proximidad geográfica: se considera importante la presencia local de alguna institución que permita una cercana y próxima interacción con las empresas.
- Promover una «cultura innovadora» en las empresas.
- Evitar la duplicación de recursos, es decir, tratar de aprovechar al máximo los recursos existentes, integrando y coordinando los diferentes tipos de instituciones y servicios.
- Mantener la proximidad con grupos industriales y asociaciones.
- Asegurar la estabilidad de las políticas llevadas a cabo.

Un aspecto importante que hay que considerar en las políticas de difusión de tecnología es la notable desventaja con la que se enfrentan las pequeñas y medianas empresas: las grandes empresas disponen, por regla general, de las competencias y de los recursos necesarios para innovar, mientras que las PYMES, tienen dificultades para reunir estas competencias y para movilizar estos recursos, por lo que son objeto privilegiado al que atienden los poderes públicos en este ámbito en todos los países. Siguiendo a Miede (1995), estos son algunos de los aspectos específicos de la políticas de difusión de tecnología en relación con las PYMES:

- Estimular la demanda a partir de dar a conocer a las empresas las nuevas oportunidades tecnológicas y sensibilizarlas al respecto.
- Potenciar la capacidad de adopción, a través de medidas que faciliten la contratación de técnicos e ingenieros.
- Romper el aislamiento favoreciendo las interacciones con proveedores, la participación en redes, foros, etc.
- Proporcionar servicios de apoyo localmente próximos a las empresas. El ámbito local o el regional pueden ser objeto de intervención más apropiada.

3.2.2.2. Política de difusión de tecnología en España

El cuadro 3.10 presenta el esquema presentado por el Ministerio de Industria en 1997 para clasificar las actividades de difusión de tecnología paralelamente al esquema seguido por la OCDE. Como se puede apreciar, la mayoría de iniciativas tienen un carácter más amplio, siendo pocas las diseñadas específicamente para la difusión de tecnología.

Cuadro 3.10
Tipología de programas/iniciativas de difusión de tecnologías

<i>Fines</i>	<i>Tipo de programas</i>	<i>Objetivos</i>
<i>Nivel 1 Estimular la adopción y adaptación de tecnologías específicas</i>	<i>Tecnológico</i>	<i>Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental (PITMA). Subsidios a proyectos de innovación tecnológica.</i>
	<i>Institucional</i>	<i>Oficina de Patentes y Marcas. Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).</i>
	<i>Sectorial</i>	<i>Difusión de tecnología hacia un sector industrial particular (textil).</i>
<i>Nivel 2 Mejorar la capacidad receptora de la tecnología en las empresas</i>	<i>Asistencia técnica</i>	<i>MINER. CDTI.</i>
	<i>Redes de información</i>	<i>Oficinas de Transferencia de Tecnología.</i>
	<i>Asistencia para proyectos de I+D+I a pequeña escala</i>	<i>Asistencia a pequeñas y medianas empresas.</i>
<i>Nivel 3 Impulsar la capacidad de innovación de las empresas</i>	<i>Planificar tecnologías sectoriales</i>	<i>Programas de Apoyo a la Tecnología, la Seguridad y Calidad Industrial (ATYCA).</i>
	<i>Colaboración universidad/industria</i>	<i>Plan Nacional de I+D.</i>

Fuente: Información MINER en OCDE (1997).

Ante la insuficiencia de iniciativas específicas en el terreno de la política de difusión de tecnología e información, el nuevo Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) incluye como objetivo estratégico «la mejora del aprovechamiento de los resultados de I+D+I por parte de las empresas y de la sociedad española en su conjunto». Para ello se diseña un bloque de acciones horizontales que fomenten la transferencia y difusión de resultados de las actividades de I+D+I.

En el marco del Plan Nacional, el Ministerio de Industria tiene atribuida la gestión de una serie de políticas que se engloban en el Programa de Fomento a la Investigación Técnica (PROFIT). Entre los objetivos que plantea este programa está el de «contri-

buir a las condiciones que favorezcan el aumento de la capacidad de absorción tecnológica de las empresas». Para ello se ha desarrollado un conjunto de ayudas financieras y se han establecido las características de los proyectos y actuaciones objeto de dichas ayudas, que estarán en vigencia hasta la finalización del Plan Nacional.⁽¹¹⁾ Las ayudas destinadas a la difusión de tecnología se agrupan bajo el epígrafe «Acciones especiales», que recoge las «actuaciones de difusión dirigidas a todas las empresas de los sectores empresariales, de los resultados de las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, así como de los instrumentos de las políticas públicas de fomento de dichas actividades orientadas al proceso de transferencia de tecnologías en el Sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa».

En documentos preparatorios, el MINER ha previsto la creación de una Red de Promoción de la Formación para la Innovación que identifique e integre a los agentes dinamizadores de la innovación que existen en el mercado y cuyo objetivo genérico es la mejora de la competitividad del tejido productivo (MINER, 1999). Para contribuir a la mejora de información en materia de innovación, los documentos proponen también el desarrollo de instrumentos que:

- Favorezcan el encuentro entre la oferta y demanda tecnológica.
- Dinamicen la demanda tecnológica, fomentando la cooperación tecnológica entre empresas y potenciando el desarrollo de *clusters* de innovación en empresas ubicadas dentro de un mismo sector de actividad o en sectores complementarios.
- Faciliten el acceso a las PYMES de información sobre diferentes aspectos relativos a la innovación industrial y contribuyan a crear el efecto «cultura de la innovación».

3.2.2.3. Difusión de tecnología: evidencia empírica

Determinantes de la difusión y adopción

Los trabajos empíricos en el ámbito de la transferencia de tecnología tienen como objetivo el estudio de los factores que estimulan o inhiben la adopción de tecnología por parte de las empresas y, por tanto, contribuyen a los procesos de difusión.

Habitualmente los análisis se centran en el estudio de industrias concretas o tecnologías específicas. En el ámbito internacional destacamos el trabajo de Rose y Joskow (1990), que analizan el efecto de ciertas características de las empresas sobre las decisiones de adopción de nuevas tecnologías en la industria eléctrica americana. Sus resultados sugieren que las empresas grandes y de propiedad privada adoptan nuevas tecnologías con mayor probabilidad que las empresas pequeñas y de propiedad pública. Los autores Karshenas y Stoneman (1993)

(11) La Orden de 7 de marzo de 2000, publicada en el «BOE» del 9 de marzo de 2000, establece las bases de las ayudas dentro del Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), las cuales se extienden a todo el período temporal del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003).

estudian la difusión de las herramientas de control numérico en los sectores relacionados con la ingeniería en el Reino Unido. Los principales factores que encontraron determinantes en la difusión de estas herramientas han sido el tamaño de la empresa, los ratios de crecimiento de la industria, el coste de la tecnología y los cambios esperados en el coste de la tecnología.

En España existen algunos trabajos que estudian la difusión de productos concretos. Entre ellos destacan el realizado por Florens *et al.* (1995), en el que se estudia la difusión del teléfono en España. Se trata de un producto con fuertes externalidades en red, por lo que la decisión individual de acceder a una red telefónica depende en gran medida del tamaño de la red. Concretamente, un agente decidirá acceder cuando su renta sobrepase un determinado umbral, el cual está determinado por el número de abonados, precios de uso y tarifas de acceso. El trabajo de Cabiedes (1995) se centra en analizar la difusión de innovaciones en el sector farmacéutico y cómo la intervención estatal en este sector a través del Registro de medicamentos constituye una barrera técnica a la difusión de innovaciones terapéuticas.

Evidencia empírica sobre la transferencia de tecnología en España

La Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, elaborada cada dos años por el INE, proporciona información sobre la transferencia de tecnología realizada por las empresas españolas, según el país de procedencia y la forma en que esta tecnología es adquirida por las empresas.

Por lo que se refiere al origen de las nuevas tecnologías adquiridas por empresas españolas, el cuadro 3.11 muestra que la mayor parte de las empresas adquieren tecnología en España, aunque existe una elevada heterogeneidad según el tamaño de la empresa.⁽¹²⁾ Mientras que casi el 60% de las empresas de más de 20 empleados compra las nuevas tecnologías en España, este porcentaje se eleva por encima del 80% en las de más de 20 empleados.

Cuadro 3.11
Empresas adquirientes
de nuevas tecnologías
según procedencia

<i>País de procedencia</i>	<i>< 20 empleados</i>	<i>> 20 empleados</i>	<i>Total</i>
<i>España</i>	<i>82,8</i>	<i>58,2</i>	<i>74,7</i>
<i>Otros países UE</i>	<i>13,0</i>	<i>28,5</i>	<i>18,1</i>
<i>Otros países europeos</i>	<i>0,003</i>	<i>4,1</i>	<i>1,6</i>
<i>USA</i>	<i>2,1</i>	<i>6,2</i>	<i>3,4</i>
<i>Japón</i>	<i>1,5</i>	<i>1,7</i>	<i>1,6</i>
<i>Otros países</i>	<i>0,003</i>	<i>1,3</i>	<i>0,006</i>

(12) Los datos de la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas corresponden al año 1996, debido a la falta de una pregunta equivalente en la encuesta de 1998.

Las formas en que las empresas obtienen las nuevas tecnologías resulta muy diversa, tal como muestra el cuadro 3.12.⁽¹³⁾ La más usual es adquirir las nuevas tecnologías incorporadas en compras de equipo (un 63% de las empresas utiliza esta forma de adquirir nueva tecnología); sin embargo, existe cierta diferencia según el tamaño de la empresas, siendo las pequeñas las que utilizan este mecanismo en mayor medida.

<i>País de procedencia</i>	<i>< 20 empleados</i>	<i>> 20 empleados</i>	<i>Total</i>
<i>Invencciones de terceros</i>	2,7	6,1	3,9
<i>Resultados de I+D</i>	2,2	7,4	4,0
<i>Servicios de consultoría</i>	8,4	14,9	10,7
<i>Incorporada en la compra de equipo</i>	72,8	46,3	63,5
<i>Personal especializado</i>	6,4	12,1	8,4
<i>Comunicaciones informales y formación</i>	7,4	13,2	9,4

Cuadro 3.12
Empresas adquirentes de nuevas tecnologías según forma de adquisición (1996)

Fuente: Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1996, INE (1998).

El análisis de la difusión internacional de tecnología se realiza habitualmente a partir de la importación y exportación de tecnología que realizan las empresas. El cuadro 3.13 presenta una estimación de ambas variables empleando la ESEE y abarca el período de 1995 a 1998. Se observa una importante desproporción entre los pagos tecnológicos realizados por las empresas y los ingresos que obtienen por la venta de la tecnología generada, dando lugar a un saldo muy desfavorable para las empresas españolas. Por otra parte, ambas variables muestran una tendencia creciente en el período analizado.

	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
<i>Ingresos</i>	8.879	11.198	13.052	13.151
<i>Pagos</i>	139.999	165.960	183.048	198.004

Cuadro 3.13
Ingresos y pagos tecnológicos de las empresas manufactureras españolas (miles de pestas)

Fuente: Estimación basada en la ESEE.

3.2.3. Diagnósticos

Las políticas tecnológicas han estado tradicionalmente centradas en potenciar las actividades de generación de tecnología e incrementar el conocimiento científico, pero:

Las medidas encaminadas a la adopción y difusión de nuevas tecnologías no han tenido suficiente protagonismo en las políticas de fomento de la innovación.

(13) Los datos de la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas corresponde al año 1996, debido a la falta de una pregunta equivalente en la encuesta de 1998.

- La difusión de innovaciones permite a las empresas utilizar los avances obtenidos por otras empresas y centros públicos de investigación. Por ello, desde el punto de vista social esta actividad es tan importante como la propia generación de innovaciones.

Las empresas españolas presentan carencias de información sobre nuevas tecnologías y de capacidad de absorción de las mismas.

- Para poder establecer una comunicación eficaz con empresas más avanzadas tecnológicamente, y especialmente con centros públicos de I+D, y a partir de ella llegar a asimilar las nuevas tecnologías, las empresas deben tener una mínima capacidad de I+D.

3.2.4. Recomendaciones

En muchos casos, las políticas de difusión se confunden con acciones de comunicación y divulgación de temas científicos y tecnológicos.

Las políticas de innovación deben situar el fomento de la difusión de la tecnología entre sus máximas prioridades.

- Existen fuertes asimetrías de información entre oferentes y demandantes de tecnología, y costes de acceso a la información por parte de los demandantes, lo que dificulta el desarrollo de un mercado de tecnología.
- Estas asimetrías y costes de acceso pueden reducirse fomentando la movilidad del personal investigador entre centros públicos y privados, ayudando a la creación y a la potenciación de unidades de I+D en las empresas y potenciando las unidades de interfaz.

Las políticas de innovación deben incentivar el desarrollo del mercado, estimulando a los oferentes de tecnología para identificar y servir a sus potenciales clientes.

- Para salvar la distancia entre los productos tecnológicos demandados por las empresas y la capacidad tecnológica existente en los centros públicos, es necesaria una labor comercial que debería encontrar una recompensa en el sistema de innovación.

3.3. Cooperación en I+D+I

3.3.1. Aspectos teóricos de la cooperación en I+D+I

Entre los fallos de mercado relacionados con la actividad tecnológica se encuentra la incapacidad de las empresas para apropiarse completamente de los resultados de su innovación, lo cual, junto con la posibilidad de aprovecharse en cierto grado de la innovación, de los rivales, provoca que los niveles de inversión en I+D+I adoptados por las empresas sean habitualmente subóptimos desde el punto de vista del bienestar agregado. Uno de los mecanismos que pueden contribuir a la superación de este fallo de mercado es la cooperación entre las empresas en I+D+I, que puede también permitir aprovechar economías de escala en la producción de innovación. Además, la magnitud de determinados proyectos hace que difícilmente puedan ser abordados por una empresa aislada.

La cooperación en I+D+I entre empresas competidoras puede tener diversas consecuencias sobre la competencia en el mercado y, en consecuencia, sobre la estructura de mercado resultante. Consiguientemente, resulta relevante preguntarse si la creación de cárteles tecnológicos resulta beneficiosa desde el punto de vista del bienestar social y si las empresas tienen los incentivos privados para crear dichos cárteles. La respuesta dependerá en gran medida de la importancia de los efectos externos asociados al proceso de I+D+I (*spillovers*), y de las asimetrías existentes entre las empresas. Es importante analizar bajo qué condiciones no hay peligro de que la cooperación en I+D+I provoque una reducción de la competencia.

Antes de pasar a analizar con cierto detenimiento algunos de los factores que facilitan o dificultan la cooperación en actividades de I+D+I, podemos sistematizarlos replicando las tablas 1 y 2 del panorama de Veugelers (1998).

- *Patentes registradas en España.*
- *Acceso a los conocimientos/mercados/productos de los socios.*
- *Ganancias de eficiencia.*
 - *Economías de escala en la producción/distribución/I+D.*
 - *Sinergias de intercambiar/compartir conocimientos.*
- *Consideraciones competitivas.*
 - *Controlar la tecnología/mercados/productos de los socios.*
 - *Influir sobre los competidores con alianzas en otras actividades (tomar posiciones frente a seguidores, pre-emption).*
 - *Influir sobre la estructura competitiva.*
- *Política pública (industrial, de comercio y de competencia).*
 - *Por ejemplo: Subsidios pro cooperación, antitrust.*

Cuadro 3.14
Motivos para aliarse

Fuente: Veugelers (1998).

- *Inversiones iniciales.*
 - *Costes de negociación, inversiones en infraestructura específica, oportunidades perdidas (por ejemplo, en términos de otros socios).*
- *Costes de coordinación y agencia para llevar a cabo la cooperación.*
- *Información asimétrica.*
- *Valoración de los inputs del socio (valoración a priori y evaluación ex-post).*
- *Control de los flujos de información entre los socios.*

Fuente: Veugelers (1998).

3.3.1.1. Cooperación en I+D+I y *spillovers*

En general, se puede afirmar que las empresas rivales son capaces de aprovecharse en cierto grado de los resultados de la innovación de una empresa determinada. Por esta razón, los incentivos privados de la empresa para que invierta en este tipo de actividades son inferiores a la rentabilidad social, dado el posible aumento de la competencia. La cooperación en I+D+I entre las empresas puede contribuir a reducir ese fallo de mercado, logrando que se incremente el nivel de inversión alcanzado. Sin embargo, este tipo de acuerdos conlleva ciertos peligros: en particular, que las empresas alcancen acuerdos en la fijación de precios y *output*; pero incluso en ese caso puede suceder que el acuerdo mejore el bienestar social (Yi, 1995).

Gran parte de la literatura teórica que estudia la cooperación en I+D+I se ha centrado en esta cuestión. Véanse, por ejemplo, los trabajos de d'Aspremont y Jacquemin (1988), Kamien *et al.* (1992), Baumol (1993), Motta (1992) y, más recientemente, los de Salant y Shaffer (1998) y Petit y Tolwinski (1999).

El trabajo de Petit y Tolwinski (1999) analiza las repercusiones sobre el bienestar social del establecimiento de acuerdos de cooperación entre empresas, en un contexto dinámico y comparando la situación en la que las empresas son simétricas con la situación asimétrica. Las conclusiones a las que llegan parecen sumamente relevantes para el diseño de la política tecnológica de fomento de la cooperación.

En el caso de que la industria esté constituida por empresas simétricas:

- Si los efectos externos son pequeños, la competencia entre las empresas tanto en I+D+I como en el mercado de productos es deseable desde el punto de vista del bienestar social y, por tanto, la creación de cárteles de investigación no sería socialmente beneficiosa.
- Por el contrario, si los efectos externos son importantes, la aparición de acuerdos de cooperación (creación de *joint ventures*) puede ser interesante no sólo desde el punto de vista del bienestar social, sino también desde el punto de vista de las empresas.
- En general, los beneficios de las empresas aumentan con el grado de cartelización, por lo que las empresas tienen tendencia a cooperar, y en la situación

extrema podrían llegar a replicar la situación de monopolio. Sin embargo, desde el punto de vista de los consumidores, aunque se diera una cartelización total, el nivel de I+D+I sería más elevado y los precios también serían significativamente superiores, por lo que los consumidores preferirían otras estructuras de mercado. Por tanto, si las empresas son simétricas, la política tecnológica debería fomentar la cooperación sólo si los *spillovers* son importantes.

- Estas conclusiones cambian si las empresas son asimétricas. En este caso, si la asimetría es importante, la legislación de protección intelectual (patentes) puede fácilmente conducir a que el mercado se convierta en monopolio, lo cual sería socialmente indeseable. En estas condiciones, tanto la creación de cárteles en los que las empresas comparten la tecnología (que permitirían a las empresas más débiles mantenerse en el mercado, lo que contribuiría a que los precios fueran más bajos), como la creación de *joint ventures*, resultaría socialmente beneficiosa, pero las empresas pueden no tener incentivos para cooperar.

En general, puede suceder que algunas empresas prefieran quedarse fuera del acuerdo y aprovecharse de los *spillovers* que pudieran surgir de las empresas que sí cooperan. También pueden existir incentivos en la dirección contraria: puede suceder que algunas empresas decidan establecer acuerdos de cooperación excluyendo a otras (véase Greenlee y Cassiman, 1999), pues para seguir siendo competitivas las empresas excluidas pueden verse forzadas a seguir invirtiendo en I+D+I, lo cual repercutirá positivamente mediante *spillovers* sobre las que establecen el acuerdo.

Consiguientemente, la legislación antitrust debería ser flexible, dado que la cooperación tecnológica puede tener efectos positivos socialmente e incluso reducir los incentivos para la concentración industrial. Determinadas características del mercado pueden tener algo que decir, en particular el grado de *spillovers* existente y las asimetrías entre las empresas. En cualquier caso, establecer reglas de aplicación general no parece fácil.

3.3.1.2. Cooperación en I+D+I y reparto de costes

Otras razones para la cooperación en I+D+I, señaladas entre otros por Cassiman (1999), se encuentran en el hecho de que la cooperación en I+D+I permite aprovechar economías de escala y alcance difíciles de conseguir en ausencia de estos acuerdos. Además, los acuerdos de cooperación permiten diversificar riesgos, reduciendo la prima por riesgo que un inversor averso al riesgo precisa percibir para participar en un proyecto.

Adicionalmente, cooperar con socios de otras industrias puede permitir alcanzar economías de alcance, sin los efectos perversos sobre la competencia de la cooperación con empresas del mismo sector.

La cooperación puede evitar duplicaciones y favorecer la difusión de los resultados de la innovación. Se trata no sólo de economías de producción ligadas a la no

duplicación de gastos y a lograr economías de alcance, sino también economías de intercambio relacionadas con las transacciones de adquisición de información.

Una vez que el conocimiento es alcanzado, el precio al que sería eficiente que se transmitiese sería precio igual al coste marginal (próximo a cero); sin embargo, eso no permitiría a la empresa que innova recuperar sus costes fijos. Por ello, las empresas pueden encontrar acuerdos mutuamente ventajosos, en los que una innova y la otra compra los resultados a un precio superior a los costes marginales, ahorrándose los costes fijos; o pueden cooperar en I+D+I evitando la duplicación de los costes fijos, aprovechando economías de alcance y evitando fijar precios de transacción (precios mayores que los costes marginales).

Además, los acuerdos de cooperación pueden suponer costes de transacción menores en comparación con una transacción de mercado o con el desarrollo interno de la tecnología. Hennart (1988) señala tres condiciones que son necesarias para que se dé cooperación en lugar de transacciones de mercado o integración vertical:

- Existencia de ineficiencias en el mercado derivadas de asimetrías de información, o por la existencia de conocimientos tácitos, que provocan que las economías de escala y alcance no puedan conseguirse a través de una transacción en el mercado.
- El conocimiento desarrollado ha de tener un carácter de bien público, de modo que pueda ser transmitido a su coste marginal, lo que reduce la eficiencia de llevar a cabo las actividades de I+D+I dentro de la empresa sin cooperación.
- El conocimiento desarrollado debe ser específico a la empresa y no puede separarse del resto de sus actividades. En ese caso adquirir la empresa no es eficiente, ya que sería preciso replicar todas sus actividades.

Robertson y Gatignon (1998) apuntan que las empresas prefieren las alianzas tecnológicas cuando la incertidumbre tecnológica es elevada y la experiencia realizando alianzas también lo es. Por el contrario, la incertidumbre sobre la demanda, la especificidad de los activos y la incertidumbre sobre el rendimiento actúan en la dirección contraria.

Pisano (1997) señala la existencia de un problema de selección adversa: las empresas prefieren controlar los proyectos más provechosos y cooperar en proyectos con menor potencial.

Por su parte, Eaton y Eswaran (1997) apuntan que si los socios además de coordinar la inversión en I+D+I comparten su información, consiguen incrementar la estabilidad del acuerdo, pues el coste de comportamientos oportunistas es más elevado.

3.3.1.3. Aspectos organizativos de la cooperación

Otro aspecto abordado en la literatura teórica se refiere a las características que han de reunir los contratos establecidos entre las empresas que cooperan en

I+D+I para que dicha cooperación pueda ser efectiva. Trabajos como los de Sandonis (1993), Veugelers y Kesteloot (1994), y Pérez-Castrillo y Sandonis (1997) analizan este tipo de cuestiones.

Diversos problemas de información provocan que los acuerdos de cooperación no siempre sean susceptibles de contrato. En particular, pueden surgir diversos comportamientos oportunistas por parte de los socios del acuerdo. Veugelers y Kesteloot (1994) constatan que un nivel medio de *spillovers* favorece la estabilidad de los acuerdos, mientras que tanto para niveles bajos como para niveles altos de *spillovers* los incentivos a comportarse de manera oportunista son demasiado elevados.

3.3.1.4. Complementariedad o sustituibilidad

Además, antes de diseñar una política de fomento de la cooperación, también deben analizarse los efectos que dicha política tendrá sobre las actividades de I+D+I, que continuarán desarrollándose individualmente por las empresas. ¿Resulta la cooperación complementaria a las actividades propias de I+D+I o sustituirá dichas actividades?

Algunos autores, como Friedman, Berg y Duncan (1979) y Irwin y Klenow (1996), estiman que existe sustitución entre participación en acuerdos en I+D+I y esfuerzo interno. Otros autores tienen evidencia en sentido contrario (Cohen y Levinthal, 1989; Veugelers, 1998; Aurora y Gambardella, 1990, 1994; Gambardella, 1992; Brandstetter y Sakakibara, 1998). Sin embargo, cabe esperar un efecto de complementariedad entre I+D+I propia y acuerdos de cooperación, en la medida en que estos últimos incrementan la capacidad de absorción (apropiabilidad) de la empresa.

3.3.1.5. Cooperación pública/privada

A lo largo de los últimos diez años numerosas iniciativas de política tecnológica han buscado la cooperación entre agentes públicos y agentes privados. Entre ellos, los Programas Marco de la Unión Europea y también, aunque en menor medida, las políticas derivadas de la Ley de la Ciencia en España.

Varias son las virtudes que suelen señalarse respecto a la cooperación pública/privada en materia de I+D+I (OCDE, 1998):

- La cooperación pública/privada en I+D+I permite llevar adelante proyectos conjuntos en áreas en las que existe interés común pero insuficiencia de capacidad e incentivos para actuar eficientemente de forma separada.
- Los socios proporcionan varios tipos de recursos, además de los financieros (por ejemplo, personal cualificado y medios para la investigación).
- Este tipo de prácticas constituye un marco institucional genérico muy útil en el ámbito nacional y un punto de referencia e instrumento de aprendizaje a nivel internacional.

- Además, existe la posibilidad de que se logre mejorar la vinculación entre la I+D+I básica (*mission oriented*) y la orientada hacia el mercado en beneficio de ambas.
- En comparación con las políticas de subsidios directos a la I+D+I, la cooperación pública/privada permite una selección más competitiva de los participantes privados, incrementa la influencia del sector privado en la selección y dirección de los proyectos y permite una mayor incidencia de los fondos públicos sobre la inversión privada. En ese sentido, los acuerdos institucionales y contractuales en la cooperación pública-privada deben asegurar que se escojan los mejores proyectos; se seleccionen los mejores socios privados; se alcance un reparto óptimo de costes, riesgos y recompensas entre los socios públicos y privados, evitando gastos públicos innecesarios; se desaliente el comportamiento oportunista, de modo que todos los participantes aporten la cantidad y calidad de recursos necesaria.

Ahora bien, una cuestión que puede tener una importancia crítica en el éxito de este tipo de acuerdos es el reparto y la forma de entrega de los fondos, pues normalmente dependen de criterios administrativos y no dan al gobierno y a los destinatarios los incentivos correctos para hacer el mejor uso del dinero público. Mejorar estos aspectos podría incrementar la eficiencia de las ayudas públicas a la I+D+I.

En España, todos los proyectos y actuaciones que puedan acogerse a ayudas dentro del PROFIT, incluidas en el Plan Nacional de I+D+I, podrán ser individuales o, por el contrario, proyectos o actuaciones en cooperación. En este último caso podrán participar empresas, organismos públicos de cooperación, centros privados de I+D+I sin ánimo de lucro, centros tecnológicos, entidades de derecho público y, eventualmente, usuarios potenciales, cuyas relaciones estén formalizadas documentalmente mediante un contrato, convenio o acuerdo en el que se establezcan los derechos y obligaciones de los distintos sujetos participantes. Para que el proyecto o actuación tecnológica tenga consideración de proyecto o actuación en cooperación, se requiere un mínimo de dos participantes, que pueden ser o no del mismo tipo.

En las convocatorias del MEC, también se prevé la colaboración entre empresas y el sistema público de I+D, pero las empresas sólo pueden recibir subvenciones a través de centros públicos o entidades sin ánimo de lucro.

3.3.1.6. Cooperación Internacional

La promoción de la cooperación en actividades de I+D+I desde los gobiernos puede dar lugar a algunos aspectos contradictorios. Por una parte, el objetivo puede ser mejorar la competitividad de las empresas nacionales. Por otra, puede existir interés en fomentar la cooperación en determinados proyectos entre participantes de diversos países, de modo que el esfuerzo conjunto contribuya a superar los niveles mínimos de inversión que deben ser superados para que puedan llevarse a

cabo. Esto conduce a cierto *trade-off* entre promocionar la I+D+I en el ámbito nacional (interno) y alcanzar economías de escala, especialmente en el caso de países pequeños y para cierto tipo de tecnología. Además, pueden surgir otros obstáculos derivados de las diferencias legales y regulatorias existentes entre diferentes países, especialmente en relación con la defensa de la propiedad intelectual.

Las reglas y la práctica en relación a la participación extranjera en proyectos de investigación financiados con fondos públicos no suelen ser muy transparentes. Sin embargo, aunque puede haber diferencias entre países y entre programas, la gran mayoría de los programas nacionales están abiertos a la participación de empresas extranjeras instaladas en el país, aunque sólo una proporción muy reducida no presentan ningún tipo de restricción respecto a la localización geográfica y a la propiedad de la empresa.

En USA el acceso de las empresas extranjeras lo decide la agencia que gestiona el programa. En Japón no existe ninguna política general explícita en relación con la participación de empresas extranjeras en proyectos financiados con fondos públicos, y las reglas aplicadas de forma implícita dependen de los objetivos de los programas. En Europa, la participación de empresas extranjeras instaladas en un país se incentiva en los países pequeños y no se restringe en el resto, aunque en algunos países se aplican reglas especiales en cuanto a la explotación de los resultados.

Por lo que respecta a empresas extranjeras no instaladas en el país, no suelen existir reglas especificadas de acceso, financiación y explotación de los resultados, y el tratamiento concreto realizado difiere entre países y programas. En la Unión Europea, las actividades de innovación llevadas a cabo dentro de los Programas Marco están en principio abiertas a la participación de países extranjeros, aunque con ciertas restricciones en la práctica.

Los gobiernos pueden también incentivar la cooperación de una forma más directa, con programas cuyo objetivo explícito sea precisamente fomentar la cooperación entre participantes de varios países. La necesidad de este tipo de colaboración en ciencia básica (cuyos objetivos pueden fácilmente exceder los intereses de un país, y cuyos costes pueden ser muy elevados) es ampliamente reconocida. Por otra parte, en actividades de investigación más aplicadas, o próximas al mercado, existen dificultades para diseñar políticas de cooperación. De hecho, los programas más importantes en este campo son los europeos (los Programas Marco y EUREKA), y hay muy pocos ejemplos de iniciativas completamente globales (el programa japonés *Intelligent Manufacturing Systems*).

En resumen, las discrepancias internacionales en el acceso de las empresas extranjeras a programas de investigación financiados con fondos públicos han tendido a reducirse, siguiendo las positivas iniciativas de Japón. Sin embargo, las reglas y la práctica concreta difieren mucho entre países y entre programas, siendo la ausencia de transparencia el principal obstáculo para que se explote toda la potencialidad de los programas nacionales como instrumento de cooperación tecnológica internacional.

3.3.2. Evidencia empírica sobre cooperación en I+D+I

Aunque existen muchos trabajos teóricos sobre la cooperación en I+D+I, los trabajos empíricos que se han planteado analizar la cooperación en I+D+I son mucho menos abundantes. Además, aunque la literatura se ha ocupado fundamentalmente de estudiar las consecuencias de la cooperación entre empresas que compiten en el mercado del producto, la realidad empírica indica que la cooperación se produce sobre todo con clientes y con proveedores, además de con instituciones públicas de investigación y con universidades. Véase, como ejemplo, el trabajo de Cassiman (1999) y el cuadro que se presenta a continuación, elaborado con información de la ESEE, a partir de una pregunta incorporada en 1998 al cuestionario que responden las empresas.

Cuadro 3.16
Empresas que mantuvieron colaboraciones externas para realizar actividades tecnológicas (puntos porcentuales)

<i>Tipo de colaboración</i>	<i>Empresas de hasta 200 trabajadores</i>	<i>Empresas de más de 200 trabajadores</i>
<i>Con proveedores</i>	48,3	66,0
<i>Con la universidad y/o centros tecnológicos</i>	28,4	62,8
<i>Con clientes</i>	41,4	50,6
<i>Con competidores</i>	5,4	8,0
<i>Acuerdos de cooperación tecnológica</i>	5,0	19,6
<i>Particip. en emp. con innovación tecnológica</i>	8,0	19,6
<i>Particip. en progr. de investigación de la UE</i>	1,5	5,8
<i>Ninguno de los anteriores</i>	31,4	12,8

Fuente: ESEE.

La escasez de trabajos empíricos en este campo es quizás más evidente aún en el caso español, lo cual se explica en gran medida por la limitada información disponible para llevar a cabo el análisis, especialmente a en el ámbito de una empresa. Dos trabajos recientes en este campo son el de Cassiman (1999) y el de Bayona, García y Huertas (1999): utilizan ambos la misma base de datos, la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas de 1996, pero el primero de ellos con datos de industria y el segundo con datos de empresa.

Cassiman también señala que la propensión a cooperar depende en gran medida del sector de actividad, siendo los sectores de servicios a empresas (desarrollo de *software*), farmacia y equipo eléctrico y electrónico los que presentan una propensión más elevada. En su trabajo estima un modelo econométrico sencillo, en el que la variable que se debe explicar es precisamente la propensión a cooperar en actividades de I+D+I por sector de actividad (medida como el porcentaje de empresas que coopera en cada industria). Como variables explicativas incluye diversas variables con las que trata de encontrar evidencia acerca de la importancia de las hipótesis de coordinación (aprovechamiento de efectos *spillovers*), la hipótesis de reparto de costes y/o riesgos y la hipótesis de complementariedad (o sustituibili-

dad) entre actividades internas de I+D+I y cooperación en la explicación de dicha propensión. Sus conclusiones, que como él mismo indica deben ser tomadas con cautela, dado el limitado número de observaciones que utiliza (31), parecen confirmar la hipótesis de complementariedad y de reparto de costes, pero no la de reparto de riesgos.

Bayona, García y Huertas (1999), utilizando la misma base de datos pero en el ámbito de la empresa, plantean un modelo econométrico en el que la variable que se debe explicar es la decisión por parte de la empresa de participar o no en actividades de cooperación en I+D+I. A partir de los resultados de la estimación de su modelo utilizando una regresión logística, dan un perfil de las empresas españolas que cooperan en I+D: empresas de gran tamaño, que pertenecen a sectores de alta intensidad tecnológica y que perciben como más importante que las que no cooperan los factores que dificultan la innovación y dan más importancia a los objetivos que se pretende alcanzar con la innovación. Por ello, concluyen que los factores que más contribuyen a explicar la decisión de las empresas de cooperar en actividades de I+D+I son la complejidad del desarrollo tecnológico y el carácter incierto y costoso de la innovación (hipótesis de reparto de costes y riesgos en el trabajo de Cassiman), junto con factores de tamaño y de capacidad de la empresa en I+D+I (hipótesis de complementariedad en el trabajo de Cassiman).

3.3.3. Diagnósticos

La cooperación entre empresas es un fenómeno cada vez más frecuente, y sobre el que existe un intenso debate, debido a los riesgos de que altere la competencia en el mercado.

La cooperación entre empresas fomenta la innovación tecnológica.

- La cooperación en I+D+I entre las empresas permite:
 - Aprovechar los *spillovers* derivados de las actividades tecnológicas, especialmente cuando estos son importantes.
 - Superar los elevados costes iniciales asociados con frecuencia a estas actividades.
 - Compartir riesgos, especialmente cuando la incertidumbre tecnológica es elevada.
 - Evitar duplicidades en los gastos en I+D+I.
 - Favorecer la difusión de los resultados de la innovación
- La cooperación entre empresas tendrá efectos positivos cuando se limite a la I+D+I y no implique acuerdos para alterar la competencia en el mercado.

La cooperación entre empresas, y entre empresas y centros públicos, ha sido muy poco apoyada por las políticas españolas de innovación.

- Solamente una de cada cinco de las empresas grandes españolas coopera con sus competidoras, y sólo una de cada treinta de las pequeñas. Los datos también muestran que la frecuencia de la colaboración en actividades tecnológicas de las empresas de menor tamaño con proveedores o clientes es el doble de la que establecen con centros públicos de investigación.

3.3.4. Recomendaciones

La complejidad del desarrollo tecnológico y el carácter incierto y costoso de la innovación, junto con factores de tamaño y de capacidad de la empresa, contribuyen a explicar la decisión de las empresas de cooperar en actividades de I+D+I.

El fomento de la cooperación entre empresas, y entre empresas y centros públicos, debería ser un objetivo fundamental de todas las medidas de política de innovación.

- La estructura del tejido empresarial español, con fuerte presencia de PYMES, hace particularmente interesante la colaboración entre empresas.

4

Regulación e innovación



En sentido amplio, se entiende por regulación el conjunto de políticas de las que se vale el gobierno para supervisar la actividad del mercado y el comportamiento de los actores privados en la economía. Esta intervención del Estado suele justificarse sobre la base de fallos de mercado y la necesidad de asegurar el bienestar social. La relación entre regulación e innovación discurre en un doble sentido: por un lado, la regulación afecta directamente al proceso innovador, mientras que, por otro, la innovación y el cambio tecnológico tienen un impacto significativo sobre la regulación.

Los efectos de la regulación sobre la innovación pueden ser beneficiosos. Desde un punto de vista económico, la regulación puede mantener un nivel de apertura o competencia en los mercados de productos que proporciona las condiciones necesarias para la innovación y la investigación. Asimismo, asegura la existencia de reglas básicas justas para todos los agentes económicos implicados en el proceso innovador, protegiendo, por ejemplo, los derechos de la propiedad intelectual. Desde un punto de vista social, permite establecer necesidades técnicas de las industrias, actuando como mecanismo que focaliza los esfuerzos investigadores. En ocasiones, la regulación ha promovido la creación de nuevos mercados y productos, como en el caso de la industria medioambiental.

Sin embargo, la regulación gubernamental también puede tener efectos perjudiciales sobre el proceso de obtención de innovaciones. En una encuesta del año 1994 realizada por UNICE (*Union of Industrial and Employers' Confederations of Europe*), se pregunta a más de 2.500 empresas europeas si la regulación favorece o entorpece seis de los principales determinantes de una innovación exitosa. De acuerdo con las empresas encuestadas, la regulación dificulta las siguientes acciones: minimizar costes (75% de las empresas), organizarse de una forma flexible (59%), reducir el tiempo de comercialización (54%) y reducir la incertidumbre (49%).

Por lo que se refiere a la industria española, los resultados de la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas correspondientes al año 1996 (cuadro 4.1) muestran que la reglamentación, la legislación y las normas constituyen uno de los factores que entorpecen la innovación.⁽¹⁴⁾

(14) En la Encuesta sobre la Innovación Tecnológica en las Empresas del año 1998, no se incluye esta información, pero no es previsible que se produzcan cambios bruscos de opinión en estas cuestiones.

Cuadro 4.1
Factores que dificultan
la innovación
en la industria
española en 1996 (*)

<i>Factores</i>	<i>Empresas de menos de 20 empleados</i>	<i>Empresas de 20 y más empleados</i>	<i>Total 1996</i>
<i>Riesgos excesivos</i>	2,5	2,1	2,5
<i>Falta de fuentes de financiación apropiadas</i>	3,4	2,9	3,3
<i>Periodo de rentabilidad demasiado largo</i>	2,5	2,6	2,5
<i>Potencial innovador insuficiente</i>	2,0	2,4	2,1
<i>Falta de infraestructura</i>	2,7	2,5	2,7
<i>Falta de información sobre tecnología</i>	2,2	1,9	2,1
<i>Falta de información sobre el mercado</i>	2,1	1,9	2,1
<i>Gastos en innovación difíciles de controlar</i>	2,2	2,0	2,1
<i>Falta de interés de los consumidores</i>	2,1	1,9	2,1
<i>Reglamentación, legislación y normas</i>	2,0	1,9	2,0

Fuente: Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1996, INE (1998).

Adicionalmente, en el cuadro 4.2 puede observarse que la importancia de este factor es relativamente mayor en sectores con alta actividad innovadora, como son los de Productos farmacéuticos, Máquinas de oficina y equipos informáticos, Componentes electrónicos y Aparatos de radio, televisión y comunicación.

Por otra parte, la relación entre la innovación tecnológica y regulación también puede discurrir (y de hecho lo hace) en sentido contrario, produciéndose efectos de la innovación sobre la regulación. Así por ejemplo, debido a la naturaleza de la tecnología existente, determinadas industrias fueron consideradas monopolios naturales (por ejemplo, los sectores de telecomunicaciones, suministros eléctricos o transporte) y reguladas, por tanto, como tales. Con el paso del tiempo, la tecnología en esas industrias se modificó, dando lugar a reducciones de costes y/o aparición de nuevos competidores, lo que debilitó su carácter de monopolio, volviendo obsoleto o ineficiente el papel de regulación.

El propósito de este apartado es profundizar en el análisis de la relación regulación-innovación referida en particular a las empresas españolas. Siguiendo el informe de la OCDE sobre Reforma regulatoria e innovación (OCDE, 1996a), se distinguen tres tipos de regulación: económica, administrativa y social. La regulación económica estaría encaminada a mejorar la eficiencia de los mercados, promoviendo sobre todo una competencia adecuada entre los actores que operan en los mismos, lo que influye sobre el proceso innovador. La regulación administrativa gobernaría el funcionamiento práctico de los sectores público y privado, estableciendo algunas condiciones básicas para el avance tecnológico. Finalmente, la regulación social protegería el medio ambiente y la seguridad y sanidad de la sociedad en su conjunto, con el objeto de conseguir la internalización de todos los costes relevantes por parte de los agentes económicos. Su diseño, por tanto, puede estimular o desincentivar la innovación.

Cuadro 3.12
Empresas adquirentes
de nuevas tecnologías
según forma de
adquisición (1996)

<i>Actividades</i>	<i>Empresas de menos de 20 empleados</i>	<i>Empresas de 20 y más empleados</i>	<i>Total 1996</i>
<i>Extractivas (CNAE 10, 11, 12, 13, 14, 23)</i>	—	—	1,8
<i>Productos alimenticios y bebidas (CNAE 15)</i>	2,3	2,1	2,3
<i>Tabaco (CNAE 16)</i>	—	—	1,7
<i>Textil (CNAE 17)</i>	2,0	1,6	1,9
<i>Confección y peletería (CNAE 18)</i>	1,6	1,7	1,6
<i>Cuero y calzado (CNAE 19)</i>	1,7	1,7	1,7
<i>Madera y corcho (excepto muebles) (CNAE 20)</i>	1,9	1,7	1,9
<i>Papel (CNAE 21)</i>	1,5	1,8	1,6
<i>Edición, artes gráficas y reproducción (CNAE 22)</i>	1,8	1,9	1,8
<i>Química (excepto productos farmacéuticos) (CNAE 24-244)</i>	1,9	2,5	2,0
<i>Productos farmacéuticos (CNAE 244)</i>	3,0	3,0	3,0
<i>Caucho y materias plásticas (CNAE 25)</i>	2,1	1,8	2,0
<i>Productos minerales no metálicos (CNAE 26)</i>	1,9	1,9	1,9
<i>Productos metalúrgicos féreos (CNAE 27.1 a 27.3 27.51, 27.52)</i>	2,0	1,6	1,9
<i>Productos metalúrgicos no féreos (CNAE 27.4, 27.53, 27.54)</i>	2,5	1,6	2,2
<i>Productos metálicos (excepto maquinaria y equipo) (CNAE 28)</i>	2,2	2,0	2,2
<i>Maquinaria y equipo mecánico (CNAE 29)</i>	2,1	2,1	2,1
<i>Máquinas de oficina y equipos informáticos (CNAE 30)</i>	3,0	2,3	2,9
<i>Maquinaria y material eléctrico (CNAE 31)</i>	2,4	2,2	2,3
<i>Componentes electrónicos (CNAE 32.1)</i>	2,9	2,0	2,7
<i>Aparatos de radio, televisión y comunicación (CNAE 32-32.1)</i>	3,0	2,1	2,6
<i>Instrumentos médicos y de precisión, ópticos (CNAE 33)</i>	2,2	2,2	2,2
<i>Vehículos de motor (CNAE 34)</i>	2,4	2,2	2,3
<i>Construcción naval (CNAE 35.1)</i>	2,2	2,2	2,2
<i>Construcción aeronáutica y espacial (CNAE 35.3)</i>	0,9	1,5	1,3
<i>Otro material de transporte (CNAE 35-35.1-35.3)</i>	1,8	1,9	1,9
<i>Muebles (CNAE 36.1)</i>	2,2	1,8	2,2
<i>Otras manufacturas (CNAE 36-36.1)</i>	1,4	2,1	1,4
<i>Reciclaje (CNAE 37)</i>	-	-	2,5
<i>Producción y distribución de electricidad, gas y agua (CNAE 40, 41)</i>	1,9	1,6	1,9
Total industria	2,0	1,9	2,1

Fuente: Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1996, INE (1998).

(*). En la encuesta se solicita a la empresas que señalen la importancia de la reglamentación, legislación y normas como factores que dificultan la actividad innovadora, mediante una escala que va desde el 0 (factor no relevante) hasta el 5 (factor muy importante). En el cuadro figura la media de las valoraciones individuales, según la actividad y el tamaño de las empresas.

4.1. Efecto de las leyes de la competencia sobre la capacidad innovadora

En términos globales, el objetivo de las leyes de la competencia es promover la eficiencia económica, asegurando que las empresas producen lo que los consumidores desean al menor precio posible. Desde este punto de vista, los organismos encargados de la defensa de la competencia han tratado de controlar el comportamiento anticompetitivo y promover estructuras de mercado menos concentradas. La innovación tecnológica añade nuevas consideraciones sobre el bienestar económico que deben tenerse en cuenta. Así, la mejora de la calidad del producto, la reducción en sus costes y, en última instancia, la aparición de nuevos productos, consecuencias habituales del progreso técnico, afectan positivamente al bienestar. En este contexto, la tarea de la política de la competencia consiste también en desarrollar un marco que favorezca la obtención de innovaciones deseables.

El problema a la hora de definir las líneas que han de guiar la política de la competencia reside en la falta de consenso, tanto teórica como empíricamente, sobre el efecto global neto del poder de mercado sobre la capacidad innovadora de las empresas. Los apartados siguientes se dedican a profundizar más detalladamente en estas cuestiones.

4.1.1. Competencia y progreso tecnológico: aspectos teóricos

4.1.1.1. Las hipótesis tradicionales de Schumpeter y Arrow

Desde un punto de vista teórico, buena parte de la discusión sobre la relación entre el poder de mercado y el progreso tecnológico ha girado en torno a los argumentos expuestos inicialmente por Joseph Schumpeter (1943) y desarrollados posteriormente por sus seguidores. A Schumpeter se le atribuye la autoría de dos hipótesis: según la primera, existe una relación positiva entre innovación y poder de mercado (y los beneficios extraordinarios que éste lleva asociado); la segunda hipótesis establece que el gasto en innovación crece más que proporcionalmente con el tamaño de la empresa.⁽¹⁵⁾

Por lo que se refiere a la primera hipótesis, Schumpeter menciona tanto argumentos que asocian el incentivo a innovar con la posibilidad de ejercer poder de mercado *expost* (con posterioridad a la innovación), como razones que relacionan este

(15) Esta segunda hipótesis fue desarrollada en mayor profundidad por Galbraith, J. K. (1952).

incentivo con su posesión *ex ante*. Entre estos argumentos se podrían destacar los siguientes:

- El primer motivo está asociado con el problema de la apropiabilidad de los resultados de las actividades tecnológicas. La principal razón de llevar a cabo una innovación suele ser la obtención de beneficios extraordinarios, y tener cierto poder de mercado, al menos durante un tiempo, permite explotar la innovación realizada sin peligro de imitación. El ejercicio del poder de mercado evitaría o retardaría la imitación (poder de mercado *ex post*).
- Las empresas con poder de mercado podrían responder con mayor rapidez a innovaciones de los rivales. (La amenaza de respuesta inmediata podría ya de hecho desincentivar la intrusión de los rivales en sus nuevas líneas de productos). Al ser más estable y predecir el comportamiento de los rivales, se reduce la incertidumbre asociada con la rivalidad excesiva que mina el incentivo a innovar. (poder de mercado *ex ante*).
- Si una empresa tiene poder de mercado en relación a sus productos actuales, podría ser capaz de extender ese poder a sus nuevos productos, por ejemplo, mediante el control de los canales de distribución. Por otra parte, un monopolio podría tener un mayor incentivo a innovar para mantener su primacía (poder de mercado *ex ante*).
- Dada la incertidumbre asociada a la obtención de innovaciones, una parte importante de la financiación de la innovación debe hacerse internamente (la realización incierta de los nuevos productos o procesos lleva asociada la presencia de riesgo moral). Y una empresa que esté obteniendo beneficios extraordinarios estaría mejor capacitada para soportar financiación interna que otra que no lo esté (poder de mercado *ex ante*).
- Una empresa con poder de mercado podría estar más capacitada para contratar el personal más innovador, si este mercado de servicios empresariales funcionara imperfectamente y fuera difícil la identificación de habilidades especiales para la innovación (poder de mercado *ex ante*).

En relación con la segunda hipótesis, el tamaño de la empresa estaría asociado positivamente con su capacidad innovadora debido a que:

- Las empresas grandes están mejor capacitadas para aprovechar economías de escala y alcance en esta actividad.
- Una empresa grande puede establecer un mayor equipo de investigación, ya que tiene un mejor acceso a la financiación externa.
- Una empresa grande diversificada puede explotar mejor innovaciones imprevistas.
- Los proyectos de I+D suelen llevar asociados costes fijos elevados, y estos sólo pueden ser cubiertos si las ventas son suficientemente grandes.

- La indivisibilidad en las innovaciones reductoras de costes las hace más rentable para las empresas grandes.
- Las empresas grandes pueden desarrollar varios proyectos a la vez y, por tanto, diversificar los riesgos de la I+D.

Siguiendo con estos argumentos, los discípulos de Schumpeter han ensalzado las virtudes de los esfuerzos innovadores realizados en colaboración. La I+D conjunta evitaría la duplicación inútil, aumentaría la capacidad de los inventores para recuperar el valor de sus invenciones, diversificaría el riesgo, produciría sinergias y generaría economías de escala.

En resumen, de acuerdo a las hipótesis schumpeterianas, las estructuras de mercado concentradas deberían favorecer el progreso técnico principalmente por razones de eficiencia estática basadas en economías de escala y alcance. Sobre esta base, se ha argumentado que una política de la competencia estricta podría tener efectos perjudiciales, ralentizando la tasa de progreso técnico.

Sin embargo, otros economistas mantienen que la rivalidad entre las empresas estimula la innovación y el desarrollo tecnológico. De acuerdo con Arrow (1962), las empresas con poder de mercado pueden tener poco incentivo para innovar porque ya controlan todo o la mayor parte de la industria. El monopolio tiene menos que ganar de la innovación que una empresa competitiva.⁽¹⁶⁾ Si esto es así, la ausencia de competencia puede derivar de hecho en una menor innovación. Por otra parte, un incremento de la competencia tiene no sólo el efecto estático de mejorar la eficiencia productiva, sino que también podría tener consecuencias dinámicas en presencia de externalidades intertemporales como, por ejemplo, el aprendizaje (curva de experiencia). Desde este punto de vista, una política de la competencia encaminada a eliminar/controlar el ejercicio del poder de monopolio favorecería la eficiencia dinámica.

4.1.1.2. Los nuevos desarrollos teóricos

En la actualidad existen desarrollos teóricos que complementan el debate tradicional, añadiendo nuevos aspectos relevantes de la relación entre competencia e innovación. Estos desarrollos giran fundamentalmente en torno a las siguientes cuestiones:

A) La endogeneidad de la estructura (Sutton, 1998)

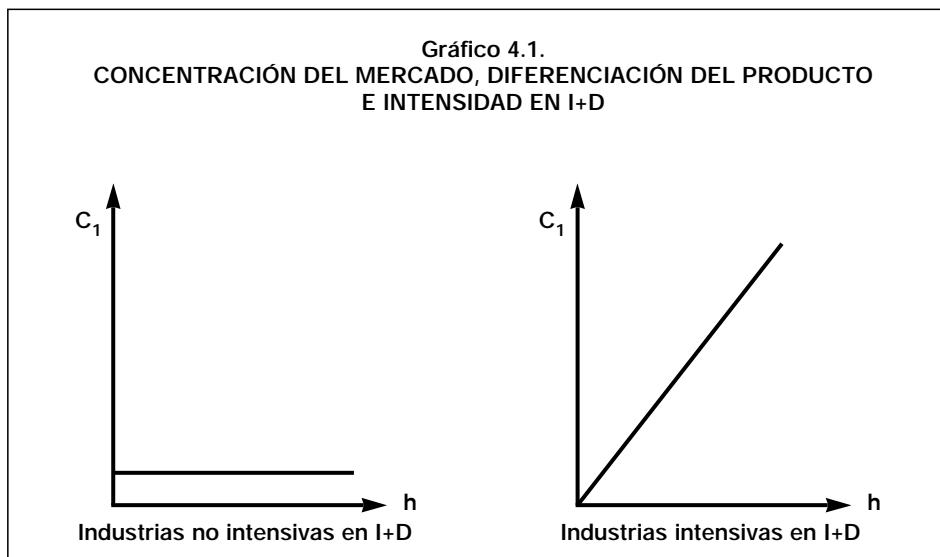
Una de las principales aportaciones al desarrollo de la teoría sobre los determinantes de la estructura de los mercados se encuentra en las recientes publicaciones de Sutton (1991, 1996 y 1998). La novedad del planteamiento de Sutton con-

(16) En realidad también es verdad que el monopolista —que está ganando beneficios extraordinarios— podría tener más que perder de la competencia que lo que tiene que ganar un entrante.

siste en considerar el grado de diferenciación horizontal del producto (simultáneamente con aspectos de diferenciación vertical) como un factor que puede afectar directamente tanto a la estructura del mercado como a la disyuntiva de las empresas entre mejorar o introducir un nuevo producto. Esta diferenciación horizontal del producto, en la medida que capta el grado en que la demanda se fragmenta debido a la existencia de una variedad de gustos o deseos de los consumidores, refleja indirectamente los posibles beneficios derivados de introducir en el mercado un producto nuevo.

Para Sutton, en industrias con altas oportunidades tecnológicas, las empresas tienen que optar entre dedicar sus gastos en I+D a mejorar la realización o la calidad de un producto ya existente, o destinar esos gastos en I+D a desarrollar un nuevo producto. Si se deciden por la primera opción, tenderá a incrementarse el nivel de concentración de mercado. Esto será así porque estas empresas necesitarán producir una mayor cantidad de *output* para cubrir los gastos crecientes en I+D y ello sólo es posible si el número de empresas en el mercado se reduce. Por el contrario, si las empresas optan por invertir en la creación de un producto nuevo, el nivel de concentración del mercado tenderá a ser relativamente bajo. En este caso, el desarrollo de productos que se adaptan a las necesidades de los consumidores conduce a una proliferación de variedades y atrae la entrada de nuevas empresas.

Dado que el grado de diferenciación horizontal del producto condiciona directamente los beneficios esperables de ambas opciones (y, por tanto, la probabilidad de que las empresas elijan entre una u otra), la principal predicción de este desarrollo teórico (véase gráfico 4.1) es que en industrias intensivas en I+D debe observarse una relación creciente de la concentración del mercado (C_1) con el grado de homogeneidad del producto (h). Sin embargo, en industrias con baja intensidad en I+D, no hay razón para suponer una relación entre el nivel de concentración del mercado y el grado de diferenciación del producto.



En este marco, la intensidad en I+D y la estructura de mercado se determinan simultáneamente. Este carácter endógeno de la estructura del mercado condiciona el rango de estructuras sostenibles en una industria dada y, por tanto, establece límites a la efectividad de la política de la competencia.

B) El dilema de la cooperación en I+D

Otro aspecto que ha preocupado a los estudiosos de la relación entre innovación y competencia, como ya se ha comentado en el capítulo 3, ha sido la existencia de acuerdos entre competidores en el mercado de producto para realizar de forma cooperativa las actividades tecnológicas. Esta cooperación en I+D ha sido vista por muchos como un incentivo también a la cooperación en el mercado de bienes. Sin embargo, para otros (véanse los diversos trabajos de Jorde y Teece, 1990, 1993, 1997) la cooperación entre competidores puede ser en ocasiones esencial si las empresas innovadoras tienen que competir en los mercados actuales inmersos en un proceso creciente de globalización.

Este planteamiento parte de reconocer que se ha producido un cambio en el entorno que rodea el proceso innovador: los mercados se han vuelto más globalizados, se han incrementado las fuentes de nueva tecnología, los sistemas de innovación «simultáneos» han sustituido a los lineales «tradicionales» y resulta más fácil la imitación de la innovación. Todo ello ha modificado los requerimientos organizativos de la innovación.⁽¹⁷⁾ Según Jorde y Teece (1990), las descripciones «tradicionales» del proceso de innovación habitualmente lo dividen en una serie de etapas que se desarrollan de forma secuencial: investigación y desarrollo, diseño, producción y finalmente comercialización, venta y servicio. En estos modelos simples no existe retroalimentación (*feedback*) o solapamiento entre las etapas. Los vínculos existentes dentro del proceso son verticales.

Por el contrario, el modelo de innovación «simultánea» reconoce la existencia de vínculos fuertes y mecanismos de retroalimentación que deben operar de forma rápida y eficiente, y que incluyen vínculos dentro de las propias empresas, entre las empresas, y a veces entre empresas y organizaciones tales como las universidades. Desde esta perspectiva, el éxito en la I+D no da lugar automáticamente a éxito financiero, aun cuando la tecnología desarrollada responda a una necesidad significativa del mercado. La capacidad innovadora de una empresa puede resultar inútil si no es capaz de organizar el resto del proceso innovador de forma eficiente y efectiva. Para que se comercialicen las innovaciones, el sistema económico debe reunir todos los activos complementarios relevantes y crear un sistema interactivo y dinámicamente eficiente de aprendizaje e intercambio de la información. El personal dedicado a I+D debe estar en conexión cercana con el personal ocupado en la producción y comercialización y con las fuentes externas de oferta de nuevos componentes y tecnologías complementarias, de forma que las reac-

(17) Véase en Lundvall y Borrás (1997) un estudio del efecto de la globalización sobre el proceso innovador.

ciones de proveedores, productores y clientes puedan incorporarse rápidamente en el proceso de diseño. Desde este modo, la empresa que sea más rápida en el desarrollo y diseño del producto será también la que aparezca como pionera, incluso aunque su contribución a la ciencia y tecnología sea mínima.

Las empresas que no tengan internamente las capacidades necesarias para abordar estos procesos (frecuentemente PYMES), pueden necesitar coordinarse con proveedores de *inputs* y activos complementarios. La existencia de estos acuerdos contractuales complejos entre empresas ayudaría a la comercialización, es decir, a convertir la capacidad de I+D en nuevos productos y procesos rentables. Junto con los vínculos verticales son, por tanto, también necesarios vínculos horizontales.

Para Jorde y Teece (1990), si la innovación tiene lugar en un régimen estricto de apropiabilidad, el reto organizativo que implica la innovación es relativamente simple, pero para ello es preciso que el mercado de conocimiento funcione sin imperfecciones. Sin embargo, en la realidad son frecuentes los fallos de este mercado: la transferencia de la tecnología es costosa, existen economías de escala o alcance en la investigación, pueden producirse duplicaciones inútiles del esfuerzo innovador, la innovación tiene características de *free-rider* y bien público... En estos casos, es improbable que los contratos unilaterales simples, donde se vende la tecnología a cambio de efectivo, sean eficientes y se requerirán contratos bilaterales y multilaterales más complejos.

A partir de este análisis, Jorde y Teece plantean la necesidad de definir formas de cooperación socialmente beneficiosas que puedan asistir el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías, y de modificar las leyes antitrust para eliminar los impedimentos innecesarios a los acuerdos organizativos que soportan la innovación y estimulan la competencia. Estas modificaciones crearían puertos seguros para varias formas de actividades cooperativas entre competidores en mercados no concentrados, y permitirían la cooperación en mercados concentrados si les facilita la comercialización y la apropiabilidad.

C) El papel de los derechos de propiedad

Enlazando con la cuestión anterior, resurge el problema de la apropiabilidad de los resultados de la innovación. Como ya señalaba Schumpeter, la razón fundamental para innovar es la obtención de beneficios extraordinarios. Este incentivo puede desaparecer si la innovación se transmite a bajo coste desde su creador a los posibles competidores y, en especial, si el conocimiento incorporado en nuevos productos y procesos puede copiarse o imitarse con facilidad.

En teoría, las patentes, que ya han sido tratadas en el capítulo 3, dan una solución a este problema de apropiabilidad imperfecta, al restringir el uso de la invención, dando al inventor la posibilidad de ejercer poder de mercado *ex-post*. En la práctica, tal y como se ha visto en el capítulo 3, las industrias difieren sustancialmente en la efectividad de sus sistemas de patentes (Manfield *et al.*, 1981, Levin *et al.*, 1987).

Al margen de la cuestión de la efectividad del sistema de patentes, en la actualidad no existe consenso sobre si una mayor apropiabilidad estimula o no la actividad innovadora. Como se ha visto, la hipótesis más simple establece que la inversión en I+D debe crecer monótonamente con la apropiabilidad, dado que la presencia de externalidades desincentiva el esfuerzo innovador. Sin embargo, tal como señalan Cohen y Levin (1989), es engañoso pensar que los únicos *spillovers* que reducen la apropiabilidad son los que conducen a la imitación directa del proceso o producto innovador. Los *spillovers* de conocimiento técnico también pueden conducir al desarrollo de productos que no sean imitaciones directas y que, no obstante, compitan (quizás incluso en mercados distintos) con productos de la empresa en los que se originó el conocimiento. Cohen y Levin añaden que, de forma más general, las externalidades de conocimiento pueden ampliar las capacidades tecnológicas globales de la empresa receptora, convirtiéndola en un rival más potente en la dinámica competitiva de largo plazo de una industria.

Cuando se considera simultáneamente este efecto de los *spillovers* sobre la eficiencia, algunos modelos simples (Spence, 1984) predicen que, aunque la intensidad industrial en I+D crezca con la apropiabilidad, la producción de innovaciones puede decrecer con la misma (incrementarse con los *spillovers*). En algunos modelos más complejos (Cohen y Levinthal, 1989a y b), permanece el efecto desincentivador de los efectos externos, pero existe también un incentivo contrapuesto a invertir en «capacidad de absorción» para aprovecharse de estos efectos externos. En este caso, un descenso de los *spillovers* (un aumento de la apropiabilidad) tendría un efecto ambiguo sobre la intensidad innovadora de la industria.

4.1.2. El poder de mercado y la innovación: evidencia empírica

4.1.2.1. El contraste de las hipótesis tradicionales

A partir de las hipótesis schumpeterianas que asocian positivamente la actividad innovadora con el tamaño y el poder de monopolio de las empresas, la literatura empírica ha esperado una actividad innovadora mayor en los mercados concentrados, bajo el supuesto de que en estos últimos resulta más fácil el ejercicio de poder de mercado. A nivel internacional, existen numerosos trabajos que tratan de contrastar las hipótesis schumpeterianas sobre la relación entre la innovación y el tamaño empresarial o la estructura de mercado. Los principales estudios realizados antes de los noventa aparecen recogidos en los conocidos panoramas de Kamien y Schwartz (1982), Scherer (1984), Baldwin y Scott (1987) y Cohen y Levin (1989). La metodología más utilizada en los trabajos empíricos recopilados en

estos panoramas es la realización de regresiones lineales de algún indicador actividad innovadora sobre medidas de concentración de los mercados o de tamaño de las empresas.⁽¹⁸⁾

Los resultados de estos trabajos no han sido concluyentes a favor de las hipótesis, debido en parte a problemas de datos y metodológicos. La ausencia de medidas satisfactorias del nuevo conocimiento y su contribución al progreso técnico constituye un problema fundamental para el análisis, que condiciona la interpretación en los resultados obtenidos.

En opinión de Cohen y Levin (1989), el calificativo que quizás mejor se ajusta a los resultados empíricos obtenidos en la tradición schumpeteriana es el de fragilidad. «En primer lugar, los efectos del tamaño empresarial y la concentración sobre la innovación, si existen, no parecen ser importantes. En segundo lugar, es probable que las ganancias de bienestar asociadas con el progreso técnico sean mayores en relación con las pérdidas de bienestar asociadas con estructuras de mercado imperfectas. En tercer lugar, hasta el momento sólo tenemos una comprensión limitada de las fuerzas económicas primarias que conducen a la innovación y cómo estas difieren entre industrias... Esta incapacidad para obtener resultados robustos parece surgir, al menos, en parte, por la atención inadecuada de la literatura a la dependencia de estas relaciones de condiciones más fundamentales» (pág. 1078).

Según estos autores, la omisión de variables importantes y potencialmente correlacionadas que influyen sobre la variable dependiente —en este caso, alguna medida de realización o actividad innovadora— puede conducir a inferencias equivocadas relativas a los efectos de las variables explicativas de interés particular —en este caso, el tamaño de la empresa y la concentración—. Una implicación clara sería que una evaluación ulterior de las hipótesis schumpeterianas debería tener lugar dentro del contexto de un modelo más completo de la determinación del progreso tecnológico. Entre las variables que deberían considerarse como determinantes fundamentales de la innovación se encontrarían la demanda, las oportunidades tecnológicas y las condiciones de apropiabilidad.

4.1.2.2. Evidencia empírica por industrias

A comienzos de la década de los noventa, los estudios de industrias (sobre todo en Estados Unidos⁽¹⁹⁾) no encuentran evidencia a favor de que las grandes empresas tengan más facilidad para realizar actividades tecnológicas, ni que estas últimas crezcan en mercados concentrados (salvo quizás para niveles bajos de concentración en mercados de pocas oportunidades tecnológicas). Aunque estos tra-

(18) Como señalan Cohen y Levin (1989), una lectura literal de Schumpeter (1943) sugiere que este autor pensaba más en una diferencia cualitativa en la actividad innovadora de empresas pequeñas y grandes que en una relación positiva continua entre tamaño e innovación.

(19) Véase Scherer y Ross.

bajos consideran que un cierto grado de poder de mercado puede favorecer la innovación, señalan la necesidad de que la concentración y las barreras a la entrada en el mercado no sean demasiado elevadas.

En el mismo sentido, el estudio de Caves y Barton (1990) sobre la industria manufacturera estadounidense señala que, controlando por variables como las oportunidades tecnológicas, el crecimiento del mercado y la curva de experiencia, la ineficiencia estática asociada al ejercicio de poder de mercado reduce el crecimiento de la productividad.

Más recientemente, la revisión realizada por Symeonidis (1996), que incorpora las nuevas perspectivas de análisis teórico, llega a conclusiones similares a las anteriores. Para este autor, la mayoría de los trabajos realizados en la tradición schumpeteriana se olvidan del carácter endógeno de la estructura de mercado. Este carácter puede limitar el alcance de la política industrial o de la competencia. Symeonidis añade a la discusión una revisión del trabajo empírico reciente que tiene en cuenta específicamente el carácter endógeno de la estructura de mercado. En este contexto explora tres cuestiones:

1. Las implicaciones de llegar el primero sobre la evolución de las cuotas de mercado y el liderazgo tecnológico (ventajas —por ejemplo aprendizaje— y desventajas —por ejemplo inercia organizativa—).
2. Las implicaciones de determinadas características de la demanda (por ejemplo grado de diferenciación del producto) sobre la estructura del mercado y el *tradeoff* entre mejora y proliferación de productos.
3. Las implicaciones de componentes aleatorios en los patrones de crecimiento e innovación empresarial sobre la evolución de la estructura de mercado a lo largo del ciclo de vida industrial.

De la revisión de trabajos que consideran estos aspectos, Symeonidis destaca tres conclusiones:

- Determinadas características de la tecnología, tales como su grado de continuidad y su facilidad de predicción, condicionan la evolución del liderazgo tecnológico y del grado de turbulencia en las industrias intensivas en I+D.
- Ciertas características de la demanda, tales como el grado de diferenciación del producto, afectan a la medida en que la alta intensidad en I+D se relaciona con un alto nivel de concentración del mercado.
- Diferencias aleatorias entre empresas en la innovación y el crecimiento, juegan un papel importante dando forma a la evolución de la estructura de mercado y la actividad innovadora en industrias tecnológicamente progresivas.

Estos factores deben tenerse en cuenta en el momento de diseñar una política de la competencia que favorezca la innovación.

4.1.3. Diagnósticos

La falta de acuerdo sobre el efecto neto global del poder de mercado sobre la capacidad y resultados innovadores de las empresas, dificulta la definición de las políticas de la competencia que tengan por objeto estimular la innovación:

No existen reglas generales que aseguren el efecto positivo sobre la innovación de la política de la competencia.

- Existen otros factores distintos de la concentración del mercado que, junto con el entorno regulador y la naturaleza de los productos y la tecnología, también afectan a la innovación.

El cambio tecnológico va reduciendo cada vez más los casos en los que el concepto de monopolio natural es aplicable.

- Debido a la naturaleza de la tecnología existente, determinadas industrias fueron consideradas monopolios naturales (por ejemplo, los sectores de telecomunicaciones, suministros eléctricos o transporte) y reguladas, por tanto, como tales. Con el paso del tiempo, la tecnología en esas industrias se modificó, dando lugar a reducciones de costes y/o aparición de nuevos competidores, lo que debilitó su carácter de monopolio, volviendo obsoleto o ineficiente el papel de regulación.

Existe una fuerte asociación entre el cambio tecnológico, la regulación y el proceso de globalización de los mercados.

- La regulación de un país condiciona el papel que sus empresas asumen en el mercado global.
- La existencia de cambios en los requerimientos organizativos derivados del proceso de globalización de los mercados, potencian la necesidad de vínculos intra e interempresas y de las empresas con los sistemas públicos de innovación.

4.1.4. Recomendaciones

El regulador debe tener en cuenta que una misma política de competencia puede tener, según el sector al que afecte, consecuencias muy distintas sobre la innovación.

- En particular, las autoridades que regulan la política de la competencia deben asesorarse sobre:

- a) El efecto de la regulación no sólo sobre la potencialidad innovadora y la eficiencia productiva inmediata, sino también sobre la dinámica industrial.
- b) El grado de diferenciación del producto, como factor condicionante del rango de estructuras de mercado sostenibles en una industria dada.
- c) Los cambios en los requerimientos organizativos de las empresas.
- d) El papel de los derechos de propiedad como elemento de control de los efectos externos tecnológicos y el efecto de estos últimos no sólo para la empresa que los genera sino también para las empresas receptoras.

4.2. Efectos de los requerimientos legales sobre las nuevas empresas de base tecnológica (NEBTs).

Siguiendo con el estudio de la relación entre innovación y regulación, este apartado se ocupa de la incidencia de la legislación sobre las nuevas empresas de base tecnológica. Este conjunto de empresas ha llamado la atención de los estudiosos por varias razones, entre las que destacan su contribución al crecimiento de las economías de determinados países (en particular, su espectacular crecimiento en términos de ventas, empleo o exportaciones que han tenido en Estados Unidos), su capacidad para incorporar tecnologías del futuro (que garantiza a su vez oportunidades de empleo en próximos periodos) y su papel estratégico en los sistemas nacionales de innovación (sobre todo al favorecer la transferencia de tecnología).

Antes de entrar en el análisis de estas cuestiones, resulta recomendable definir lo que se entiende por «nuevas empresas de base tecnológica» (NEBTs).⁽²⁰⁾ Como señalan Storey y Tether (1998a), este concepto no tiene en la literatura un sólo sentido. Para algunos, el término debería aplicarse únicamente a las empresas que están en la vanguardia del desarrollo tecnológico. En particular, Arthur D. Little (1977), a quien se atribuye la autoría del término, aplica este adjetivo a las empresas de propiedad independiente, establecidas durante no más de 25 años y basadas en la explotación de una invención o innovación tecnológica que implica riesgos tecnológicos sustanciales. Una definición también restrictiva es la de Shearman y Burrell (1988), que utilizan este concepto para referirse a nuevas empresas independientes, de cuya actividad se deriva la aparición de nuevas industrias (por ejemplo, la industria de láseres médicos).

Hay quienes dotan a esta definición de un carácter más amplio, abarcando a las nuevas empresas de pequeño y mediano tamaño establecidas en sectores de alta tecnología⁽²¹⁾. En la práctica, los datos disponibles no proporcionan información sobre la edad de la empresa, de forma que resulta difícil separar en estos sectores la contribución de las nuevas empresas de las ya establecidas. Para otros autores, las genuinas NEBTs son un subconjunto de estas «PYMES de alta tecnología», más jóvenes y más innovadoras en el desarrollo o utilización de nuevas tecnologías (Shearman y Barrell, 1988). En este trabajo se utilizarán interpretaciones del término NEBTs de ambos tipos, estricto o amplio, dependiendo de la procedencia de la información incorporada en cada momento.

(20) Equivalente del término anglosajón «New Technology-Based Firms» (NEBTs).

(21) Tampoco existe acuerdo unánime sobre lo que se entiende por sector de alta tecnología. Su acepción más usual corresponde a sectores con un gasto en I+D sobre ventas superior a la media o que emplean proporcionalmente más ingenieros y científicos cualificados que el resto.

4.2.1. Las nuevas empresas de base tecnológica y el sistema de innovación

- Las NEBTs presentan rasgos distintivos que las hacen especialmente relevantes para la economía en general y para el funcionamiento eficiente de los sistemas nacionales de innovación en particular. En este sentido, el informe de la OCDE (1998a) describe de la siguiente manera el papel de las nuevas empresas de base tecnológica en los sistemas de innovación:
- Las NEBTs complementan a las grandes en la tarea de renovar y ampliar la base tecnológica de la expansión económica, dado que empresas pequeñas y grandes tienen distintas ventajas para la innovación que se reflejan en las diferentes ratios riesgo/remuneración (véase cuadro 4.3).

Cuadro 4.3
Comparación de las ventajas para la innovación entre empresas grandes y NEBTs

<i>Empresas grandes</i>	<i>NEBTs</i>
<i>Poseen mayores recursos financieros, tecnológicos y productivo y tienen un acceso más fácil a las redes de distribución.</i>	<i>Construyen sus capacidades innovadoras a través de vínculos externos, especialmente con proveedores y clientes y son empresas expertas tecnológicamente en campos altamente especializados.</i>
<i>Es más probable que tengan el poder de mercado que les ayuda a apropiarse del rendimiento económico de la actividad innovadora.</i>	<i>Tratan de ser los primeros en el mercado más que proteger sus innovaciones, dado que suelen carecer de medios legales y directivos para mantener especialistas en derechos de propiedad intelectual.</i>
<i>Generalmente están más capacitadas para reducir el riesgo de la I+D mediante la diversificación entre distintos proyectos.</i>	<i>Se especializan en actividades que no requieren un gasto en I+D grande, sino que se benefician de un mayor dinamismo empresarial, de una mayor flexibilidad interna y capacidad de respuesta ante circunstancias cambiantes.</i>
<i>A menudo tienen intereses creados en las trayectorias tecnológicas existentes (p. ej. costes hundidos elevados) y son reacias a invertir en áreas alejadas de sus competencias principales, especialmente en mercados que no son lo suficientemente grandes como para permitir la rápida amortización de los costes indirectos.</i>	<i>A menudo introducen productos o procesos completamente nuevos en el mercado, aunque sobre todo tienden a promover nuevas aplicaciones de tecnologías avanzadas en nichos de mercado. Sus innovaciones responden comúnmente más a necesidades de los consumidores (demand-pulled).</i>

- Las NEBTs mejoran las interacciones del conocimiento dentro de los sistemas nacionales de innovación. Esto se pone de manifiesto por su participación en los flujos de conocimiento interempresa, su implicación en sociedades y la

importancia de los *spin-offs* (creación de una nueva empresa por personal de una empresa ya existente) y *spin-outs* (creación de una nueva empresa por personal de un centro público de investigación, también llamado *spin-off* universitario).

- a) Las NEBTs realizan una función especial dentro de las redes de innovación, conectando instituciones que cierran el gap de información entre las grandes organizaciones de conocimiento y las empresas en industrias tradicionales (ver encuesta finlandesa: ayuda a empresas en industrias tradicionales a adaptarse a las nuevas tecnologías).
- b) Los *spin-offs* desde empresas grandes, así como las asociaciones entre empresas pequeñas, grandes y centros públicos de investigación, están ganando importancia porque son maneras eficientes de refinar la división del trabajo dentro de los sistemas de innovación en beneficio de todos. Por una parte, estas asociaciones benefician a las NEBTs, puesto que les permiten asegurarse el acceso a recursos de gestión, financieros y técnicos y a canales de comercialización, que son fundamentales para su supervivencia. Por otra parte, también benefician a las empresas grandes, al darles la posibilidad de reconciliar la necesidad de explorar otras oportunidades a bajo riesgo y ofrecer características con valor añadido a sus productos, sin apartarse de su producción principal. Estos beneficios crecen con la globalización, dado que los *spin-offs* o acuerdos contractuales con NEBTs pueden ofrecer una alternativa viable a la inversión directa o adquisición como estrategia de internalización.

Pese a la importancia de este tipo de empresas para un sistema de innovación, el número de nacimientos o *start-ups* de NEBTs constituye una pequeña proporción de las empresas entrantes cada año. La OCDE asigna unas tasas de nacimiento de NEBTs en Estados Unidos, Francia, Alemania, Portugal, Islandia, Irlanda, Reino Unido y España que varía entre un 5% y un 10% de los *start-ups* de la industria.

En España, una de los posibles explicaciones del bajo número de nacimientos de empresas de base tecnológica se encuentra en el escaso vínculo entre el tejido empresarial y el sistema público de I+D, que hace más difícil los *spin-offs* y *spin-outs*. Estudios recientes muestran que el número de empresas que colaboran con las universidades, los organismos públicos de investigación (OPI) o los centros tecnológicos es reducido, aunque en los últimos años se ha observado una evolución positiva de esta colaboración manifestada por aumento de los proyectos concertados y el incremento de las actividades de las fundaciones universidad-empresa y las oficinas de transferencia de resultados de investigación. Como dato significativo, si bien en el año 1998 el porcentaje de PYMES manufactureras que mantuvo algún tipo de colaboración externa para la realización de actividades de I+D fue en torno al 70%, menos del 30% colaboró con universidades y/o centros tecnológicos (MINER, 1999).

Al menos dos factores parecen estar estimulando esta escasa colaboración entre el sistema público de I+D y las empresas: 1) Un desconocimiento por parte de estas últimas, y en especial de las PYMES, del potencial del sistema público de I+D como instrumento de apoyo a la innovación (Cotec, 1995), y 2) La actual reglamentación del sistema público de I+D, que hace difícil la movilidad del personal investigador entre las empresas y el sistema público de I+D (COTEC, 1998c).

4.2.2. NEBTs y regulación: Diferencias internacionales

4.2.2.1. Efectos de la regulación sobre el desarrollo de las NEBTs

El análisis anterior sugiere que, si se quiere favorecer el desarrollo de las NEBTs por sus especiales efectos beneficiosos para los sistemas nacionales de innovación, la regulación debería tener en cuenta sus características específicas. Sin embargo, en general se ha tendido a omitir estas consideraciones en el diseño o modificación de las regulaciones, lo que hace que su impacto sobre este conjunto de empresas pueda ser especialmente dañino. Así, entre las vías por las que la legislación puede incidir negativamente sobre el nacimiento y desarrollo de empresas de base tecnológica, cabe destacar las siguientes:

- 1) Los trámites administrativos necesarios para la constitución y puesta en marcha de una empresa suponen unos costes elevados que frenan la aparición de nuevas empresas, tanto en términos monetarios, como en términos de tiempo de gestión administrativa, que suele ser tiempo perdido para la innovación en las PYMES de reciente creación con poco personal ejecutivo.
- 2) El sistema impositivo y las leyes de la bancarrota alteran los mecanismos de retribución del riesgo, especialmente para las NEBTs. Es posible aprender del fracaso si, como en Estados Unidos, las regulaciones sobre bancarrota no hacen demasiado difícil empezar de nuevo.
- 3) La existencia de una política de la competencia benevolente puede dificultar la creación y el crecimiento de las NEBTs de pequeña y mediana dimensión que se enfrentan a grandes empresas con mayor poder de mercado. Las estrategias predatorias de las grandes compañías exacerban estos problemas. Ante esta situación, el riesgo de incurrir en costes judiciales elevados puede constituir una barrera de entrada al mercado.
- 4) Los costes y retrasos para obtener los derechos de propiedad intelectual sobre nuevas ideas afectan a la probabilidad de que éstas sean comercializadas de forma inmediata, especialmente por las NEBTs que a menudo innovan en respuesta a ventanas de oportunidad reducidas.

- 5) La regulación puede obstaculizar la existencia de vínculos entre las PYMES y el sistema público de I+D, al desincentivar o prohibir la colaboración de investigadores públicos o profesores universitarios con el sector privado. La ausencia de mecanismos que faciliten que un investigador del sistema público se pueda incorporar a iniciativas de *spin-offs* o *spin-outs*, o que un investigador del sector privado acceda al mundo universitario o trabaje para el gobierno, entorpecen la movilidad de un entorno a otro.
- 6) Dado que las NEBTs suelen carecer del colateral necesario para obtener créditos bancarios, son especialmente sensibles a las regulaciones que controlan el acceso al capital-riesgo como vía alternativa de financiación, en particular, a las que establecen el tipo de inversor elegible para constituir fondos de capital-riesgo. En algunos países se prohíbe o desestimula el papel como inversores de los fondos de pensiones, las compañías de seguros u otras instituciones. En otros países la legislación afecta a las responsabilidades de las partes de la sociedad inversora, lo que puede desincentivar la inversión institucional en este tipo de fondos. Estas restricciones, si bien tratan de salvaguardar frente al impago, limitan la oferta de fondos de capital-riesgo para las PYMES.

4.2.2.2. Trámites administrativos para la creación de nuevas empresas. Diferencias internacionales.

El *Libro verde de la innovación* de la Comisión Europea (1995) cifra los costes derivados en Europa del entorno reglamentario y administrativo entre 180 y 230.000 millones de ecus. Debido a su naturaleza de coste fijo, esta carga de la regulación es mayor para las PYMES que para las grandes empresas. Una consecuencia del aumento en costes fijos derivado de la regulación, es que no sólo detrae recursos financieros, ya de por sí escasos, de la inversión, sino que también, en igual importancia, absorbe tiempo de gestión. El problema se agrava en determinadas industrias, como por ejemplo la de biotecnología, donde a los trámites habituales hay que añadir regulaciones específicas medioambientales y sanitarias.

Estos costes asociados a la gestión administrativa no son homogéneos a nivel internacional. En este sentido, la UNICE (1995) señala que, en términos generales, la «carga reguladora» que se echan al hombro los empresarios es más pesada en Europa y Japón que en los Estados Unidos (*Union of Industrial and Employers' Confederations of Europe*, 1995). En la misma dirección, la Comisión Europea (1995) apunta que «en la mayoría de los países europeos, a diferencia de los Estados Unidos, la creación de una empresa y las primeras contrataciones de personal se asemejan a menudo a un campo de batalla. Los plazos suelen superar el mes (excepto en las empresas unipersonales) y los costes ascienden a varios miles de ecus» (cap.IV). Incluso dentro de la propia UE se aprecia una heterogeneidad en los trámites y sus costes asociados por países y en función del tipo de personalidad jurídica de la empresa (véase Libro verde de la innovación), factor que pue-

de originar a su vez diferencias internacionales en las tasas de nacimiento de NEBTs.

España no es una excepción al problema que se acaba de describir. La creación de una empresa (proceso de constitución y adopción de personalidad jurídica) exige al menos cinco trámites administrativos (obtención de la certificación negativa del nombre, otorgamiento de la escritura pública, pago del impuesto de transmisiones patrimoniales y actos jurídicos documentados, obtención del código de identificación fiscal e inscripción en el Registro Mercantil), a los que puede añadirse alguno más en función del tipo específico de empresa (así, por ejemplo, las sociedades mercantiles especiales requieren una autorización administrativa previa, y las sociedades de capital-riesgo deben inscribirse en el Registro Especial del Ministerio de Economía y Hacienda). Para la puesta en funcionamiento de la empresa, a los procedimientos mencionados aún deben sumarse más de diez trámites adicionales, que incluyen la obtención de diversas licencias municipales (obras, apertura), la inscripción en diversos registros (Registro de la Propiedad Inmobiliaria, Registro Industrial), el alta en el Impuesto sobre Actividades Económicas y el Censo, la adquisición y legalización de libros oficiales, y los trámites derivados de la contratación de trabajadores (inscripción en la Seguridad Social, comunicación de apertura de centro de trabajo...).

La toma de conciencia de los problemas derivados de estos requerimientos legales para las empresas y, en particular, para las PYMES, ha conducido a diversos intentos de simplificación administrativa. El Programa de la UE para PYMES (*EU Programme for SMEs*), reforzado por la adopción en Abril de 1999 del *BEST Action Plan* (BEST: *Business Environment Simplification Task Force* o Comité de mejora y simplificación del entorno empresarial), ha facilitado la creación de nuevas empresas y simplificado y mejorado su entorno empresarial. En algunos países se ha optado por la creación de «ventanillas únicas» donde pueden realizarse todos estos trámites (tal es el caso de Francia o el Reino Unido) y/o la apertura de centros de asistencia en los trámites administrativos.

En España la Dirección General de Política de la PYME (DGPYME) proporciona información a través de su página web de los trámites necesarios para la constitución y puesta en marcha de una empresa. Simultáneamente, a iniciativa del Consejo Superior de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación de España, se está desarrollando un proyecto de puesta en marcha de doce «ventanillas únicas» en distintas comunidades autónomas (entre las que se incluyen Cataluña, la Comunidad Valenciana, Islas Baleares y Madrid), algunas de las cuales ya están en funcionamiento. Por otra parte, el recién aprobado Plan Nacional de Investigación científica, Desarrollo e Innovación tecnológica (PN de I+D+I) para el período 2000-2003, preocupado por fortalecer el carácter innovador del tejido productivo, fija como objetivo «dotar al Sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa de instrumentos financieros y medidas de carácter fiscal y regulatorio que permitan acelerar la incorporación de tecnología y la creación de nuevas empresas de base tecnológica, favoreciendo asimismo la interrelación entre el sector productivo y los

centros tecnológicos» (pág. 17, vol 1). En función de los objetivos estratégicos, en el PN de I+D+I se considera deseable que el porcentaje de empresas innovadoras respecto al total de empresas, que en 1998 es del 12%, alcance en el 2003 el 25%, que las empresas de más de 20 empleados innovadoras pasen del 30% actual al 50% en el año 2003 y que para esa misma fecha se hayan creado 100 nuevas empresas de base tecnológica a partir de centros públicos de I+D y centros tecnológicos.

4.2.3. Diagnósticos

El examen realizado hasta el momento sobre las NEBTs, que juegan un papel importante en el sistema nacional de innovación, permite realizar las siguientes consideraciones:

La regulación existente dificulta el nacimiento de nuevas empresas de base tecnológica.

- Al igual que se observa en otros países de la UE, el número de *start-ups* de empresas de base tecnológica en España es reducido. La regulación existente contribuye este hecho al menos por dos vías:
 - a) El elevado coste y el tiempo que para estas empresas suponen los trámites administrativos asociados a la creación y puesta en funcionamiento de una nueva empresa.
 - b) La actual reglamentación del sistema público de I+D, que hace difícil la movilidad del personal investigador entre las empresas y el sistema público de I+D, dificultando la aparición de *spin-offs* o *spin-outs*.

4.2.4. Recomendaciones

La reforma de la regulación debe basarse en un conocimiento profundo de la importancia de las NEBTs para el sistema nacional de I+D. Ello requiere a su vez una recopilación exhaustiva de información sobre estas entidades que cubra las lagunas existentes en la actualidad, en particular la que se refiere a las micro-empresas.

Deben reducirse, agilizarse y abaratare los trámites necesarios para la creación de empresas, tendiendo a homogeneizarlos a escala europea.

- Debe mejorarse el acceso de las Pymes a la información sobre el potencial del sistema público de I+D como instrumento de apoyo a la innovación y sobre la reglamentación administrativa que regula sus relaciones con las empresas.

- Deben reducirse los costes derivados de los trámites administrativos necesarios para la constitución y puesta en funcionamiento de las empresas, para lo cual resulta conveniente seguir potenciado el desarrollo de las «ventanillas únicas».

Debe modificarse la regulación para facilitar movilidad del personal investigador entre el sistema público de I+D y las empresas.

- Una mejor interacción del sistema público de I+D y las empresas estimula la aparición de *spin-offs* y *spin-outs*, que son la forma natural de aparición de NEBTs.

4.3. Regulación social. Política medioambiental y su efecto sobre la innovación

Las regulaciones sociales, que no han cesado de crecer en importancia desde los años setenta, plantean simultáneamente cuestiones éticas y económicas relacionadas con la innovación. En las áreas de salud, seguridad, ciencias de la vida y medio ambiente las consideraciones éticas son especialmente importantes. Además, el gran impacto en todos los órdenes de la vida de ciertos descubrimientos y avances del conocimiento (por ejemplo, el caso del genoma humano) exige especial cuidado en el diseño de la regulación, pues de lo contrario cabe la posibilidad de retardar innecesariamente su difusión y con ello el crecimiento económico y el bienestar social que son capaces de inducir. En los últimos años ha existido en el ámbito internacional una gran preocupación por incorporar a la regulación las consideraciones éticas y de dimensión humana.⁽²²⁾ Profundizar en estas cuestiones excede el objetivo de este documento.

Dentro de las áreas de regulación social, la de medio ambiente es la que presenta actualmente consecuencias más directas sobre la innovación empresarial y a ella se dedica el resto de este capítulo.

La principal preocupación de los reguladores es mejorar los mecanismos establecidos para la protección del medio ambiente, puesto que a menudo su implementación, por una parte, afecta negativamente al crecimiento de la productividad empresarial y, por otra, desincentiva la aplicación de soluciones innovadoras.

Respecto a la primera cuestión, existe una literatura empírica relativamente amplia sobre el efecto de las restricciones relacionadas con la protección del medio ambiente y los resultados de las empresas. La gran mayoría de estudios que han abordado esta tema obtienen que el cumplimiento de las exigencias legales en materia de medio ambiente ocasiona a corto plazo una disminución en el crecimiento de la productividad empresarial.⁽²³⁾ Las razones aducidas para este efecto incluyen:

- 1) Las inversiones necesarias para dar cumplimiento a la regulación medioambiental detraen recursos para otras inversiones «directamente productivas».
- 2) El cumplimiento de la normativa medioambiental conduce en ocasiones a la modificación de los procesos de producción hacia prácticas menos eficientes en el sentido productivo convencional.

(22) Véase, por ejemplo, la Declaración de Helsinki y el Convenio del Consejo de Europa relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina.

(23) Esta literatura está especialmente desarrollada en Estados Unidos como consecuencia del surgimiento del movimiento medioambiental en la década de los setenta. Véase, entre otros, los trabajos de Norsworthy, Harper y Kunze (1979), Gollop y Roberts (1983), Gray (1987), Barbera y Mc Connell (1990) y la revisión realizada por Jaffe *et al* (1995).

- 3) El trato asimétrico que otorgan muchas regulaciones, eximiendo a las empresas más viejas de su cumplimiento, desalienta la inversión en nuevas plantas más eficientes.

Sin embargo, para otros autores las inversiones destinadas al cumplimiento de la legislación medioambiental constituyen una fuente de ventajas, a medio y largo plazo, para hacer frente a la competencia en los mercados internacionales. En concreto, siguiendo la hipótesis de Porter (1995), los sectores industriales que ofrecen tecnología y servicios medioambientales se benefician directamente de las restricciones regulatorias que afectan a sus clientes. Además, las empresas que operan en sectores directamente afectados por la regulación, se ven obligadas a reconsiderar sus procesos de producción, lo que facilita la detección de ineficiencias e impulsa la innovación hacia tecnologías y métodos de producción más eficientes. Según Porter, si la regulación estimula lo suficiente la innovación y es lo bastante flexible en tiempo de adaptación, existe la posibilidad de alcanzar el objetivo de calidad medioambiental a la vez que se disminuyen los costes de producción o se mejora la productividad.

En cualquier caso, a la hora de analizar los efectos de la regulación medioambiental sobre la productividad, debe tenerse en cuenta que no todas las legislaciones son iguales a nivel internacional. En relación a la economía española, existe un estudio reciente de Galve y Garcés (1999) en el que analizan el impacto de las inversiones destinadas a la protección del medio ambiente en la productividad a corto plazo de una muestra de 53 empresas españolas, no financieras y cotizadas en bolsa, que han comenzado su proceso de adaptación a las exigencias medioambientales. Esta muestra constituye una selección de entre las sociedades anónimas que han sido subvencionadas en el Programa Industrial y Tecnológico Medioambiental (PITMA) en uno o más de los años del período 1990-1995. Son empresas que han acometido proyectos medioambientales de tipo tecnológico, consistentes en la implantación de tecnologías de prevención y corrección de la contaminación. Los resultados del trabajo apoyan la hipótesis de que las inversiones destinadas al cumplimiento de exigencias medioambientales tienen un efecto negativo en la productividad de las empresas.

Por lo que se refiere a los efectos de las medidas de protección del medio ambiente sobre la innovación, según la OCDE (1996a), las empresas se quejan de que las regulaciones medioambientales:

- a) Son demasiado preceptivas y no permiten la flexibilidad suficiente como para desarrollar nuevas tecnologías o propuestas innovadoras como alternativas a los problemas ecológicos.
- b) No son rentables y, al imponer elevados costes directos para verificar su conformidad, desvían fondos de la investigación y el desarrollo.
- c) A menudo estimulan la modificación del equipo ya existente, en vez de favorecer la inversión en nuevos equipos y procesos de explotación más innovadores.

En un informe reciente sobre tecnología e innovación, la OCDE (1999) profundiza en estas cuestiones, analizando los efectos de los distintos instrumentos de la política medioambiental sobre la capacidad y actitud innovadora de las empresas.

4.3.1. Efecto de los instrumentos de la política medioambiental sobre la innovación

A continuación se clasifican las medidas de la política medioambiental en cuatro grupos, según constituyan estándares o especificaciones (medioambientales, de seguridad o tecnológicos) que deben verificar los productos, autorizaciones o prohibiciones explícitas por parte del organismo regulador, instrumentos económicos u otro tipo de medida que no encaje en las anteriores.

4.3.1.1. Estándares y especificaciones

a) Estándares ambientales del producto (*product standards*)

Especifican características medioambientales o de seguridad que deben verificar los productos industriales y de consumo. Su uso es frecuente en los países de la OCDE. Dado que usualmente se imponen sobre productos ya presentes en el mercado, tienden a producir una sustitución rápida de la tecnología existente, más que una innovación radical.

b) Patrones de comportamiento medioambiental (*performance standards*)

Se han utilizado ampliamente como medio para llevar a cabo controles sobre los procesos de contaminación de aire y agua y gestión de residuos peligrosos. Son técnicamente más flexibles que otros instrumentos de la política medioambiental, pero su problema reside en la dificultad de ponerlos realmente en práctica. En la gran mayoría de los casos, se establecen a partir de los supuestos sobre lo que se puede conseguir con la mejor tecnología disponible y, en este sentido, requieren de las empresas actualizadas poco o ningún cambio técnico.

c) Especificaciones de la tecnología (*technology specifications*)

Establecen la obligatoriedad legal de utilizar una tecnología determinada. Aparecen en contextos en los que el rango de opciones aceptables para los reguladores es suficientemente pequeño, lo que suele ocurrir en el control de los residuos peligrosos y la contaminación de aire y agua. Tienden a reprimir la innovación, puesto que se basan en las tecnologías ya existentes.

4.3.1.2. Autorizaciones y prohibiciones

d) Autorización previa a la comercialización (*pre-market approval*)

Implica el examen minucioso y la selección de las nuevas tecnologías por parte del gobierno, como requerimiento previo a su comercialización. Afecta sobre todo a los sectores de productos farmacéuticos, pesticidas y productos químicos tóxicos y su aplicación está muy extendida en la OCDE. Su efecto principal es el de alargar e incrementar el coste del período de I+D.

e) Prohibiciones de producto (*product bans*)

Como su propio nombre indica, constituyen la forma más severa de regulación. Su aplicación se ha reducido casi exclusivamente a los productos químicos. Dan lugar siempre a una modificación en la tecnología, aunque la naturaleza de este cambio varía desde la sustitución del producto prohibido por otro ya existente en el mercado, hasta la innovación radical en la forma de reemplazos elaborados por nuevas empresas que alteran la propia estructura de la industria. No obstante, aunque los efectos de este instrumento de la política mediambiental sobre la innovación sean favorables en el largo plazo, implican trastornos y costes significativos en el corto plazo.

f) Límites a las emisiones

Consisten en el establecimiento de límites a la producción de emisiones contaminantes permitidas a cada empresa o industria. Han sido uno de los instrumentos más utilizados durante las décadas de los ochenta y noventa y presentan la ventaja de que, si es posible su aplicación y control, garantizan el cumplimiento de los objetivos previstos en cuanto a emisiones. Son más flexibles que los dos mecanismos anteriores y, si los límites son suficientemente restrictivos, incentivan la búsqueda de tecnologías alternativas que generen menos emisiones contaminantes.

g) Autorizaciones de instalación y establecimiento (*facility permits*)

Incluyen los permisos de construcción y de emplazamiento. Los reguladores suelen utilizarlos para examinar la tecnología industrial, asegurar su conformidad con las leyes e implicar a otros agentes (en particular, los vecinos de la zona) en la toma de decisiones medioambientales. Desde el punto de vista de las empresas, son una fuente de retrasos e incertidumbre. Desde el punto de vista público, es una de las vías fundamentales para recopilar información e influenciar las decisiones tecnológicas de las empresas.

4.3.1.3. Instrumentos económicos

h) Tarifas e impuestos ecológicos (*pollution charges*)

Las tarifas e impuestos sobre la contaminación de agua y aire son uno de los instrumentos económicos de la política medioambiental más extendidos. En particular, en los últimos años ha recibido especial atención el impuesto sobre el CO², que ha sido evaluado tanto para Estados Unidos, como para el conjunto de la Unión Europea.⁽²⁴⁾

La mayor virtud de los impuestos ecológicos sería su capacidad para reducir de forma «eficiente» el nivel de polución, en el sentido de conseguir la internalización de todos los costes relevantes por parte de los agentes económicos, pero ello depende de la elección de niveles de tarifas e impuestos correctos», que son difíciles de precisar. Sobre este tema, Lasheras (1999) señala que «el impuesto óptimo es aquel que iguala el valor social de la reducción en el daño causado por las emisiones contaminantes con el valor social de la menor producción de *output* que provoca (es decir, con el impuesto expresado en términos de producto final) en el nivel de contaminación óptimo. Esta definición expresa lo difícil que resulta determinar el nivel de imposición día a día, ya que se requiere información precisa sobre la función de daño, sobre los efectos del impuesto en la producción y sobre el valor que los agentes económicos asocian al daño y al producto final» (pp. 347-348). Presentan el inconveniente de no garantizar el cumplimiento de los objetivos medioambientales, que además puede verse afectado por la evolución de variables económicas como el crecimiento o la inflación. De hecho, dado que no siempre se han establecido niveles lo bastante altos, y aunque a priori tienen más potencial dinámico para estimular la innovación que otros mecanismos, han tendido a producirla de modo progresivo más que radical.

i) Subvenciones para la protección del medioambiente

Tienen como objeto compensar el daño social generado por la contaminación o promover el uso de tecnologías menos contaminantes, siendo especialmente efectivas como incentivo a la utilización de energías renovables. Pueden considerarse como impuestos negativos y, en este sentido, presentan ventajas e inconvenientes similares a las que se han descrito para aquellos.

j) Permisos de emisión negociables (*tradable permits*)

Los permisos negociables son títulos que conceden al titular el derecho a la emisión de una cierta cantidad de gases contaminantes y que, posteriormente a su

(24) En Martín y Velázquez (1992 y 1996) se recogen estudios de las distorsiones derivadas de la aplicación de un impuesto general de la energía y del CO₂ sobre los precios de diferentes sectores españoles.

asignación inicial, pueden ser intercambiados en el mercado por un precio según acuerdo entre oferta y demanda. Este segundo instrumento económico de la política medioambiental es de uso mucho más reciente y limitado, comenzando a utilizarse en Estados Unidos durante la década de los setenta. Cabe señalar que el acuerdo de Kyoto, firmado el 19 de diciembre de 1997, contempla el uso de intercambios internacionales de permisos de emisión como una de las herramientas para el control de emisiones de gases contaminantes.

A *priori*, estos derechos de contaminación tienen aún mayor capacidad que los impuestos para dar lugar a una reducción «eficiente» de la polución, puesto que permiten las transferencias desde situaciones de menor a mayor coste. Además, al contrario de lo que ocurre con las tasas e impuestos, el cumplimiento de los objetivos medioambientales no se ve afectado por la evolución de las variables económicas. Sin embargo, su potencialidad se ve disminuida, por una parte, porque la comercialización de los permisos de emisión suele ser interna (entre corporaciones o sociedades limitadas) más que externa y, por otra, porque sólo intercambian permisos los que contaminan. Ello hace que su efecto probable sea favorecer una innovación progresiva, más que dar lugar a un cambio técnico drástico.

k) Acuerdos voluntarios (*voluntary agreements*)

Usualmente ponen fin a un proceso de negociación entre las autoridades públicas y las empresas sobre el grado y naturaleza de las mejoras medioambientales que deben producirse en un contexto dado (por ejemplo, estableciendo un objetivo de reducción de emisiones contaminantes) y, aunque reciben el adjetivo de «voluntarios», suelen estar forzados por la autoridad. Su uso ha sido excepcional en Estados Unidos, siendo más frecuente en Europa y Japón. Entre los acuerdos voluntarios puede incluirse el establecimiento de compensaciones internacionales para la reducción de emisiones. Este mecanismo permite a las empresas contaminantes de un país realizar inversiones para reducir emisiones en otro país, y conseguir reducciones fiscales o subvenciones en el propio país. Tal como se estableció en la Cumbre de Río en 1992, tanto los permisos negociables como los acuerdos de implantación conjunta se amparan en el artículo 4.2a del Acuerdo Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.⁽²⁵⁾

En relación con otros instrumentos de la política medioambiental, los acuerdos voluntarios tienen la ventaja de asignar la iniciativa de especificar la mejora a la empresa, que es la que tiene el conocimiento para diseñarla y los medios para implementarla. Asimismo presentan una mayor flexibilidad y un marco temporal más realista, lo que hace que sea uno de los instrumentos preferidos por las empresas contaminantes. Sin embargo, es difícil que estimulen una innovación

(25) Lasheras (1999) señala que «aunque la implantación conjunta quiere tan sólo acuerdos bilaterales entre dos países, sus efectos son equivalentes al establecimiento de permisos negociables internacionalmente, con una emisión inicial que se asignará según los objetivos del acuerdo de Kyoto» (pág. 357).

significativa. Además, en muchos casos la falta de informes o de vigilancia sobre su implementación impiden asegurar su impacto sobre el medio ambiente.

4.3.1.4. Otros instrumentos

l) Responsabilidad prolongada del productor (*extended producer responsibility*)

Puede referirse tanto a la responsabilidad legal que se impone a los productores de bienes peligrosos por el daño que estos productos puedan causar, como al conjunto de requerimientos necesarios para mantener la administración (*stewardship*) de las consecuencias medioambientales de los productos vendidos a lo largo de toda la vida (por ejemplo, encargarse del retiro de un frigorífico al final de período de vida comercial). La principal virtud de este instrumento es que cambia el marco temporal y el rango de factores relevantes en el espacio del ingeniero, que ahora también tiene que preocuparse por los efectos posteriores y la posible reutilización de los productos que diseña. Aún no está claro cuál es su efecto sobre la propensión a innovar. Por una parte, las empresas argumentan que les fuerza a tomar una postura aversa al riesgo (como resultado de la incertidumbre en la aplicación de las leyes), lo que retarda la aparición de nuevos productos hasta que puedan predecirse sus características. Por otra parte, podría incentivar la innovación al desplazar del mercado los productos peligrosos.

m) Revelación de información (*information disclosure*)

Este tipo de medidas, que experimentan actualmente un período de prueba, incluyen tanto las revelaciones públicas del comportamiento mediambiental, como las exigencias de monitorización. Las primeras están encaminadas a alertar, proteger y dar alternativas públicas ante las consecuencias medioambientales de la actividad empresarial. Las segundas están más orientadas a forzar y comprobar el cumplimiento de la regulación. Respecto a otros instrumentos tradicionales presentan dos ventajas: por una parte, puesto que los sistemas de información tienden a abarcar distintas áreas medioambientales, es probable que originen un cambio técnico de carácter global y no tanto respuestas parciales; por otra parte, dado que las necesidades de información varían con el tiempo, también es probable que promuevan una mejora tecnológica progresiva.

4.3.2. Estado de la regulación medioambiental en España

La mayoría de instrumentos de política medioambiental existentes en España son de tipo económico y se guían por el principio *those who contaminate shall pay* («pagarán aquellos que contaminen»). Los instrumentos que pueden afectar a la

capacidad innovadora de las empresas son fundamentalmente los que regulan el uso del agua, las costas y el entorno marino de dominio público, la utilización de energías renovables y la gestión de residuos sólidos urbanos e industriales.⁽²⁶⁾

La Ley de Aguas 29/1985 de 2 de agosto establece un sistema regulador del uso del agua de dominio público que incluye:

- Tarifas por el uso temporal del agua.
- Tasas por la eliminación de residuos contaminantes.
- Autorizaciones para la eliminación de agua y residuos susceptibles de contaminar agua fresca. Cuando la administración concede la autorización, debe pagarse una tarifa en la forma de tasas que se reservarán para la protección y mejora del medioambiente afectado.
- Acuerdos con diferentes comunidades autónomas y ayuntamientos, con el objeto de regular el desarrollo de actividades que impliquen la protección y mejora de la calidad del agua (para las que se asignan las tasas de eliminación de residuos).
- Tasas por labores de control de las aguas superficiales y subterráneas, que deberán pagar los que se vayan a beneficiar de estos trabajos, con el objeto de compensar las contribuciones realizadas por el Estado y los gastos incurridos en la gestión y mantenimiento de dichas labores.

Por su parte, la Ley de Costas 22/1988 de 28 de julio establece:

- Un sistema de tasas por el uso de entornos costeros y marinos de disfrute público, que deberán pagar una vez concedida la autorización correspondiente.
- Tasas por la eliminación de contaminantes autorizados en estos entornos, que se utilizarán para su mejora y mantenimiento.

El Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, incluye subvenciones para la promoción directa de energías renovables. La retribución percibida es el resultado de sumar tres elementos: el precio medio del mercado correspondiente a las horas en que se ha generado energía por las instalaciones de energía renovable, una prima, según el tipo de energía, y un complemento por la energía reactiva.⁽²⁷⁾ Tal como indica Lasheras (1999), una señal de la efectividad de este instrumento es que la generación mediante renovables y cogeneración pasó de ser un 5,7% de la generación en 1994 a un 12,2% en 1998.

(26) Una descripción más detallada del conjunto de medidas de política medioambiental utilizadas en España, puede encontrarse en la memoria *Medio Ambiente en España 1997* del Ministerio de Medio ambiente (1999).

(27) Esta retribución será fija mientras subsistan los costes de transición a la competencia (CTCs), con un valor medio cercano al coste para las centrales minihidráulicas del antiguo marco regulatorio (aproximadamente 12 ptas/KWh. en 1994).

Adicionalmente, se prevé la implementación de instrumentos en el medio plazo que afectan a la gestión de aceites usados, de envases y residuos de envases (véase Gonzalo, 1996). El Proyecto de Decreto-Ley de Aceites Usados contempla la introducción de un impuesto especial, que pagarían indirectamente los consumidores y que gravaría, en una única ocasión, la producción, la compra por otros estados miembros de la Comunidad Europea y la importación de todos los aceites industriales para propósitos lubricantes, cuando dichos aceites tengan una base mineral o sintética. El Proyecto de Decreto-Ley de Envases y Residuos de Envases incluye dos instrumentos con el objeto de proporcionar una gestión adecuada de este principal componente de residuos sólidos urbanos, acompañando la situación con los estándares europeos (reducción, reciclaje, gravamen, eliminación) y con el principio *those who contaminate shall pay*. El primer instrumento sería un acuerdo voluntario en el sector de envases español, entre la propia industria y varios cuerpos administrativos, tanto a nivel central, como regional y local. El segundo instrumento sería un sistema de devolución y depósito obligatorio.

4.3.3. Diagnósticos

La innovación y la política medioambiental pueden ser complementarias. El cambio tecnológico ha ampliado el campo de las políticas medioambientales.

La regulación medioambiental induce más innovaciones incrementales que radicales.

- En la mayoría de los casos los instrumentos de la política medioambiental obligan a modificaciones de instalaciones existentes y a adaptaciones de los diseños de productos.

La regulación medioambiental ha propiciado la aparición de un mercado específico y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas especializadas.

- En los últimos años han aparecido nuevas actividades empresariales como respuesta a las exigencias medioambientales, muchas de ellas basadas en paquetes tecnológicos multidisciplinares.

4.3.4. Recomendaciones

Las oportunidades tecnológicas que ofrece la regulación medioambiental deben ser aprovechadas para estimular la innovación.

Los reguladores medioambientales, en coordinación con los responsables de la política científica y tecnológica, deben estimular aquellas líneas de investigación que abaraten las soluciones de protección del medio ambiente.

- Si la regulación estimula lo suficiente la innovación y es lo bastante flexible, existe la posibilidad de alcanzar el objetivo medioambiental a la vez que se disminuyen los costes de producción y se mejora la productividad de las empresas (M. Porter).

Anexo I

Participantes en la elaboración
de este informe



Expertos consultados

Fernando Aldana
José Ramón Alique
Santiago Álvarez
Enric Banda
Jesús Banegas
Ángel Durández
Juan Antonio Fernández-Tellechea
Ángel de la Fuente
José Luis de la Fuente
Arturo González
Gonzalo León
Carlos López Cacicedo
Juan José Mangas
José Antonio Martín Pereda
Francisco Más
Andrés Masiá
Emilio Muñoz
Elisa Navas
Julio Segura
Enrique Tortosa
Andrés Zabara

Equipo de Trabajo

Jordi Jaumandreu,	PIE-FEP (Coordinador)
Xulia González,	Universidad de Vigo
Elena Huergo,	Universidad Complutense y PIE-FEP
Consuelo Pazó,	Universidad de Vigo
Xavier Torres,	Fundación Cotec

Bibliografía

Arrow, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for inventions», en R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press.

Arundel, A., y Kabla, I. (1998), «What porcentaje of innovations are patented? Empirical estimates for European firms», *Research Policy*, 2, pp. 127-141.

Aurora, A. y Gambardella, A. (1990), «Complementary and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology», *Journal of Industrial Organization*, 38, pp. 361-379.

Aurora, A. y Gambardella, A. (1994), «Evaluating technological information and utilizing it: scientific knowledge and external linkages in biotechnology», *Journal of Economic Behavior and Organization*, pp. 91-114.

Baldwin, W.L. y Scott, J.T. (1987), *Market structure and technological change*, Chichester: Harwood.

Barbera, A.J. y McConnell, V.D. (1990), «The impact of environmental regulations on industry productivity: direct and indirect effects», *Journal of Environmental Economics and Management*, 1, pp. 50-65.

Baumol, W. (1993), *Entrepreneurship, Management and the Structure of payoffs*, MIT Press.

Bayona, C., Garcia, T. y Huerta, E. (1999), «Motivaciones empresariales para cooperar en I+D: un análisis empírico con empresas españolas», DT 36/99, Departamento de Gestión de Empresas de la Universidad Pública de Navarra.

Berstein, J. (1986), «The effect of direct and indirect tax incentives on Canadian industrial R&D expenditures», *Canadian Public Policy*, vol. XII, pp. 438-448.

Bloom, N., Griffith, R. y Van Reen, J. (1999), «Do R&D tax credits work? Evidence from an international panel of countries 1979-1994», *Working Paper*, nº W99|8, The Institute for Fiscal Studies.

Brandstetter, L. y Sakakibara, M. (1998), «Japanese research consortia : a microeconomic analysis of industrial policy», *Journal of Industrial Economics*, XLVI, pp. 207-2034.

Buesa, M. (1994), «La política tecnológica en España: una evaluación en la perspectiva del sistema productivo», *Información Comercial Española*, 726, Febrero 1994.

Busom, I.(1991), «Impacto de las ayudas públicas a las actividades de I+D de las empresas: un análisis empírico», *Revista de Economía Pública*, 11(2).

Cabiedes, L. (1994), «Barreras Técnicas a la difusión de innovaciones farmacéuticas», *Revista de Economía Aplicada*, 5, pp. 151-162.

Calvo, J.L. (1998), «Las empresas manufactureras españolas de alto crecimiento en el periodo 1990-1994», DT 9801, Departamento de Análisis Económico, UNED.

Cassiman, B. (1999), «Cooperación en investigación y desarrollo. Evidencia para la industria manufacturera española», *Papeles de Economía Española*, 81, pp 143-154.

- Castrillo, D. (1993), «Una panorámica sobre la literatura de contratos de licencia», *Revista de Economía Española*, Monográfico «Investigación y Desarrollo», pp.109-136.
- Caves, R., y Barton, D. (1990), *Efficiency in U.S. Manufacturing Industries*, MIT Press, Cambridge, MA.
- CDTI (1993), *I+D empresarial y fiscalidad. Cuadernos CDTI*, nº 2.
- Cincera, M.(1997), «Patents, R&D, and technological spillovers at the firm level: some evidence from econometric count models for panel data», *Journal of Applied Econometrics*, 3, pp. 265-280.
- Cohen, W.M. y Levin, R.C. (1989), «Empirical studies of innovation and market structure», en R. Schmalensee y R. Willig (eds.): *Handbook of Industrial Organization*, vol 11, North-Holland, Amsterdam.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1989a), «The implications of spillovers for R&D investment and welfare: a new perspective», en A. Link y K. Smith (eds.): *Advances in applied micro-economics, vol. 5: The factors affecting technological change*, JAI Press, Greenwich Conn.
- Cohen, W. y Levinthal, D.A. (1989b), «Innovation and learning: the two faces of R&D», *The Economic Journal*, 99, pp. 569-596.
- Comisión Europea (1995), *Libro verde de la innovación*, Bruselas.
- CICYT (1999), *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003)*, Madrid.
- Cotec (1995), *La innovación en las pequeñas y medianas empresas*, Madrid.
- Cotec (1998a), *Innovación tecnológica y crecimiento económico*, Cotec Estudio nº 11.
- Cotec (1998b), *Las compras públicas y la innovación*, Cotec Estudio nº 12.
- Cotec (1998c), *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Madrid.
- Cotec (1999), *Financiación de la innovación*. Informes sobre el sistema español de innovación.
- d'Aspremont, C. y Jacquemin, A. (1988), «Cooperative and non-cooperative R&D in duopoly with spillovers», *American Economic Review*, 78, pp. 1133-1137.
- David, P. y Hall, B. (1999), «Heart of darkness, public-private interactions inside the R&D black box», (Nuffield College, Oxford: Economics Discussion Paper, 1999-W-16, March), próxima aparición en *Research Policy*.
- David, P., Hall, B. y Toole, A. (1999), "Is public R&D a complement or substitute for private R&D?. A review of the Econometric Evidence". Mimeo. Próxima publicación en *Research Policy*.
- Eaton, B. y Eswaran, M. (1997), «Technology trading coalitions in supergames», *Rand Journal of Economics*, 28 (1), pp. 135-149.
- Eaton, J. y Kortum, S. (1996), «Trade in ideas: patenting and productivity in the OECD», *Journal of International Economics*, 3-4, pp. 251-278.
- EIM (1995), *The European Observatory for SMEs*. Annual Report to Directorate-General XXIII.
- Eisner, R., S. H. Albert, y M. A. Sullivan, (1984), «The new incremental tax credit for R&D: incentive or disincentive?», *National Tax Journal*, vol. XXXVII, pp. 171-183.
- EPO (1998), *Trilateral Statistical Report*.

- Ernst, H. (1998), «Industrial research as a source of important patents», *Research Policy*, 1, pp.1-15
- Evenson, R. (1993), «Patents, R&D, and invention potential: international evidence», *American Economic Review*, 2, pp. 463-468.
- Fariñas, J.C. y Moreno, L. (1997), «Size, age and growth: an application to Spanish manufacturing firms», DT 9705, PIE-FEP.
- Florens, J., Ivaldi, M., y Larriebeau, S. (1995), «The diffusion of telephone in Spain», *Revista Española de Economía*, 1, pp. 3-34.
- Friedman, Ph., Berg, S. y Duncan, J. (1979), «External vs. internal knowledge acquisition: joint venture activity and R&D intensity», *Journal of Economics and Business*, invierno, pp. 103-110.
- Gago, A. (1992), «Imposición e innovación tecnológica: la reforma de los incentivos fiscales a las actividades de I+D», *Hacienda Pública Española*, 2, pp. 147-163.
- Gago, A. y Alvarez, J. C. (1993), «La deducción para inversiones en I+D en el impuesto sobre sociedades: alternativas de reforma», *Revista de Derecho Financiero y de Hacienda Pública*, 225-226, pp. 697-726.
- Galbraith, J.K. (1952), *American Capitalism*, Houghton Mifflin, Boston.
- Galve, C. y Garcés, C. (1999), «Análisis del impacto en la productividad de las empresas que invierten en protección del medio ambiente», presentado en las XV Jornadas de Economía Industrial, Madrid.
- Gambardella, A. (1992), «Competitive advantages from in-house scientific research: the US pharmaceutical industry in the 1980s», *Research Policy*, 21, pp. 391-407.
- Gollop, F.M. y Roberts, M.J. (1983), «Environmental Regulations and Productivity Growth: The Case of Fossil-fueled Electric Power Generation», *Journal of Political Economy*, 4, pp. 654-674.
- González, J. Jaumandreu, J. y Pazó, M.C. (1999), «Innovación, costes irrecuperables e incentivos a la I+D», *Papeles de Economía Española*, 81, 155-166.
- Gonzalo, A. (1996), «Existing Economic Instruments for Environmental Policy in Spain», en C. San Juan y A. Montalvo (eds.): *Environmental Economics in the European Union*, Ediciones Mundi-Prensa y Universidad Carlos III de Madrid, cap. II.
- Gray, W.B. (1987), «The cost of regulation: OSHA, EPA and the productivity slowdown», *American Economic Review*, 5, pp. 998-1006.
- Greenlee, P. y Cassiman, B. (1999), «Product market objectives and the formation of research joint ventures» de próxima aparición en *Managerial and Decision Economics*.
- Griffith, R. Sandler, D. y Van Reenen, J.(1995), «Tax incentives for R&D», *Fiscal Studies*, 2, pp. 21-44.
- Griliches, Z. (1957), «Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change», *Econometrica*, 48, pp. 501-522.
- Griliches, Z. (1984), *R&D, patents and productivity*, NBER Conference Report. University of Chicago Press
- Griliches, Z. (1990), «Patent statistics as economic indicators: a survey», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, pp. 1661-1707.

- Hall, B. (1993), «R&D tax policy during the 1980's: success or failure?», *Tax Policy and the Economy*, 7, pp. 1-35.
- Hall, B. (1996), «Fiscal Policy Towards R&D in the United States», en OECD (1996).
- Hall, B. y van Reenen, J. (1999), «How effective are fiscal incentives for R&D?. A review of the evidence», *Working Paper*, nº 7098, NBER.
- Hamberg, D. (1966), *R&D: Essays on the economics of research and development*, Random House, New York
- Hennart, J. F. (1988), «A transaction cost theory of equality joint ventures», *Strategic Management Journal*, 9, pp. 361-374.
- Hines, J. (1991), «On the sensitivity of R&D to delicate tax changes: the behavior of U.S. multinationals in the 1980s», *Working Paper* nº 3930, NBER.
- INE (1998), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*, 1996.
- INE (1999), *Estadística sobre las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico*, 1997.
- INE (2000), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*, 1998.
- Irwin, D. y Klenow, P. (1996) «High-Tech R&D subsidies. Estimating the effects of Sematech». *Journal of International Economics*, 40, pp. 323-344.
- Jaffe, A.B., Peterson, S.R., Portney, P.R. y Stavins, R.N. (1995), «Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing: what does the evidence tell us», *Journal of Economic Literature*, 1, pp. 132-163.
- Jorde, T.M. y Teece, D.J. (1990), «Innovation and Cooperation: implications for competition and antitrust», *Journal of Economic Perspectives*, 4, pp. 75-96.
- Jorde, T.M. y Teece, D.J. (1993), «Rule of reason analysis of horizontal arrangements: agreements designed to advance innovation and commercialize technology», *Antitrust L. Journal*, 61, pp. 579-611.
- Jorde, T.M. y Teece, D.J. (1997), «Harmonizing competition policy in regimes of rapid technological change», en Leonard Waverman, William S. Comanor y Akira Goto (eds.): *Competition Policy in the Global Economy*, London and New York: Routledge.
- Kamien, M.I. y Schwartz, N.L. (1982), *Market structure and innovation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kamien, M., Müller, E. y Zang, I. (1992), «Research joint ventures and R&D cartels», *American Economic Review*, 82, pp. 1293-1306.
- Karshenas, M. y Stoneman, P. (1993), «Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model», *Rand Journal of Economics*, 4, pp. 503-528.
- Karshenas, M. y Stoneman, P. (1995), «Technological diffusion», en P. Stoneman (ed), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell.
- Klette, T. J., Moen, J. y Griliches, Z. (1999), «Do subsidies to R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies», NBER, 6947.
- Kortum, S. (1993), «Equilibrium R&D and the Patent-R&D ratio: U.S. evidence», *American Economic Review*, 2, pp. 450-458.

- Lafuente, A., Salas, V. y Yagüe, M. (1985), «Formación de capital tecnológico en la industria española», *Revista Española de Economía*, 2, 1985.
- Lanjow, J., Pakes, A. y Putnam, J. (1998), «How to count patents and value intellectual property: the uses of patent renewal and application data», *Journal of Industrial Economics*, 4, pp.405-432.
- Lasheras, M.A. (1999), *La regulación económica de los servicios públicos*, Ariel Economía.
- Lee, T. y Wilde, L. (1980), «Market Structure and Innovation: a reformulation». *Quarterly Journal of Economics*, 194, pp. 429-436.
- Levin, R.C., Klevorick, A.K., Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1987), «Appropriating the returns from industrial R&D», *Brooking Papers on Economic Activity*, pp. 783-820.
- Levy D.M. y Terleckyj, N. (1983), «Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis», *Bell Journal of Economics*, 14, 551-61
- Lhuillery, (1996), «Problems involved in designing and implementing R&D tax incentive schemes», en: OECD (1996), *Fiscal Measures to promote R&D and innovation*, OECD/DG(96)165.
- Lichtenberg, F. (1984), «The relationship between federal contract R&D and company R&D», *American Economic Review Papers and Proceedings*, 74, 73-78.
- Lichtenberg, F. (1987) «The effect of government funding on private industrial research an development: a re-assessment», *Journal of Industrial Economics*, 36, 97-104.
- Lichtenberg, F. (1988), «The private R&D investment response to federal design and technical competitions», *American Economic Review*, 78, 550-559
- Little, A.D. (1977), *New technology-Based Firms in the United Kingdom and the Federal Republic of Germany*, Wilton House, Londres.
- Loury, G. C. (1979), «Market Structure and Innovation», *Quarterly Journal of Economics*, 93, pp. 295-410.
- Lundvall, B.A. y Borrás, S. (1997), *The globalising learning economy: Implications for innovation policy*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Malvárez, L. y Martín, P., *El Impuesto sobre Sociedades. Régimen General*, Centro de Estudios Financieros.
- Mamuneas, T. y Nadiri, M. (1995), «Public R&D policies and cost behavior of the US manufacturing industries», Working Paper nº 5059, NBER.
- Mansfield, E. (1968), *The Economics of Technological Change*, Norton, New York
- Mansfield, E. (1986), «The R&D tax credit and other technology policy issues», *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 76, pp. 190-194.
- Mansfield, E., Schwartz, M., y Wagner, S. (1981), «Imitation costs and patents: an empirical study», *Economic Journal* 91, pp. 907-918.
- Mansfield, E. y L. Switzer (1995), «The effects of R&D tax credits and allowances in Canada» *Research Policy*, 14 , pp. 97-107.
- Martín, C. (1988), «Fundamentos teóricos de la política tecnológica», *Revista de Economía Industrial*, 259, pp. 69-78.
- Martín, C. y Velázquez, F.J. (1992), «Some sectoral implications of Community taxes to limit CO2 emissions: Spain as a case study», *European Economy*, Special edition Nº1, pp. 185-202.

- Martín, C. y Velázquez, F.J. (1996), «Community energy taxation to limit CO² and price distortions: Spain as a pilot study», en C. San Juan y A. Montalvo (eds.): *Environmental Economics in the European Union*, Ediciones Mundi-Prensa y Universidad Carlos III de Madrid, cap. IV.
- Martínez-Sánchez, A. (1994), «Los sistemas de incentivos en las empresas de alta tecnología», *Alta Dirección*, 174, pp. 137-143.
- Matutes, C. Regibeau, P. y Rockett, K. (1996), «Optimal patent design and the diffusion of innovations», *Rand Journal of Economics*, 1, pp. 60-83.
- Mazzoleni, R. y Nelson, R. (1998), «Economic theories about the benefits and costs of patents», *Journal of Economic Issues*, 4, pp. 1031-1052.
- Mazzoleni, R. y Nelson, R. (1998), «The benefits and costs of strong patent protection: a contribution to the current debate», *Research Policy*, 3, pp. 273-284.
- Metcalf, S. (1995), «The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives» en: P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell.
- Miege, R. (1996), «Las políticas nacionales de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología en la Unión Europea», *Economía Industrial*, 301, pp. 37-44.
- MINER (1999), *Las empresas industriales en 1998*.
- MINER (1999), *Informe sobre la Industria Española 1997-1998*.
- MINER (1999), *Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica*, Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003.
- MMA (1999), *Medio Ambiente en España 1997*.
- Montalvo, J. (1993), «Patents and R&D at the firm level: a new look», *Revista Española de Economía*. Monográfico «Investigación y Desarrollo», pp.67-82.
- Motta, M. (1992), «Cooperative R&D and vertical product differentiation», *International Journal of Industrial Organization*, 4, pp. 643-661.
- Mowery, D. (1995), «The practice of technology policy», en P. Stoneman (ed.): *Handbook of Economics of Innovation and technical change*, Vol II, North-Holland, Amsterdam.
- Nelson, R.R. (1984), «High technology policies. A five-nation comparison», *American Enterprise Institute for public Policy research*.
- Nordhaus, W. (1969), *Invention, Growth and Welfare*, Cambridge, Mass: MIT Press.
- Norsworthy, J.R., Harper, M.J. y Kunze, K. (1979), «The slowdown in productivity growth: analysis of some contributing factors», *Brookings Paper on Economic Activity* 2, pp. 387-421.
- OCDE (1996), *Fiscal measures to promote R&D and innovation*, OECD/GD(96)165.
- OCDE (1996a), *Regulatory reform and innovation*, París.
- OCDE (1996b), *SMEs: Employment, innovation and growth*, París.
- OCDE (1997), *Diffusing technology to industry. Government policies and programmes*, OECD/GD(97)60.
- OCDE (1997), *Patents and innovation in the international context*. OECD/GD(97)210.
- OCDE (1998a), *Technology, productivity and job creation. Best policy practices*, París.
- OCDE (1998b), *Small business job creation and growth: facts, obstacles and best practices*.

- OCDE (1999), *Technology and environment: towards policy integration*, DSTI/STI(99) 19/FINAL, Paris.
- Pakes, A. y Griliches, Z. (1984), «Patents and R&D at the firm level: a first look», en Griliches (Ed.) *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research.
- Papaconstantinou, G., Sakurai, N. y Wyckoff, A. (1996), «Embodied technology diffusion: an empirical analysis for 10 OECD countries», Working paper OECD/GD(96)26.
- Papaconstantinou, G., Sakurai, N. y Wyckoff, A. (1998), «Domestic and international product-embodied R&D diffusion», *Research Policy*, 3, pp. 301-314.
- Pavitt, K. (1998), «The inevitable limits of EU R&D funding», *Research Policy*, 27, pp. 559-568.
- Pérez, D. (1993), «Una panorámica sobre la literatura de contratos de licencia», *Revista Española de Economía* (monográfico de I+D), pp. 109-126.
- Pérez-Castrillo, D. y Sandonis, J. (1997), «Disclosure of know-how in research joint ventures», *International Journal of Industrial Organization*, 1, pp. 51-75.
- Petit, M.L. y Tolwinski, B. (1999), «R&D cooperation or competition», *European Economic Review*, 43(1), pp. 185-208.
- Piqué, J. (1999), «La nueva política de fomento de la innovación del MINER», *Papeles de Economía Española*, n 81, pp. 276-283.
- Pisano, G. (1997), «R&D performance, collaborative arrangements and the market for know-how: a test of the «lemons» hypothesis in biotechnology», *Harvard Business School*, mimeo.
- Porter, M.E. (1995), «Green and competitive: ending the stalemate», *Harvard Business Review*, septiembre-octubre, pp. 120-134.
- Reinganum, J. (1981), «The diffusion of new technology: a game-theoretic approach», *Review of Economic Studies*, 48, pp. 395-405.
- Rosenberg, N. (1992), *Inside the black box. Technology in economics*, Cambridge University Press, New York.
- Robertson, T. y Gatignon, H. (1988), «Technology development mode: a transaction cost conceptualization», *Strategic Management Journal*, 19, pp. 515-531.
- Romer, P. (1990): «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy*, 98, pp. 571-602.
- Rose, N. y Joskow, P. (1990), «The diffusion of new technologies: evidence from the electric utility industry», *Rand Journal of Economics*, 21, pp. 354-373.
- Sala-i-Martin, X. (2000), *Apuntes de crecimiento económico*, Antoni Bosch (ed.), Barcelona.
- Salant, S. y Shaffer, G. (1998), «Optimal asymmetric strategies in research joint ventures», *International Journal of Industrial Organization*, 2, pp 195-208.
- Sandonis, J. (1993), «Rupturas en proyectos conjuntos de investigación», *Revista Española de Economía*, monográfico «Investigación y Desarrollo», pp 165-190.
- Saracho, A. y Usategui, J. (1992), «Política de fomento de la adopción de innovaciones y bienestar social: algunas consideraciones relevantes», *Ekonomiaz*, 2, pp. 82-101.
- Schankerman, M. (1998), «How valuable is patent protection?. Estimates by technology field», *Rand Journal of Economics*, 1, pp. 77-107.
- Scherer, F.M. (1984), *Innovation and growth: Schumpeterian perspectives*, MIT Press, Cambridge, MA.

- Scherer, F.M. (1999), *New perspectives on economic growth and technological innovation*, Brooking Institution Press, Washington.
- Scherer, F.M. y Ross, D. (1990), *Industrial market structure and economic performance*, 3ª edición, Houghton Mifflin, Boston.
- Schumpeter, J.A. (1943), *Capitalism, Socialism and Democracy*, George Allen & Urwin, New York.
- Shearman, C. y Burrell, G. (1988), «New technology-based firms and the emergence of new firms: some employment implications», *New Technol. Work Employment* 3 (2), pp. 87-99.
- Serrano, A. (1999), «Financiación de la innovación con capital riesgo: los incentivos fiscales por actividades de I+D en la Unión Europea: una nota», *Papeles de Economía Española*, 81, pp.211-219.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and economic growth*, Harvard University Press, Cambridge.
- Solow, R. (1957), «Technical change and the aggregate production function», *Review of Economics and Statistics*, 34, pp. 312-20.
- Spence, A.M. (1984), «Cost reduction, competition and industry performance», *Econometrica* 52, pp. 101-121.
- Storey, D.J. y Tether, B.S. (1998a), «New technology-based firms in the European Union: an introduction», *Research Policy*, 9, pp. 933-946.
- Storey, D.J. y Tether, B.S. (1998b), «Public policy measures to support new technology-based firms in the European Union», *Research Policy*, 9, pp. 1037-1057.
- Sutton, J. (1991), *Sunk Costs and Market Structure*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Sutton, J. (1996), «Technology and market structure», *European Economic Review*, 40, pp. 511-530.
- Sutton, J. (1998), *Technology and Market Structure*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Swenson, C. W. (1992), «Some test of the incentive effects of the research and experimentation tax credit», *Journal of Public Economics*, 49, pp. 203-218.
- Symeonidis, G. (1996), «Innovation, firm size and market structure: Schumpeterian hypotheses and some new themes», *OECD Economic Studies*, 27, 1996/II.
- Tassey, G. (1996), «Choosing government R&D policies: tax incentives vs. direct funding», *Review of Industrial Organization*, 11, pp. 579-600.
- Tether, B.S. y Storey, D.J. (1998), «Smaller firms and Europe's high technology sectors: a framework for analysis and some statistical evidence», *Research Policy*, 9, pp. 947-971.
- Tirole, J. (1990), *La Teoría de la Organización Industrial*, Ariel Economía.
- UNICE (1995), *Releasing Europe's potencial through targeted regulatory reform*, Union of Industrial and Employers' Confederations of Europe.
- Van Dijk, T. y Duysters, G. (1998), «Passing the European Patent Office: evidence from the data-processing industry», *Research Policy*, 9, pp. 937-946.
- Van-Dijk, T. (1996), «Patent Height and competition in product improvements». *Journal of Industrial Economics*, 2, pp. 151-167.
- Veugelers, R. (1998), «Collaboration in R&D: an assement of theoretical and empirical findings», *De Economist*, 149, pp. 419-443.

Veugelers, R. y Kesteloot, K. (1994), «On the design of stable joint ventures», *European Economic Review*, 38, pp. 63-80.

Yi, S. S. (1995), «R&D cooperation, product market collusion and welfare», *Dartmouth College working paper*, mimeo.

Yost, G. (1998), 1998 *Intenational tax summaries: a guide for planning and decisions*, Coopers & Lybrand Global Tax Network. John Wiley & Sons, Inc.

Se trata de un nuevo Informe Cotec sobre el sistema español de innovación. Su objetivo es recoger el análisis y las opiniones que ha generado el punto de vista económico sobre las relaciones para la innovación de las empresas con las administraciones. Clasifica los diferentes tipos de actuaciones gubernamentales, expone los debates que actualmente tienen lugar sobre ellas y aporta recientes ejemplos de aplicación. Concluye, como es habitual en este tipo de Informes, con un conjunto de "diagnósticos y recomendaciones", obtenidas de un contraste de opiniones de un amplio abanico de expertos en muy diferentes disciplinas, sobre un documento inicial preparado por un equipo de economistas con experiencia en el análisis económico de la innovación.

Cotec es una fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas.

ADE (CASTILLA Y LEÓN)	GRUPO ANTOLÍN IRAUSA, S.A.
ADER (LA RIOJA)	GRUPO DRAGADOS, S.A.
ALCATEL	GRUPO DURO FELGUERA
ANDERSEN CONSULTING	GRUPO LECHE PASCUAL
AKIHUK ANDERSEN	GRUPO PRISA
AYUNTAMIENTO DE GILÓN	GRUPO SFRI
BANCO SANTANDER CENTRAL HISPANO	HIJOS DELÉU IRIKA DEL CANTÁBRICO
BILBAO BIZKAIA KUTXA	IBERDROLA
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE MADRID	IDORIA
CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID	IGAPE
CENTRO DE CÁLCULO DE SABADELL	IMPMA
CETENASA (NAVARRA)	INDRA
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (JUNTA DE ANDALUCÍA)	INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN DE MURCIA
D.G. INVESTIGACIÓN C.A. MADRID	INSTITUTO DE FOMENTO REGIONAL (PRINCIPADO DE ASTURIAS)
ENDESA	MEFCAPITAL
ENRESA	NECSO
ERICSSON	PATENTESTALGO
FREXENET	REPSOL
FUNDACIÓ CATALANA PER A LA RECERCA	SENSA
FUNDACIÓN AIRTEL MÓVIL	SEPE
FUNDACIÓN BBVA	SOCINTEC
FUNDACIÓN BARRIÉ DE LA MZA	CODECAN (CANTABRIA)
FUNDACIÓN FOCJS	SOFESA (CANARIAS)
FUNDACIÓN RAMÓN AFECS	TÉCNICAS REUNIDAS
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA	TELFÓNICA
FUNDECYT (EXTREMADURA)	TGI (TECNOLÓGICA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN)
GAS NATURAL SDG	TRE DIRECCIONES DE VEHÍCULOS
	UNIÓN FERROVIARIA

Cotec ■

Marqués de Urquijo 26, 1º - C/I
28008 Madrid
Telf. (34)91 542 01 06
Fac. (34)91 559 36 74
<http://www.cotec.es>

ISBN 84-95136-10-3



3 78E495 33610