PAPELES DE ECONOMIA ESPAÑOLA



CAMBIO TÉCNICO

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS
PARA LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA es una revista que edita trimestralmente la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social. La revista pretende ofrecer una información rigurosa y responsable de los problemas económicos españoles. Cinco son los criterios a los que PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA desea ajustar su contenido:

- La plena libertad intelectual de quienes colaboran en sus páginas.
- La responsabilidad de las opiniones emitidas y el respaldo riguroso de las afirmaciones realizadas mediante datos y pruebas que avalen los planteamientos efectuados y las soluciones propuestas.
- El compromiso de las opiniones con los problemas planteados. La economía española se encuentra ante uno de los mayores retos de su historia, y dar opiniones comprometidas en estos momentos es obligación ineludible de los profesionales más cualificados.
- La búsqueda y la defensa de los intereses generales en los problemas planteados.
- La colaboración crítica de los lectores, para que nuestros papeles se abran al diálogo y la polémica, si fuera preciso, para buscar soluciones a problemas de la economía española.

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA se ofrece como un medio de expresión a cuantos se interesen por nuestros temas económicos, cumpliendo con el único requisito de la previa aceptación de las colaboraciones remitidas por el Consejo de Redacción que, sin embargo, respetuoso con la libertad intelectual no modificará las ideas, opiniones y juicios expresados por los autores ni tampoco se solidarizará con ellas.

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA está abierta a la colaboración de todos los investigadores que deseen aportar sus trabajos sobre temas referentes a la economía española. Los envíos de originales deberán hacerse al Redactor-Jefe de PAPELES en la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas, Padre Damián, 48. 28036 Madrid.

* * *

Suscripción para el año 1999 (cuatro números):

España: 8.500 ptas. (IVA incluido).

Extranjero: 10.000 ptas.

Número suelto: (81), 2.550 ptas. (IVA incluido).

Solicitud de suscripciones e información:

Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social.

Juan Hurtado de Mendoza, 19. 28036 Madrid.
Teléfono: 91 350 44 00.
Fax: 91 350 80 40.
Correo electrónico: suscrip@funcas.ceca.es

PAPELES
DE ECONOMIA ESPAÑOLA

81
1999

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS PARA LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

PATRONATO

Manuel Pizarro Moreno *(Presidente)*
José Antonio Bonilla *(Secretario)*
Julio Fernández Gayoso
Aleix Gimberant Martí
Francisco José Isasi Martínez
Antonio Martín Jiménez
Juan Ignacio de Mesa
Ángel Montero Pérez
Juan Ramón Quintás Seoane
Pere Rifá Pujol
Julio Rodríguez López

PRESIDENTE DE HONOR

Enrique Fuentes Quintana

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

CONSEJO DE REDACCIÓN

Victorio Valle Sánchez *(Director)*
Julio Alcaide Inchausti
José Antonio Antón Pérez
Santiago Carbó Valverde
Francisco Castellano Real
Manuel Lagares Calvo
Juan Antonio Maroto Acín
Fernando González Olivares *(Redactor-jefe)*
Carmela Martín González
Fernando Pampillón Fernández
Jorge Pereira Rodríguez
José Luis Raymond Bara
José Villaverde Castro

Coordinación gráfica
Cristina Ruiz Tello

Portada
Bravo-Lofish

Edita
Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas
para la Investigación Económica y Social
Padre Damián, 48. 28036 Madrid

Imprime
RAYCAR, S. A. Impresores
Matilde Hernández, 27. 28019 Madrid

Depósito legal: M. 402 - 1980
ISSN: 0210-9107

© Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

SUMARIO

INTRODUCCIÓN EDITORIAL

Cambio técnico V

I. LA CAPACIDAD TECNOLÓGICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

La posición tecnológica de la economía española en Europa: una evaluación global: 2 *Carmela Martín*

Tecnologías de la información y de las comunicaciones en Europa. Problemas y desafíos: 21 *Fabienne Ilzkovitz* y *Ulrik Mogensen*

Esfuerzo tecnológico y competitividad. ¿Son las empresas españolas cada vez más flexibles?: 34 *Carmen García Olaverri* y *Emilio Huerta Arribas*

Producción científica en economía según publicaciones en revistas internacionales: el caso de España: 49 *Pedro García Castrillo, Alberto Lafuente Félez, Antonio Montañés Bernal* y *Fernando Sanz Gracia*

Las ventajas tecnológicas relativas y la internacionalización de la economía española: 58 *José Molero*

¿Existen diferencias internacionales en la eficiencia del gasto en I+D?: 74 *Jorge Crespo Galán* y *Francisco J. Velázquez*

II. DETERMINANTES Y EFECTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO TÉCNICO

Una nota sobre la rentabilidad social del I+D y el nivel óptimo de gasto: 88 *Ángel de la Fuente*

Innovación y salarios en la manufactura española: 92 *Ester Martínez-Ros* y *Vicente Salas*

Principales rasgos de los sectores innovadores en España. Una explotación de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*: 104 *Jorge Crespo Galán* y *Francisco J. Velázquez Angona*

Importación y generación de tecnología en la industria manufacturera española: 115 *Xulia González Cerdeira* y *Luis Rodríguez Romero*

Progreso tecnológico y empleo: evidencia internacional: 127 César Alonso Borrego

Cooperación en investigación y desarrollo. Evidencia para la industria manufacturera española: 143 Bruno Cassiman

Innovación, costes irrecuperables e incentivos a la I+D: 155 *Xulia González, Jordi Jaumandreu* y *Consuelo Pazó*

Relación entre innovación y exportaciones de las empresas: un estudio empírico: 167 *Diego Rodríguez Rodríguez*

III. NATURALEZA E IMPACTO DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Patrones de innovación en la empresa española: un dato para la política tecnológica: 182 *Antonio Fonfría Mesa*

Financiación de la innovación con capital riesgo: 196 *José Martí Pellón*

Los incentivos fiscales por actividades de investigación y desarrollo en la Unión Europea: una nota: 211 *Fernando Serrano Antón*

Centralidad y cohesión en las redes de colaboración empresarial en la I+D subsidiada: 219 *Luis Sanz Menéndez, José Remo Fernández Carro* y *Clara Eugenia García*

Política tecnológica para sectores tradicionales: lecciones de los Estados Unidos: 242 *Paloma Sánchez*

La política tecnológica europea y las empresas industriales españolas: 260 *Carmela Martín* e *Ismael Sanz*

IV. COLABORACIÓN ESPECIAL

La nueva política de fomento de la innovación del MINER: 276 *Josep Piqué*

Introducción Editorial

CAMBIO TÉCNICO

Como ha sucedido en todas las épocas de cambios profundos en la tecnología, también ahora que volvemos a estar envueltos por una ola de innovaciones radicales en varias áreas, particularmente en la de la información y las comunicaciones, que están afectando a todo el espectro de actividades económicas, existe un renovado interés por el estudio de las múltiples e importantes facetas económicas del cambio técnico.

Así, junto a una presencia creciente del tema dentro de la literatura económica especializada, también se aprecia, aunque todavía no en la medida en que sería deseable, una atención mayor a la política tecnológica por parte de los gobiernos.

En este contexto, el presente número de PAPELES, que ha coordinado **Carmela Martín**, catedrática de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid, se centra en la exploración de algunas cuestiones del cambio técnico desde una perspectiva fundamentalmente empírica, que toma como referencia a las economías europeas y, especialmente, a la española. A este respecto, conviene recordar que, además de tener que adaptarse —igual que el resto— a los drásticos cambios técnicos que se vienen produciendo en los últimos años, los países miembros de la Unión Económica y Monetaria —entre ellos, España— están teniendo que afrontar un contexto de política monetaria única, de armonización progresiva de otras políticas económicas y de imposibilidad de utilizar el tipo de cambio como mecanismo de competitividad dentro de la zona del euro, que realza aún más si cabe el papel esencial del cambio técnico en sus posibilidades de desarrollo económico futuro.

La reciente aprobación del V Programa Marco, donde queda recogido el grueso de la política tecnológica europea que se implementará en los próximos años, y la inminente puesta en marcha del Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2000-2003, que marcará las directrices de la que se aplicará en España, constituyen elementos adicionales de oportunidad del tema que aquí se aborda.

El amplio conjunto de trabajos que componen este número monográfico se ha estructurado en tres grandes apartados. El primero lo integran seis artículos que, junto a interesantes disquisiciones metodológicas acerca de los datos e indicadores que se pueden utilizar para efectuar un diagnóstico de la situación tecnológica de un país, aportan una información de gran utilidad para evaluar la capacidad tecnológica de la economía española. El segundo apartado, nutrido por ocho colaboraciones, se dedica al análisis tanto de los determinantes como de los efectos económicos del cambio técnico. La explotación de los datos proporcionados en las principales encuestas realizadas a las empresas españolas para estudiar, entre otros aspectos, sus actividades tecnológicas permite obtener un importante «valor añadido» al conocimiento de los factores que influyen en la estrategia innovadora de nuestras empresas, y el impacto de éstas en facetas tan importantes de su conducta como los salarios, el empleo o las exportaciones. El tercer apartado lo conforman seis trabajos cuyo propósito es la evaluación de alguna de las acciones de la política tecnológica. Finalmente, este número de PAPELES incluye, como colaboración especial, la contribución que ha elaborado el ministro de Industria y Energía para presentar el Plan que se ha diseñado en el ministerio para promover la innovación.

LA CAPACIDAD TECNOLÓGICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Conforme a lo que es costumbre en los números que abordan monográficamente un tema, éste comienza con un artículo de carácter panorámico que sirve para enmarcar, de algún modo, el resto de contribuciones que lo conforman. En este caso, por tanto, **Carmela Martín** ha elaborado un trabajo donde, tras establecer un marco conceptual para analizar la posición tecnológica de un país, se ofrece un diagnóstico global de la de España en comparación con el promedio de los socios de la Unión Europea (UE) y los Estados Unidos, basado en la utilización de una amplia batería de indicadores homogéneos. Entre otros hechos de interés, se constata que el desnivel tecnológico de España con respecto a sus socios es enorme, y superior al que correspondería a nuestra situación económica relativa en términos de renta per cápita (nótese que el *stock* de capital tecnológico de Espa-

ña asciende tan sólo a un 37 por 100 del de la UE, mientras que su renta per cápita representa en torno al 80 por 100). También se pone de manifiesto que el desfase tecnológico es más acusado en las empresas; en este sentido, parece, además, que los recursos financieros y humanos destinados a I+D han dado más frutos en el ámbito de los avances científicos que en los de la invención y la innovación. Todos los indicadores de la importación de tecnología revelan que, en consonancia con la debilidad de los esfuerzos propios de generación de conocimientos técnicos, la economía española tiene una fuerte supeditación a las innovaciones técnicas foráneas, lo que, como argumenta la autora, supone una grave limitación con vistas a la consecución de un crecimiento sostenido de la producción y del empleo.

El trabajo de **Fabienne Ilzkovitz** y **Ulrik Mogensen** sustenta una preocupación semejante no sólo para España, sino para el conjunto de las economías europeas, tras constatar el retraso y las limitaciones que existen en la generación y adopción de las tecnologías de la información y las comunicaciones, que tantos y tan importantes cambios están implicando en los procesos de producción y en la oferta de bienes y servicios disponibles. La preocupación de los autores ante la brecha que muestra Europa frente a los Estados Unidos en estas tecnologías se plasma, sobre todo, en su convencimiento acerca del grave obstáculo que ello puede suponer para el aprovechamiento de los potenciales puestos de trabajo asociados a las numerosas líneas de actividad que abren dichas tecnologías.

El artículo de **Carmen García** y **Emilio Huerta** nos informa sobre el grado de implantación en la industria española de un conjunto de nuevos sistemas y tecnologías de información y producción, conforme a los resultados obtenidos en una encuesta realizada a cerca de un millar de establecimientos. A la luz de dichos resultados, se concluye que mientras que los sistemas más elementales están bastante extendidos, los más complejos y eficientes, como el CIM (fabricación integrada por ordenador), los sistemas automáticos de recogida de materiales y el JIT *(just in time)* tienen un reducido grado de implantación, en particular, en el ámbito de los establecimientos de menor dimensión.

El siguiente trabajo, realizado por **Pedro García**, **Alberto Lafuente**, **Antonio Montañés** y **Fernando Sanz**, analiza las ventajas y limitaciones de los indicadores bibliométricos —basados en las publicaciones realizadas en revistas científicas de impacto internacional— para evaluar la producción científica de un país en términos comparados. Además, los autores aplican esta metodología a la evaluación de la pro-

ducción científica en Economía de las universidades y centros de investigación españoles a partir de una base de datos formada por las publicaciones aparecidas en los últimos años en una serie de revistas evaluadas por el *Social Science Citation Index*. Así, averiguan que la producción científica en Economía con proyección internacional está muy concentrada en un número reducido de instituciones.

El artículo de **José Molero** se ocupa de la evaluación de la producción tecnológica relativa de España sobre la base de los indicadores de patentes. Además, en él se estudia, utilizando estos mismos indicadores, la estructura de ventajas/desventajas tecnológicas sectoriales de nuestra economía poniendo de relieve que ésta muestra una escasa relación con la especialización sectorial de los recursos destinados a las actividades de I+D.

Este apartado se cierra con la contribución de **Jorge Crespo** y **Francisco J. Velázquez**, en la que se aportan algunas claves para comprender por qué existe una concentración geográfica tan elevada de las actividades de I+D. En este sentido, los autores comprueban que incluso dentro de un ámbito relativamente homogéneo de países, como los que integran la UE, existen diferencias tanto en el período de maduración como en la eficiencia de las inversiones en I+D, aproximadas por su distinto impacto en la productividad del trabajo. Más concretamente, sus resultados indican que si bien en todos los países analizados el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad es positivo, éste es mayor cuanto mayor es el nivel de capital tecnológico de partida, lo que sugiere la presencia de rendimientos crecientes de escala en la realización de actividades de I+D.

DETERMINANTES Y EFECTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO TÉCNICO

En la nota elaborada por **Ángel de la Fuente**, con la que se inicia este segundo apartado, se aporta nueva evidencia sobre la importante contribución del capital tecnológico al crecimiento. En concreto, a partir de los resultados de la estimación de una función de producción agregada para una muestra de países de la OCDE, que incluye a España, y en la que el gasto acumulado en I+D se incorpora como un factor productivo, el autor encuentra que la rentabilidad social de las inversiones en I+D supera significativamente a la rentabilidad privada. Sobre esta base, en el trabajo se estima que el nivel óptimo de gastos en I+D en la muestra de países analizada estaría en torno al doble del que en promedio se realiza. En este contexto, el caso español se caracteriza por el mayor diferencial entre la rentabilidad privada y social de dichas inversiones y, por consiguiente, por la proporción inferior que suponen los gastos en I+D con respecto al óptimo.

El siguiente trabajo, realizado por **Ester Martínez-Ros** y **Vicente Salas**, aporta evidencia empírica, extraída del análisis de los datos proporcionados en la *Encuesta de estrategias empresariales,* sobre la asociación positiva entre la actividad innovadora de las empresas y los salarios medios de sus trabajadores. En consecuencia, los resultados de este estudio sugieren que las empresas innovadoras podrían estar aplicando una política de compartir las rentas de la innovación con los trabajadores.

En la nota de **Jorge Crespo** y **Francisco J. Velázquez**, se hace una caracterización de los sectores industriales españoles según su intensidad innovadora y se explora la influencia que tiene el dinamismo innovador en la productividad y en la competitividad. Para ello, se utilizan los datos provenientes de la *Encuesta de innovación tecnológica en las empresas,* del INE, correspondiente a los únicos años disponibles: 1994 y 1996. Como cabría esperar, los autores encuentran que la relación entre la intensidad innovadora y tanto la productividad como la competitividad son positivas. **Xulia González** y **Luis Rodríguez** proporcionan, entre otros resultados de interés, derivados de la explotación de los datos de la *Encuesta de estrategias empresariales,* evidencia sobre la utilización complementaria que las empresas manufactureras españolas parecen hacer de las actividades de I+D y de las de importación de tecnología.

El análisis del impacto del progreso técnico, tanto incorporado como no incorporado, sobre el empleo es el objetivo del artículo de **César Alonso**. Los resultados de la estimación de ecuaciones sectoriales de empleo para dieciséis países de la OCDE muestran que tanto la elasticidad del capital físico como la del capital tecnológico son positivas en la mayoría de los casos. **Bruno Cassiman** examina, sobre la base de los datos proporcionados en la *Encuesta de innovación* del INE, el uso que hacen las empresas manufactureras españolas de los acuerdos de cooperación como vía para potenciar su capacidad innovadora. Del análisis de los resultados, y de su comparación con los obtenidos para otros países, se desprende que las empresas españolas tienen un menor grado de participación en acuerdos de cooperación en I+D, aunque sus móviles resultan ser semejantes.

El artículo de **Xulia González**, **Jordi Jaumandreu** y **Consuelo Pazó** ayuda a entender, mediante la estimación de un modelo sencillo que explica conjuntamente la decisión de invertir en actividades de I+D y la magnitud que, en su caso, alcanza la inversión, por qué dentro del colectivo de empresas industriales son una proporción muy reducida las que realizan dichas actividades. A este respecto, los autores sostienen que existe un umbral mínimo que deben alcanzar las inversio-

nes en I+D para resultar rentables, y que éste es difícil de superar por parte de las empresas de pequeña dimensión.

El siguiente, y último, trabajo contenido en este apartado se ocupa del estudio de la relación entre la innovación tecnológica y la actividad exportadora de las empresas. Su autor, **Diego Rodríguez**, explota, mediante la utilización combinada de técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas, los datos de la *Encuesta de estrategias empresariales* correspondientes al período 1990-1997, y llega a la conclusión de que la innovación favorece claramente a la exportación. Conforme a los resultados de este estudio, no parece, sin embargo, que la realización de exportaciones ejerza una influencia significativa sobre la actividad innovadora de las empresas.

NATURALEZA E IMPACTO DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Aunque en buena parte de las colaboraciones precedentes se contienen, de manera más o menos explícita, implicaciones de interés para el diseño e implementación de la política tecnológica, las incluidas en este apartado abordan más específicamente el tema.

En su artículo, **Antonio Fonfría** realiza un análisis taxonómico de los patrones de las empresas innovadoras —a partir del análisis de la encuesta efectuada a una muestra de empresas perceptoras de las ayudas del CDTI— que utiliza para abogar por la conveniencia de que, junto a medidas de naturaleza horizontal, la política tecnológica incluya acciones diferenciadas, en particular, en función del tamaño y de la estructura de la propiedad de las empresas.

A continuación, **José Martí Pellón** ofrece una evaluación de la viabilidad del capital riesgo privado como instrumento para financiar la innovación en Europa y en España. En concreto, trata de averiguar las causas de que, pese a su teórica idoneidad y a su relativo éxito en los Estados Unidos, este instrumento tenga un uso muy limitado en la mayoría de los países europeos; entre ellos, en España. A este respecto, el autor hace hincapié en el problema que supone el no contar —como en los Estados Unidos— con un mercado de valores para las empresas en crecimiento suficientemente desarrollado y, en consecuencia, aboga por la necesidad de una mayor intervención del sector público. En su nota, **Fernando Serrano** hace un repaso de los distintos regímenes de incentivos fiscales a la I+D que existen en los países de la Unión Europea, y así pone de manifiesto la disparidad de instrumentos utilizados en unos y en otros.

El siguiente artículo, del que son autores **Luis Sanz**, **José Remo Fernández** y **Clara Eugenia García**, se ocupa del análisis de otra de las

actuaciones más comunes en el ámbito de la política tecnológica: el fomento de la I+D cooperativa. En concreto, los autores sostienen que, suponiendo que la cooperación en el desarrollo de un proyecto de I+D promueve la formación de redes interorganizativas, su estudio en términos de redes sociales —basadas en la teoría de grafos— podría ser un elemento de interés para evaluar la eficacia de esos programas de I+D cooperativos subvencionados. Por su parte, en el trabajo de **Paloma Sánchez** se analiza un conjunto de experiencias exitosas de transferencia de tecnología en ramas de actividad consideradas tradicionales en los Estados Unidos, y se argumenta el interés del uso de medidas de naturaleza similar en España. A este respecto, la autora señala que es muy difícil que funcione de manera operativa una relación directa entre las empresas de los sectores tradicionales y las instituciones de investigación, y propone la creación de instituciones «interfaz» que procuren la comunicación entre ambas.

Carmela Martín e **Ismael Sanz** exploran los factores que determinan la participación de las empresas industriales españolas en la política tecnológica europea que se implementa a través de los programas marco. Para ello, realizan, en primer término, un análisis estadístico de diferencia de medias y, a continuación, un estudio econométrico, a partir de los datos procedentes de la *Encuesta de innovación tecnológica* del INE. Sus resultados aportan, en consecuencia, una caracterización de las empresas que participan en los programas marco que, entre otros rasgos de interés, pone de relieve la concentración de las ayudas en un pequeño colectivo de ellas, que también parecen ser las principales beneficiarias de los programas públicos de apoyo a la I+D nacionales y autonómicas. Ello lleva a los autores a plantear el temor de que, por posibles problemas de coordinación, se esté produciendo un uso ineficiente de los recursos por la acumulación de ayudas redundantes en un grupo de empresas avezadas en la obtención de subvenciones.

UNA COLABORACIÓN ESPECIAL

La colaboración especial del ministro de Industria y Energía, **Josep Piqué**, pone el broche final a este número monográfico sobre el cambio técnico. En ella, se ofrece una primicia sobre las características del Plan de Fomento de la Innovación que se propone aplicar, y cuya orientación general es la sustitución de las ayudas no retornables —subvenciones— como instrumento básico por mecanismos que faciliten a las empresas el acceso a la financiación. Además, en el Plan se refuerzan las acciones para promover la cualificación del capital humano y mejorar la información y la cooperación entre las empre-

sas y, en general, entre todos los agentes involucrados en los procesos de innovación.

* * *

Confiamos en que, pese a su necesaria brevedad, esta introducción editorial sirva para estimular la lectura de los artículos contenidos en este número 81 de PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, que —a partir del análisis de un sinfín de fuentes estadísticas— proporciona, en su conjunto, nuevos elementos para mejorar el conocimiento de las razones que explican el atraso tecnológico de España, sus consecuencias económicas y las actuaciones más convenientes para superarlo, en aras de la consecución de un crecimiento sostenido de la producción y el empleo que permita aumentar nuestros niveles de bienestar económico.

I. LA CAPACIDAD TECNOLÓGICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

LA POSICIÓN TECNOLÓGICA DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA EN EUROPA

UNA EVALUACIÓN GLOBAL

Carmela MARTÍN (*)

I. INTRODUCCIÓN

La buena trayectoria de las macromagnitudes de la economía española que posibilitó la feliz incorporación de nuestro país al grupo de estados fundadores de la Unión Económica y Monetaria europea (UEM) no debe hacernos olvidar algunos hechos, como que la renta per cápita de España aún representa el 80 por 100 del promedio de la correspondiente a la Unión Europea o que nuestra tasa de paro todavía se mantiene, pese a la notoria mejoría de los últimos años, en niveles muy superiores respecto a las de nuestros socios. En este sentido, es conveniente además tener presente que, aun cuando la pertenencia a la UEM implique muchas ventajas con vistas a la consecución de un crecimiento elevado y sostenido de la producción y del empleo, el logro de este deseable objetivo depende esencialmente de las acciones de los gobiernos y de los agentes económicos y sociales nacionales. Así, de ellos depende que se lleve a efecto el intenso y continuado esfuerzo inversor que se precisa para ampliar la dotación y la calidad de los factores productivos: el capital físico, humano y, por supuesto, la tecnología, que, junto a las infraestructuras y a un marco institucional y regulador que promueva la eficiencia, constituyen los ingredientes fundamentales del crecimiento económico. En este contexto, en este trabajo nos centraremos en el análisis de uno de estos ingredientes: la tecnología. Más concretamente, se tratará de ofrecer un diagnóstico de la situación tecnológica de España en relación con la de la Unión Europea, aunque en ocasiones se hará referencia a la situación de los EE.UU., por ser el país que ostenta la posición de liderazgo.

Con dicho propósito, se comenzará, en el apartado II, por la definición de un marco conceptual sobre la naturaleza de la tecnología y de las vías de acceso de los países al cambio técnico. A partir de este marco conceptual, y mediante el uso de un amplio conjunto de indicadores homogéneos y actualizados, se aportará una evaluación del nivel y de los rasgos diferenciales de nuestro sistema tecnológico en comparación con el promedio de la Unión Europea, así como de su trayectoria relativa desde nuestra adhesión al proceso de integración europea (apartado III). En el siguiente apartado se considerarán las posibles implicaciones de las debilidades y de las disfunciones encontradas en el sistema tecnológico con vistas al crecimiento sostenido de la producción y del empleo de la economía española. Finalmente, en el apartado V se resaltarán las principales ideas sustentadas.

II. LAS VÍAS DE ACCESO DE LOS PAÍSES AL CAMBIO TÉCNICO

Dado que dentro de la abundante literatura económica sobre el cambio técnico aparecida en los últimos años subsiste el uso de conceptos y definiciones diferentes de la tecnología, conviene empezar por hacer algunas consideraciones sobre este asunto, a fin de precisar los que se utilizarán en este trabajo.

En tal sentido, siguiendo una acepción bastante usual, se definirá a la tecnología como el conjunto de conocimientos prácticos, concernientes a la producción de bienes y servicios, que se encuentran bien incorporados en la maquinaria y bienes de capital (lo que se denomina *tecnología incorporada*), bien plasmados en documentos protegidos por sistemas de propiedad intelectual o industrial, o bien, de manera tácita, en los individuos y organizaciones como resultado de su experiencia productiva (en estos dos últimos casos se habla de *tecnología no incorporada*).

Conviene notar, en consecuencia, que en ese conjunto de conocimientos que definen a la tecnología sólo hay una parte que puede codificarse y, por ende, transmitirse sin mayor problema. En concreto, tanto la tecnología que está incorporada a los bienes de equipo —salvo en situaciones en que su manejo sea extremadamente complejo y difícil de asimilar— como aquella que es posible documentar y proteger mediante las patentes u otros mecanismos de propiedad industrial o intelectual son conocimientos codificables que pueden difundirse con relativa facilidad. Por el contrario, los conocimientos técnicos que poseen tácitamente los trabajadores y las empresas —lo que generalmente se llama el *know how*— no se pueden codificar fácilmente, por lo que su transmisión necesita de los contactos personales reiterados y de la experiencia laboral *in situ*. Éste es un asunto de la mayor importancia, ya que determina la medida en que el poseedor de una tecnología puede apropiarse de

su rentabilidad o, en otros términos, el grado en que la tecnología participa de las características de un bien público, lo que, como explicó hace tiempo Arrow (1962), conlleva que la asignación de recursos para producir conocimientos tecnológicos a través del mercado resulte inferior a la socialmente deseable.

Pues bien, conforme a esta acepción de la tecnología, es sencillo inferir que el progreso o cambio técnico es la consecución y aplicación de nuevos conocimientos acerca de la actividad productiva, que permiten la obtención de bienes o servicios no disponibles con anterioridad, o la producción de bienes o servicios ya disponibles pero por métodos más eficientes, es decir, con un menor uso de recursos. Por ello, el cambio técnico constituye el ingrediente esencial para el crecimiento económico, que históricamente ha posibilitado —al aumentar la productividad de la mano de obra— reducir la jornada de trabajo a la par que se mejoraba (en cantidad y calidad) la oferta de bienes y servicios disponibles, y el tiempo de ocio para disfrutarlos (1).

Hay ocasiones, las menos, en que el cambio técnico supone una modificación radical en el «estado de las artes». Sin embargo, la mayoría de las veces el progreso técnico se manifiesta en una serie de avances en el conocimiento tecnológico de entidad menor y ámbito de aplicación reducido, aunque con frecuencia éstos constituyan mejoras marginales derivadas, de algún modo, de dichos avances drásticos en la tecnología. De ahí que sea frecuente y útil usar la distinción entre *innovaciones radicales* e *innovaciones incrementales*. Más aún, recientemente se ha acuñado —por primera vez en Bresnahan y Trajtenberg (1995)— un término para designar a una variante particular de las innovaciones radicales: las *general purpose technologies* —que podríamos traducir por *tecnologías de impacto generalizado*—, cuyos rasgos distintivos serían: traer consigo una transformación profunda y generalizada en los procesos de producción, estimular un alud de nuevos productos, e inducir cambios en los mercados e instituciones. Como ejemplos pueden mencionarse los casos de la electricidad o de los ordenadores (2).

En todo caso, se debe resaltar que, como señalara Schumpeter (1942), para que el cambio técnico tenga lugar no es sólo preciso crear un nuevo producto o diseñar un proceso productivo más eficiente (esto es, disponer de un *invento*), sino además introducirlo en el mercado (es decir, hay que conseguir una *innovación*). Es más, para que los efectos potenciales de la nueva tecnología se materialicen, ésta tiene que propagarse por el sistema socioeconómico, o sea, ha de llevarse a efecto su *difusión* (3).

La conceptuación del cambio técnico proporciona, en sí misma, una orientación acerca de lo complejo que resulta comprender cómo se consiguen los avances en la tecnología y por qué existen tantas diferencias en la capacidad de los países para conseguirlos. No es de extrañar, por tanto, que como señalara Rosemberg (1976), en una expresión que hizo fortuna, el proceso de gestación de tecnología tenga todavía un carácter de «caja negra» para el análisis económico. En todo caso, y gracias al interés creciente que los economistas han mostrado por su estudio en las últimas décadas, algunas de las claves de la «caja negra» han empezado a desvelarse. A este respecto, a continuación, se ofrecerá una síntesis sobre las ideas más sustantivas acerca de las posibles vías que utilizan los países para acceder al cambio técnico.

De una forma concisa, cabe señalar que las vías fundamentales que utilizan los países para acceder a las innovaciones técnicas son dos. Por una parte, la generación propia a partir de la realización de actividades de investigación y desarrollo (desde ahora I+D) en las universidades, centros públicos de investigación, fundaciones y empresas —lo que, en un sentido estricto, se suele denominar su sector tecnológico— (4), y de otras actividades complementarias que permitan plasmar los resultados de la I+D en innovaciones. Y, por otra parte, la importación de las innovaciones foráneas mediante el comercio de bienes y servicios, la inversión extranjera directa y la movilidad internacional de la mano de obra cualificada (5).

La generalidad de los países hace un uso complementario de ambas vías, aunque en una proporción diferente. A este respecto, se ha comprobado que cuanto mayor es el nivel de desarrollo económico de un país mayor es también la importancia relativa de su sector tecnológico o conjunto de actividades de I+D.

En principio, puede considerarse que la generación de tecnología constituye una actividad productiva semejante a la de cualquier otro bien o servicio. Así, se trata de un proceso en el que, mediante la aplicación de una combinación de factores (capital y trabajo), se obtienen conocimientos científicos y tecnológicos novedosos que tienen un valor económico. Sin embargo, ciertos rasgos de sus *inputs* y, sobre todo, de su *output* hacen que la producción de conocimientos científicos y tecnológicos sea una actividad atípica, e implican que el mercado no

sea un mecanismo que permita ni la asignación eficiente de los recursos destinados a I+D ni la distribución óptima de sus resultados.

Así, en lo que se refiere a los *inputs* del proceso de producción de conocimientos técnicos (las actividades de I+D y conexas), cabría destacar, por una parte, el alto grado de cualificación de la mano de obra y, por otra, el elevado *riesgo* que tienen las inversiones vinculadas a tal proceso, por la incertidumbre que existe a lo largo de la realización de los proyectos de I+D acerca de cuáles serán sus resultados y la medida en que los valorará la sociedad.

Las peculiaridades que tienen los *outputs* —esto es, los conocimientos científicos y técnicos— como mercancía provocan fallos del mercado adicionales y, en consecuencia, justifican aún más la intervención correctora del sector público. En efecto, en primer término, los conocimientos científicos y técnicos constituyen una *mercancía no rival en el consumo*, pues, una vez que se han obtenido, su transmisión a terceros no supone una merma en la oferta disponible. Además, existe una gran dificultad para determinar su demanda en la medida en que el demandante tiene, en principio, que efectuar su compra sin un conocimiento adecuado de la mercancía. Nos encontramos, por tanto, con un claro ejemplo de *asimetría de la información*. Por último, el *output* de las actividades de I+D —esto es, los avances científicos y técnicos— posee, al igual que los bienes públicos, *externalidades* y, por tanto, su rentabilidad social supera a la privada.

Todos estos rasgos implican que el productor de nuevos conocimientos científicos y técnicos tenga dificultades para apropiarse de su rentabilidad a través de su simple venta en el mercado y, en consecuencia, que, en ausencia de una intervención pública, las empresas no dispongan de incentivos suficientes para participar en la ejecución de actividades de I+D. Aquí habría que resaltar, sin embargo, que éste no sería el caso de los conocimientos tecnológicos de carácter tácito, que, por el contrario, pueden conferir a las empresas que los poseen una posición dominante en el mercado y, consiguientemente, una extraordinaria rentabilidad. Por otra parte, los conocimientos tecnológicos (y científicos) cuentan con las patentes y otros instrumentos de propiedad industrial (e intelectual), que aumentan el grado de apropiación de los beneficios asociados a la generación de ambos.

De cualquier modo, con el fin de compensar los problemas de subinversión privada que pudieran persistir, el sector público participa de forma directa en las tareas de I+D a través de las universidades y de los centros públicos de investigación, en particular, en la primera fase de la I+D —la investigación básica—, puesto que es ahí donde los mencionados problemas de incertidumbre e inapropiabilidad son mayores. La participación de las empresas en el sistema de ciencia y tecnología se realiza, por tanto, de forma preferente en las etapas de la I+D que tienen un carácter más aplicado, siendo éstas, además, el principal agente de la invención y el sujeto último de la innovación (6).

La pluralidad de agentes públicos y privados dentro del sistema de producción de conocimientos científicos y técnicos hace que su eficacia conjunta dependa, de modo crucial, de la existencia de una adecuada comunicación y coordinación de las tareas y resultados de cada uno de los agentes. Para que tal comunicación sea viable, y de este modo se puedan aprovechar las economías externas que ello comporta, es esencial, a su vez, disponer de un marco institucional adecuado, de una buena infraestructura y de un esquema de incentivos que favorezca el intercambio de información y la cooperación entre todos los componentes del sistema científico y tecnológico.

Además, conviene resaltar que el factor clave en todos los procesos de I+D de cualquier tipo, con independencia de la institución en cuyo seno se lleven a cabo, es el capital humano. Por tanto, la eficacia del sistema de ciencia y tecnología de un país se encuentra determinada, en gran medida, por la calidad de su sistema educativo, en particular en los niveles de enseñanza superior, así como por la importancia y eficiencia de los sistemas de formación establecidos por las empresas.

Con todo, la disponibilidad de un sistema eficaz de I+D y de una buena dotación de capital humano son requisitos que, aunque necesarios, no resultan una garantía suficiente para el desarrollo tecnológico de un país.

La innovación de tecnología, cuyo agente último es la empresa, requiere de otros factores y actividades además de las específicas y suplementarias de la I+D. Así, para aplicar comercialmente los nuevos conocimientos incorporados en productos o procesos, se precisan capacidades organizativas, de diseño, de marketing, etc., que comportan inversiones tanto en activos tangibles como en intangibles, y cuya factibilidad estará condicionada, en gran medida, por la disponibilidad de recursos financieros apropiados. Este tipo de financiación no posee, normalmente, niveles de riesgo tan elevados como la destinada a actividades investigadoras, en la medida en que la incertidumbre sobre los

rendimientos de las inversiones destinadas a la puesta en marcha de nuevos productos o procesos que ya han alcanzado la fase de inventos es menor. Perdura la incertidumbre comercial, pero la estrictamente técnica es claramente inferior. Además, el grado de apropiabilidad de los rendimientos de estas inversiones es muy superior. En cualquier caso, se trata de una financiación a medio y largo plazo, y con un nivel de riesgo normalmente mayor que el ligado a las actividades empresariales ordinarias, por lo que las empresas pueden tener problemas de acceso a los recursos de las instituciones financieras. De ahí la importancia esencial de algunas fórmulas de financiación específicas como, básicamente, el capital riesgo (7).

De cualquier modo, la naturaleza del cambio técnico no quedaría bien definida sin aludir a otra de las características de los procesos de innovación: la existencia de *economías de escala, de alcance* y, sobre todo, de *experiencia* en la gestación y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos.

En lo que respecta a la gestación de tales conocimientos, ello se explica, primero, por la sofisticación y el elevado coste de los equipos que hoy día requiere la realización de actividades de I+D (economías de escala) (8); segundo, porque al acometer paralelamente una cartera de proyectos, se obtienen externalidades entre ellos, a la par que se reduce el riesgo de que la investigación resulte fallida (economías de alcance), y finalmente, porque los avances científicos y técnicos se producen mediante procesos acumulativos de aprendizaje (economías de experiencia). (Véase Stoneman, 1995).

En lo que se refiere a la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos (la innovación), cuyos principales artífices son, como se dijo, las empresas, el potencial de economías de escala, alcance y experiencia resulta aún mayor. En primer término, el tamaño y la diversificación de mercados, en líneas de producto y geográficos, proporciona ventajas para la consecución de financiación externa. Además, estas características de las empresas aumentan la probabilidad de éxito comercial (aceptación por el mercado) de los resultados de sus actividades de I+D; lo que, a su vez, se explica por su mejor información sobre el mercado (en distintos productos y países), así como por las propias economías de escala inherentes a las actividades de marketing y comercialización.

En suma, los rasgos del proceso de generación y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que se acaban de comentar explican por qué, tanto en las actividades de I+D como, y en especial, en la innovación, existe una elevada concentración en un plano internacional y también dentro del tejido empresarial de cada país (9). Este asimétrico reparto de las capacidades científicas e innovadoras tiene como mayor exponente a las empresas multinacionales, que en la actualidad mantienen una posición dominante en casi todas las actividades de mayor contenido tecnológico y son líderes en la producción de innovaciones.

Como se anticipó, todos los países, incluso los más avanzados tecnológicamente, complementan sus actividades de producción de tecnología con las destinadas a la obtención de conocimientos tecnológicos (también científicos) generados en el extranjero. Para ello, se pueden utilizar mecanismos muy diversos, con un coste y una eficacia, en cuanto al aprovechamiento de las tecnologías foráneas, también dispares. Los fundamentales son:

- Las publicaciones científicas y técnicas.
- Los contratos de transferencia de tecnología que comportan la licencia de una patente o la adquisición de servicios de asistencia técnica.
- La importación de bienes de equipo o intermedios que incorporan mejoras técnicas.
- La inversión extranjera directa.
- La movilidad internacional de la mano de obra cualificada.

Ahora bien, aunque la utilización de todos estos canales pueda servir para que los países avancen en su nivel de desarrollo tecnológico y económico, todo parece indicar que, en modo alguno, son un buen sustituto de la realización de actividades propias de I+D. En este sentido, en primer término, es importante recordar que una parte significativa de la tecnología está constituida por conocimientos que poseen de manera tácita las personas y las organizaciones, y que, por tanto, no es viable transmitir de una forma codificada. En segundo lugar, hay que tener en cuenta que la tecnología es un elemento esencial en las estrategias competitivas de las empresas, que, por ello, tratarán de preservar para sí, al objeto de aumentar su poder de mercado mediante barreras diversas a su difusión, como, por ejemplo, la utilización del secreto industrial. Además, la complejidad de muchas tecnologías implica que para su adecuado uso y asimilación por parte del importador se necesite de un significativo bagaje de conocimientos técnicos, difícilmente accesibles si no es a través, precisamente, de la realización de actividades de I+D. Finalmente, para

abundar en la idea de que la importación de tecnologías foráneas no puede ser nunca un sustituto adecuado de la I+D, basta observar el panorama internacional y examinar los notorios desniveles que subsisten entre los niveles de desarrollo tecnológico y económico entre países.

En suma, parece un hecho incuestionable que las posibilidades de progreso técnico y bienestar económico dependen esencialmente —entre otros factores— de la cuantía y eficacia de las actividades de I+D. Esto es especialmente cierto en un momento como el que estamos viviendo, de transformaciones radicales en los métodos de producción asociadas al alud de innovaciones que vienen generándose en los últimos años en diversos campos, como los de la biotecnología, nuevos materiales y, sobre todo, en las áreas de la informática y de las comunicaciones (10). En teoría, todos los países se pueden beneficiar del potencial de crecimiento y bienestar que brindan estos avances técnicos. No obstante, en la medida en que la aplicación y asimilación de un cambio tan radical en la tecnología es compleja y costosa, los países no innovadores están obligados a hacer un especial esfuerzo para adquirir y adaptarse a ellas, so pena de sufrir un deterioro en su situación tecnológica y económica relativas. En este sentido, las actividades de I+D no deben ser consideradas como un ingrediente de la innovación, sino también como un requisito para la adopción y la asimilación de unas tecnologías, cuyo mero uso exige un nivel creciente de formación.

III. LA POSICIÓN TECNOLÓGICA DE ESPAÑA EN EL CONTEXTO EUROPEO

Sobre la base del marco conceptual y de las consideraciones teóricas establecidas en el apartado precedente, en éste se tratará de ofrecer un diagnóstico de la capacidad tecnológica de nuestra economía basado, en primer lugar, en el análisis de los principales indicadores —unos disponibles y otros elaborados al efecto— sobre la dimensión y estructura de sus actividades de I+D y, después, en el examen de los datos demostrativos de sus importaciones de tecnología. A fin de poder evaluar adecuadamente la situación de España, se utilizará como referente la del promedio de los quince países de la Unión Europea (desde ahora UE) y suplementariamente la del país que ostenta la posición de líder, Estados Unidos (11).

Para analizar la importancia y la efectividad de las actividades de I+D, conviene conjugar un conjunto de variables que permitan reflejar tanto la magnitud y la estructura de los recursos, o *inputs,* que absorben como la naturaleza de sus resultados, u *outputs.* En cuanto a los primeros, la medida que tradicionalmente se ha considerado más representativa es la *ratio* entre el volumen de recursos movilizados por las actividades de I+D y el PIB, conocida normalmente como la *ratio de esfuerzo tecnológico.*

Pues bien, como se observa en el cuadro n.º 1, donde se ha reflejado la evolución de dicha *ratio* en los últimos años, los gastos en I+D han experimentado un crecimiento mayor que el PIB, lo que ha implicado un incremento notable en la *ratio* de esfuerzo tecnológico —desde el 0,61 por 100, en 1986, hasta el 0,88 por 100 en 1998 (último año disponible)—, que ha posibilitado la convergencia hacia los niveles muy superiores que poseen, en promedio, nuestros socios de la UE, y especialmente EE.UU. Con todo, la distancia que nos separa de la cota europea y, sobre todo, norteamericana es enorme. Concretamente, la *ratio* de esfuerzo tecnológico española tan sólo supone un 46 por 100 de la que tienen, en media, los países de la UE, y un 33 por 100 de la que registra EE.UU. La insuficiencia de nuestro sistema de ciencia y tecnología se hace más evidente si se repara en que el desnivel que muestra España, en términos de I+D, es muy superior al que corresponde a su posición económica. Así, adviértase que la renta per cápita de España se encuentra bastante más próxima a la media de la UE: en torno al 80 por 100, medida en paridades de poder de compra.

Se puede argumentar, sin embargo, que un indicador más adecuado de la capacidad de un país para generar tecnología son los gastos de I+D de las empresas, ya que éstos son una aproximación más fiel de la investigación más directamente vinculada a la generación de conocimientos tecnológicos. A este respecto, los datos sobre la composición de los gastos, según los agentes que los ejecutan y los financian en España, la UE y EE.UU —reflejados en el cuadro n.º 2—, sugieren, entre otros rasgos de interés, que el problema español de insuficiencia de las actividades de I+D se manifiesta de una forma especialmente intensa en el seno de las empresas, pues su participación relativa tanto en la financiación como en la ejecución del conjunto de la I+D es mucho menor en España.

Como se puede observar en el cuadro n.º 2, la inferior presencia relativa de las empresas en las actividades de I+D del conjunto de los agentes que las realizan es una limitación que, en general, tienen todos los países de la UE en relación con

CUADRO N.º 1

GASTOS TOTALES EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)

	Gastos I+D (miles de euros)	*Gastos I+D (índices en términos constantes 1986 = 100)*	*Esfuerzo Investigador (Gastos I+D / PIB a pm) Porcentaje*		
	España		*España*	*UE*	*EE.UU.*
1986	1.438.062	100	0,61	1,95	2,85
1987	1.621.476	111	0,64	2,00	2,82
1988	2.090.763	131	0,72	1,99	2,78
1989	2.601.978	147	0,75	1,99	2,73
1990	3.290.542	174	0,85	1,99	2,78
1991	3.731.393	187	0,87	1,98	2,81
1992	4.073.938	204	0,91	1,96	2,74
1993	3.737.943	201	0,91	1,98	2,61
1994	3.449.239	190	0,85	1,94	2,51
1995	3.623.853	197	0,85	1,92	2,61
1996	3.987.708	210	0,87	1,90	2,62
1997	4.051.053	216	0,86	1,91	2,64
1998 (*)	4.364.935	231	0,88	1,91	2,64

(*) Proyecciones del INE.

Fuente: Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I.N.E.), *Main Science and Tecnology Indicators* (OECD), *National Accounts*, volumen I. (OECD) y Departamento de Estudios Europeos de La Fundación de las Cajas de Ahorro Confederadas.

EE.UU. Sin embargo, esta limitación es más acusada en España y, para mayor gravedad, se ha intensificado con el paso del tiempo.

Los estudios que se han realizado con el objetivo de averiguar los motivos de la especial atonía de las actividades de I+D en las empresas españolas coinciden en sugerir, entre otras razones, el excesivo peso dentro de nuestra estructura productiva de las empresas de una dimensión muy pequeña y, por ende, inferior al umbral de tamaño que se requiere para acometer actividades de I+D (12). Por otra parte, conforme a las respuestas recabadas a las propias empresas en la *Encuesta de Innovación* (véase INE, 1998, página 41), los mayores obstáculos para la innovación son: la «falta de fuentes de financiación apropiadas» y la «falta de infraestructura».

Continuando con el análisis de la situación relativa de las actividades de I+D de las empresas, parece interesante averiguar la medida en que el atraso observado se registra o no de una forma generalizada entre ramas de actividad. Para ello, se ha calculado la *ratio* de esfuerzo tecnológico —gastos de I+D / valor añadido— para las trece ramas de manufacturas de la clasificación NACE-CLIO-R25 en España, en la Unión Europea y en los Estados Unidos.

Pues bien, al examinar los valores de estas *ratios* —reflejados en el cuadro n.º 3—, se descubre que, aun cuando la situación de atraso de las empresas españolas afecta a todas las ramas, ésta es algo mayor en las ramas intensivas en tecnología, que, por lo demás, son las que se caracterizan por tener una demanda más dinámica. El hecho de que buena parte de las ramas de actividad donde el desnivel en el esfuerzo tecnológico de España sea superior se encuentre entre las que producen maquinaria y bienes de equipo plantea una problemática adicional con vistas a la asimilación de las tecnologías que estos bienes incorporan (cambio técnico incorporado).

Es importante denotar que el análisis comparado de la evolución y estructura del empleo en actividades de I+D —que por razones de espacio no se ha podido incluir aquí— conduce, desde la vertiente de los recursos humanos, a un diagnóstico coincidente con el que se acaba de obtener sobre la base de los recursos financieros absorbidos por estas actividades.

En todo caso, para completar el diagnóstico de la capacidad tecnológica de España en relación con la UE desde la vertiente de los *inputs* del proceso de generación de conocimientos técnicos, se utilizará una variable que permite captar mejor dicha capacidad, por cuanto considera las econo-

CUADRO N.º 2

ESTRUCTURA DE LOS GASTOS EN I+D (PORCENTAJE)

ESTRUCTURA DE EJECUCIÓN DE LOS GASTOS EN I+D (PORCENTAJE)

	Empresas e IPSFL			*Administraciones públicas*			*Educación superior*		
	España	*U.E.*	*EE.UU.*	*España*	*U.E.*	*EE.UU.*	*España*	*U.E.*	*EE.UU.*
1986	56,5	66,5	74,9	24,9	17,8	11,4	18,6	15,7	13,7
1987	55,9	66,2	74,8	25,2	17,6	10,7	18,9	16,2	14,5
1988	57,6	66,5	74,4	23,2	17,4	10,7	19,2	16,1	14,9
1989	56,9	66,6	73,7	22,7	17,4	10,8	20,4	16,0	15,5
1990	58,5	66,3	73,0	22,1	17,4	11,0	19,4	16,3	16,0
1991	56,5	64,2	76,1	21,3	17,0	9,8	22,2	18,8	14,1
1992	51,1	64,0	75,4	20,0	16,4	9,9	28,9	19,6	14,7
1993	48,7	63,1	74,4	20,0	16,5	10,2	31,3	20,4	15,4
1994	47,7	62,9	74,3	20,7	16,3	10,0	31,6	20,8	15,7
1995	49,4	63,0	75,2	18,6	16,2	9,7	32,0	20,8	15,1
1996	49,7	63,2	76,3	18,2	16,0	9,0	32,1	20,8	14,7
1997	—	—	77,4	—	—	8,3	—	—	14,3

ESTRUCTURA DE FINANCIACIÓN DE LOS GASTOS EN I+D (PORCENTAJE)

	Empresas e IPSFL			*Administraciones públicas*			*Extranjero*		
	España	*U.E.*	*EE.UU.*	*España*	*U.E.*	*EE.UU.*	*España*	*U.E.*	*EE.UU.*
1986	50,1	51,9	51,4	48,2	43,7	48,6	1,7	4,4	0,0
1987	47,9	53,1	50,2	50,6	42,6	49,8	1,5	4,3	0,0
1988	48,7	54,6	51,5	48,8	41,0	48,5	2,5	4,4	0,0
1989	48,6	54,5	53,7	46,7	40,4	46,3	4,7	5,1	0,0
1990	48,2	53,8	55,4	45,0	40,6	44,6	6,8	5,6	0,0
1991	48,7	53,2	59,1	45,7	41,2	40,9	5,6	5,6	0,0
1992	44,3	54,3	60,0	50,2	40,0	40,0	5,5	5,7	0,0
1993	42,0	53,9	60,1	51,6	40,2	39,9	6,4	5,9	0,0
1994	41,3	54,2	60,6	52,4	39,3	39,4	6,4	6,5	0,0
1995	45,3	54,2	62,3	48,0	39,1	37,7	6,7	6,7	0,0
1996	46,5	54,8	64,2	48,0	38,2	35,8	5,6	7,0	0,0
1997	—	—	68,4	—	—	31,6	—	—	0,0

Fuentes: OECD, *Main Science and Technology Indicators* y *Basic Science and Technology Statistics.*

mías de experiencia que se obtienen en la realización de actividades de I+D: *el stock de capital tecnológico*.

Para estimar el *stock* de capital tecnológico de España y de los restantes socios de la UE, se ha efectuado una acumulación —siguiendo el método del inventario permanente— de los gastos en I+D desde 1974 (primer año para el que se ha podido obtener información), deflactados por el índice de precios de la FBKF (formación bruta de capital fijo), bajo el supuesto de un retardo medio entre la realización de gastos en I+D y la obtención de resultados de 2 años, y utilizando una tasa de depreciación del 10 por 100 (13).

Los datos sobre las *ratios* del *stock* de capital tecnológico sobre el PIB de España y de la UE —representados en el gráfico 1— corroboran el diagnóstico realizado a partir de los gastos en I+D, aunque acentúan el retraso de la economía española. En efecto, en virtud de un mayor esfuerzo inversor, España ha logrado una aproximación de su dotación de capital tecnológico en relación con el PIB, pero ésta todavía supone tan sólo el 37 por 100 de la que, en promedio, tienen los Quince.

Con el objetivo de cuantificar el grado en que el diferencial entre el capital tecnológico de España y el del promedio de la UE es debido bien a la existencia de un desnivel en la generalidad de las ramas productivas (efecto desnivel tecnológico), o

CUADRO N.º 3

ESTRUCTURA DEL ESFUERZO TECNOLÓGICO MEDIO DE LAS MANUFACTURAS (1986-1998)
(En porcentaje)

	España	*U.E.*	*EE.UU.*
Sectores de demanda fuerte e intensivos en tecnología	4,58	12,66	16,04
Material y equipo eléctrico	4,94	14,15	14,81
Máquinas de oficina y proceso de datos	6,43	11,09	27,99
Productos químicos	3,88	11,80	10,79
Sectores de demanda moderada y tecnología media	2,64	6,73	11,45
Caucho y plásticos	1,15	2,22	2,63
Material de transporte	4,36	13,37	27,03
Máquinas agricolas e industriales	2,91	4,90	4,03
Otros productos manufacturados y madera	0,34	0,70	1,12
Sectores de demanda débil y tecnología baja	0,38	0,84	1,19
Textiles, cuero y vestido	0,26	0,46	0,62
Minerales y metales férreos y no férreos	0,84	2,26	1,35
Minerales y productos no metálicos	0,42	1,05	1,76
Papel, artículos de papel e impresión	0,26	0,42	1,07
Productos alimenticios y tabaco	0,31	0,72	1,18
Productos metálicos	0,52	0,99	1,45
TOTAL MANUFACTURAS	1,69	5,24	8,48

Nota: El esfuerzo tecnológico se define como: gastos intramuros en I+D de las empresas entre el valor añadido.
Los gastos en I+D de 1998 utilizados para calcular la media del periodo son estimaciones.
Fuentes: Research and development expenditure in Industry (OECD), *Basic science and tecnology statistics* (OECD), *National Accounts*, vol. I (OECD), *National Accounts*, volumen II (OECD), *Stan Database for Industrial Analysis* (OECD) y Departamento de Estudios Europeos de La Fundación de las Cajas de Ahorro Confederadas.

bien a la especialización de la UE en las ramas más intensivas en tecnología (efecto composición sectorial), se ha efectuado un sencillo ejercicio de descomposición, en el que la diferencia entre el *stock* de capital tecnológico de España (KT^E) y el de la UE (KT^{UE}), ambos expresados como *ratio* del PIB, se puede desglosar en tres componentes:

$$KT^E - KT^{UE} = \sum_{i=1}^{n} (S_i^E - S_i^{UE})\, KT_i^{UE} +$$

$$+ \sum_{i}^{n} (KT_i^E - KT_i^{UE})\, S_i^{UE} + \sum_{i=1}^{n} (KT_i^E - KT_i^{UE})\, (S_i^E - S_i^{UE})$$

donde,

S_i^E y S_i^{UE} son los porcentajes de participación de los valores añadidos de la rama *i* en los PIB de España y de la UE, respectivamente.

KT_i^E y KT_i^{UE} son las *ratios* de capital tecnológico/valor añadido de la rama *i* en España y en la UE, respectivamente.

n es el número de ramas. Aquí se han utilizado, en primer término, las 25 ramas de la clasificación NACE-CLIO R.25 y, en segundo lugar, las 13 ramas manufactureras de la misma clasificación.

De manera que las diferencias entre la *ratio* del *stock* de capital tecnológico de España KT^E y de la UE KT^{UE} se pueden dividir en los tres componentes siguientes:

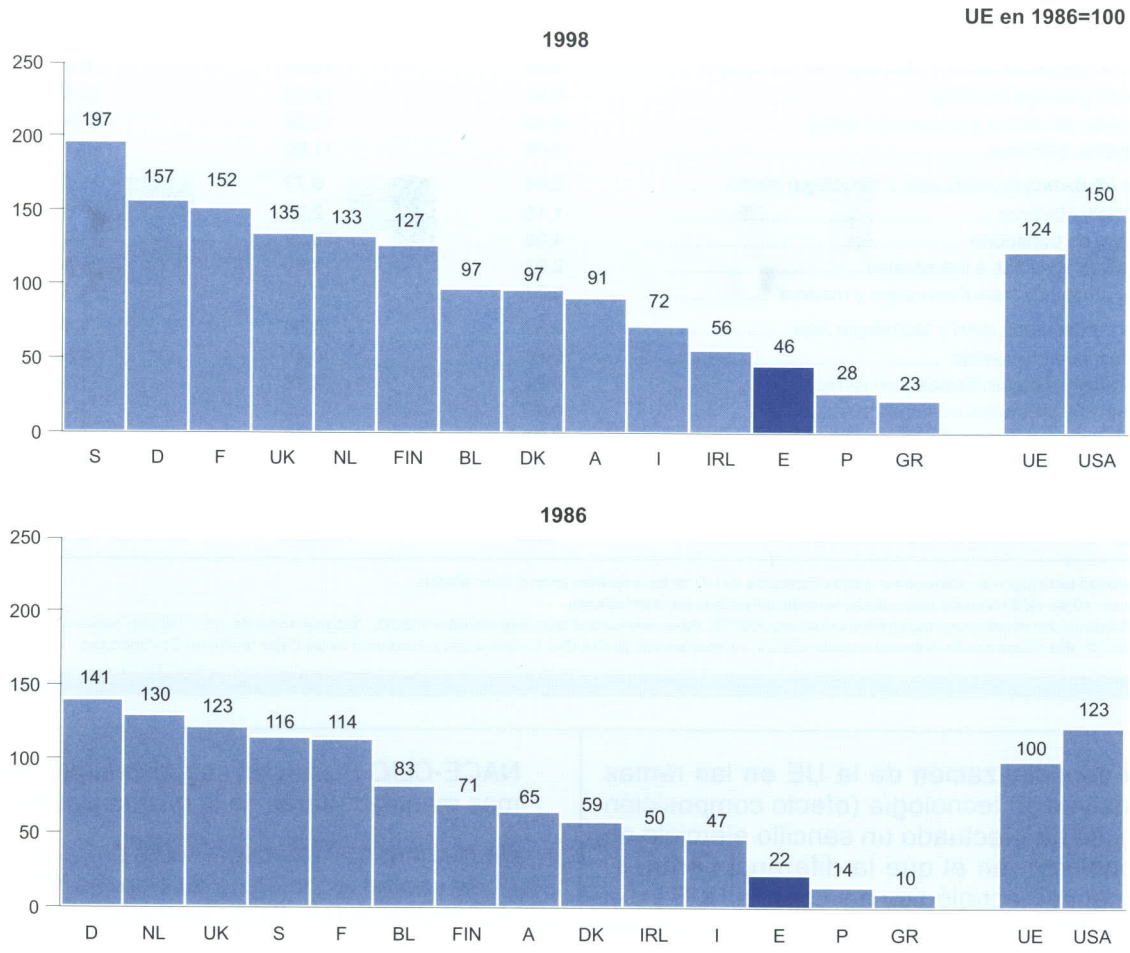
1) Efecto composición sectorial.

2) Efecto desnivel del capital tecnológico.

3) Efecto interacción.

Pues bien, como se puede observar en los gráficos 2 y 3 —donde se han reflejado los resultados de la descomposición aplicados al conjunto de ramas productivas y a las de manufacturas, respectivamente—, la diferencia en la dotación de capital de España en relación con la UE se debía en 1986, y se debe aún en mayor medida hoy, al desnivel en el capital tecnológico de todas las ramas, preferentemente. Esto es, la disparidad en la estructura sectorial y el efecto interacción tienen, en particular el último, un menor peso en la explicación de nuestro desfase tecnológico (14). Por otra parte, merece la pena resaltar que el diferencial de nues-

GRÁFICO 1
***STOCK* DE CAPITAL TECNOLÓGICO**
(Porcentaje sobre el PIB apm)

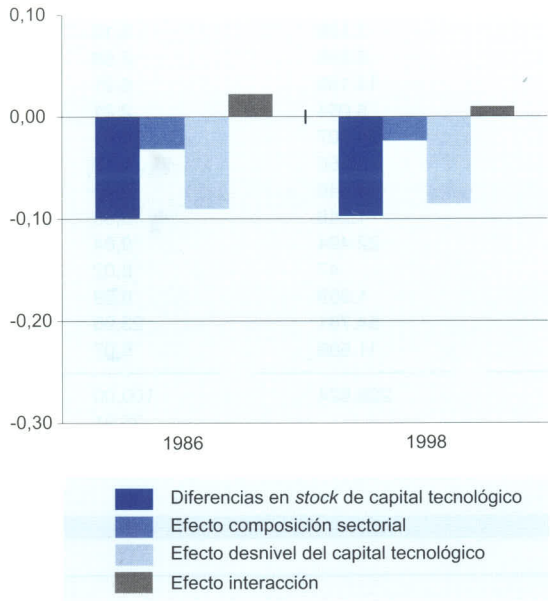


Fuentes: OCDE: *Main Science and Technology Indicators*; OCDE: *Research and Development Expenditure in Industry*; UNESCO: *Anuario Estadístico*; OCDE: *National Accounts. Volume I: Main Aggregates* y Departamento de Estudios Europeos de la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas.

tro *stock* de capital tecnológico en relación con la UE es mayor en el caso de las ramas de manufacturas; un hecho que, por lo demás, está en consonancia con la especial atonía de los gastos de I+D de las empresas que ya fue puesta de relieve con anterioridad.

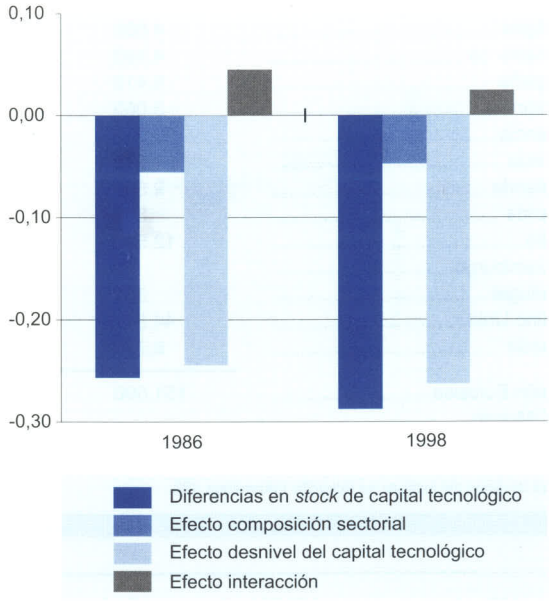
Una perspectiva diferente, aunque complementaria, es la que proporcionan los indicadores de los resultados, u *outputs,* de las actividades de I+D. La penuria estadística que existe sobre este tipo de indicadores restringe, sin embargo, las posibilidades de estudios comparados a dos, básicamente: los indicadores bibliométricos elaborados a partir de las publicaciones en revistas científicas y técnicas de calidad y ámbito internacional, y las patentes. Efectivamente, los datos sobre innovaciones, que además serían los más pertinentes, se han comenzado a recabar en los países europeos hace poco tiempo a través de la denominada *Encuesta europea de innovación,* realizada conforme a la metodología establecida en el *Manual de Oslo* de la OCDE. De ma-

GRÁFICO 2
DESCOMPOSICIÓN DE LAS DIFERENCIAS EXISTENTES EN EL *STOCK* DE CAPITAL TECNOLÓGICO ENTRE ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de EUROSTAT y de la OCDE.

GRÁFICO 3
DESCOMPOSICIÓN DE LAS DIFERENCIAS EXISTENTES EN EL *STOCK* DE CAPITAL TECNOLÓGICO MANUFACTURERO ENTRE ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de EUROSTAT y de la OCDE.

nera que todavía no es posible efectuar un análisis de estos datos homogéneo y comprensivo de todos los países de la Unión Europea (15). En consecuencia, el análisis de los resultados científicos y tecnológicos se centrará en los dos indicadores aludidos.

En lo que se refiere, primero, a las publicaciones científicas —cuya información se muestra en el cuadro n.º 4—, la entidad relativa de las españolas es sintomática de una situación de atraso, pero también un indicio elocuente de que se ha producido una gran mejora en los últimos años (16).

Los datos sobre las patentes proporcionan una imagen menos optimista. Más concretamente, conforme a las cifras de solicitudes de patentes europeas, la posición tecnológica de España también ha mejorado (véase cuadro n.º 5); sin embargo, su peso en el conjunto de patentes de todos los miembros de la UE es sólo del 1,36 por 100, frente al 6,21 por 100 que sustenta en términos de publicaciones científicas. En consecuencia, a tenor de esta información parece ser que los recursos financieros y humanos dedicados a I+D han dado más frutos en el ámbito de los avances científicos que en el de los inventos e innovaciones.

No obstante, la anterior afirmación debería ser matizada con dos tipos de consideraciones. En primer término, hay que tener presentes las limitaciones de que adolece el número de patentes como indicador de la capacidad inventiva y, más aún, innovadora de los países, como, por ejemplo, el no permitir diferenciar entre las que suponen un avance marginal y aquellas que, por el contrario, comportan un cambio radical o, por dar otro ejemplo, el no proporcionar información sobre un asunto tan crucial como es si las patentes han sido o no objeto de explotación. En segundo lugar, es necesario advertir que en estos años han tenido lugar modificaciones sustantivas en el marco legal que han podido afectar a la evolución de las series sobre el número de patentes (17).

Con todo, si consideramos los estudios que se han realizado sobre este tema, se refuerza el diag-

CUADRO N.º 4

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS ESPAÑOLAS Y DE LA UE

	1986	*Porcentaje*	*1995*	*Porcentaje*
Alemania	29.939	19,82	45.903	20,08
Austria	2.765	1,83	4.585	2,01
Bélgica	4.680	3,10	7.129	3,12
Dinamarca	4.183	2,77	5.846	2,56
España	5.410	3,58	14.189	6,21
Finlandia	3.063	2,03	5.054	2,21
Francia	23.248	15,39	36.607	16,01
Grecia	1.315	0,87	2.650	1,16
Holanda	9.500	6,29	14.846	6,49
Irlanda	888	0,59	1.548	0,68
Italia	12.546	8,30	22.494	9,84
Luxemburgo	20	0,01	47	0,02
Portugal	381	0,25	1.359	0,59
Reino Unido	44.377	29,37	54.781	23,96
Suecia	8.776	5,81	11.586	5,07
Unión Europea	151.090	100,00	228.624	100,00
UE/Mundo		30,07		35,91

Fuentes: Second European Report on Science and Technology Indicators (Eurostat). diciembre 1997.
Base de datos del Institute for Scientific Information (ISI).

nóstico que aquí se ha hecho acerca de la mejor situación de España en términos de la producción científica que de la tecnológica (18). Por lo demás, este diagnóstico puede hacerse extensible a Europa, constituyendo lo que se ha denominado: «la paradoja europea» (19), es decir, la deficiente capacidad de los países de la UE para trasladar a innovaciones sus logros científicos.

Hasta aquí, se ha analizado la posición tecnológica de España en el contexto de la UE mediante el examen de las actividades de I+D. Veamos ahora cuál ha sido la evolución reciente de la otra vía fundamental de acceso al progreso técnico: la importación de las innovaciones técnicas desarrolladas en el extranjero.

Como se anticipó, la generalidad de los países complementan sus actividades propias de I+D con la importación de tecnologías foráneas a través de canales muy diversos. Algunos —aquellos que se plasman en contratos internacionales de compraventa de servicios tecnológicos— se pueden valorar razonablemente a partir de las cifras de los pagos e ingresos que se registran por tal concepto en la balanza de pagos. No obstante, hay otros, como los incorporados en los bienes de equipo y los vinculados a proyectos de inversión extranjera directa, que sólo se pueden medir de una forma meramente orientativa. A continuación, trataremos de valorar, en la medida de lo posible, la importancia que han tenido unos y otros en el caso de la economía española y en la de sus socios europeos.

En lo que se refiere, primero, a la transferencia contractual de tecnología, hay que destacar que el fuerte contraste entre las cifras tan reducidas de ingresos derivados de la exportación de servicios tecnológicos y las muy superiores correspondientes a los pagos asociados a su importación son un síntoma evidente de la gran supeditación de nuestra economía a las técnicas foráneas. Más concretamente, la tasa de cobertura del comercio de servicios tecnológicos —cuya evolución reciente se muestra en el cuadro n.º 6— tan sólo asciende a un 13,5 por 100, una cifra muy alejada de la que corresponde al promedio de la UE, donde, como se refleja en dicho cuadro, los ingresos en concepto de exportación de servicios tecnológicos representan algo más del 63 por 100 de los pagos destinados a sus importaciones. El alejamiento con respecto a la situación de EE.UU. es espectacular.

Para evaluar la medida en que los países acceden a las innovaciones extranjeras incorporadas en los bienes de equipo, se suelen utilizar los datos de importación de este tipo de bienes, aun a sabiendas de que sólo una parte de ellos suponen un avance en la capacidad tecnológica del país importador. A este respecto, aquí se han calculado las proporcio-

CUADRO N.º 5

NÚMERO DE SOLICITUDES DE PATENTES EUROPEAS

	1986	*Porcentaje*	*1995*	*Porcentaje*
Alemania	8.865	44,06	14.332	41,41
Austria	518	2,57	774	2,24
Bélgica	401	1,99	874	2,53
Dinamarca	218	1,08	661	1,91
España	94	0,47	471	1,36
Finlandia	146	0,73	851	2,46
Francia	3.436	17,08	5.624	16,25
Grecia	8	0,04	39	0,11
Holanda	1.160	5,76	2.040	5,89
Irlanda	37	0,18	134	0,39
Italia	1.306	6,49	2.775	8,02
Luxemburgo	35	0,17	34	0,10
Portugal	6	0,03	12	0,03
Reino Unido	3.000	14,91	4.144	11,97
Suecia	892	4,43	1.844	5,33
Unión Europea	20.122	100,00	34.609	100,00
UE/Mundo		49,10		43,61

Fuente: Second European Report on S&T Indicators, 1997. Eurostat, DG XIII.

CUADRO N.º 6

BALANZA TECNOLÓGICA DE ESPAÑA

	INGRESOS (MILES DE EUROS)	*PAGOS (MILES DE EUROS)*	*COBERTURA (INGRESOS/PAGOS EN PORCENTAJE)*		
	España		*España*	*UE (*)*	*EE.UU.*
1987	25.149	328.666	7,7	54,9	547,3
1988	33.820	547.035	6,2	53,7	482,6
1989	47.195	637.135	7,4	54,7	546,2
1990	70.798	803.953	8,8	57,3	529,9
1991	67.843	824.620	8,2	56,0	441,1
1992	102.552	909.863	11,3	61,7	403,9
1993	127.679	835.872	15,3	64,1	431,2
1994	185.267	893.491	20,7	68,8	456,6
1995	149.850	968.672	15,5	64,1	437,7
1996	168.671	1.142.073	14,8	60,9	418,1
1997	186.214	1.381.157	13,5	63,6	357,9

(*) No incluye Dinamarca.

NOTA: En 1993, la balanza de pagos tecnológica española comienza a elaborarse según la metodología del Quinto Manual del Fondo Monetario Internacional, sin embargo, el Banco de España preparó las series para los años 1990, 1991 y 1992 de acuerdo con la metodología del Quinto Manual.

Fuente: Balance of Payments Statistics Yearbook (IMF).

nes que han supuesto las importaciones en la demanda interna española de todos los tipos de maquinaria (20) durante los últimos años. De este modo, se ha comprobado que dicha proporción es alta y creciente: era un 43 por 100 en 1986 y ascendió hasta el 59 por 100 en 1997. Además, el peso de las importaciones es mucho más elevado en los tipos de maquinaria de mayor sofisticación técnica:

el 63 por 100 en la maquinaria eléctrica y el 77 por 100 en las máquinas de oficina y proceso de datos.

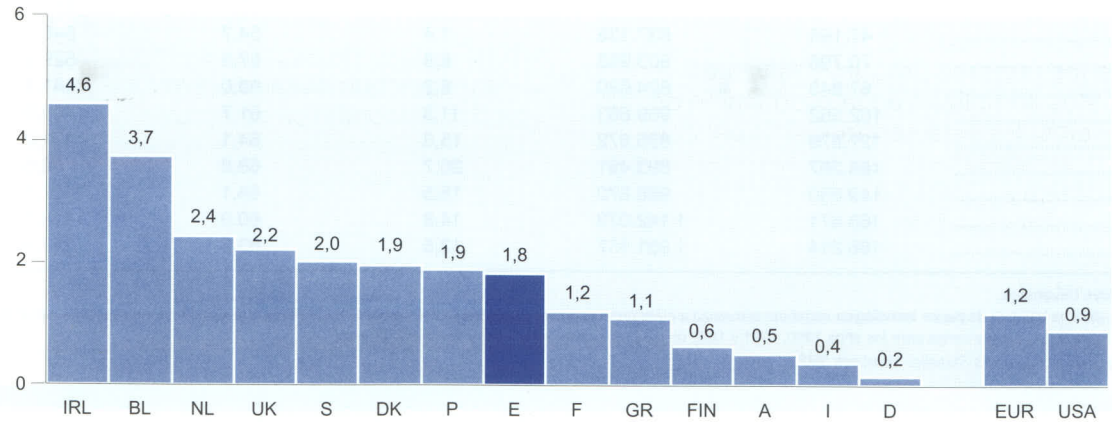
Esta idea sobre la importante utilización de la importación de bienes de equipo para acceder al cambio técnico se corrobora en los resultados de la *Encuesta de innovación*. Así, conforme a los datos del último año disponible (1996), la adquisición de maquinaria y equipos absorbió el 71 por 100 de los gastos de innovación de las empresas de menos de veinte empleados y el 32,3 por 100 de los efectuados por las empresas de tamaño superior.

Por último, conviene examinar la entidad que han tenido los flujos de capital extranjero en forma de inversión directa recibidos en España en relación con el PIB de la economía, en un intento de tener una idea, siquiera aproximada, de la importancia que tiene este posible canal de acceso a las tecnologías foráneas. Pues bien, como se hace patente en el gráfico 4, durante el período de referencia del análisis, España ha sido un lugar especialmente atractivo para la ubicación de proyectos de inversión directa internacional. Así, los flujos de inversión extranjera directa que ha recibido en media desde 1986 han representado el 1,8 por 100 del PIB, lo que supera con creces al promedio de la Unión Europea.

Además, el hecho bien documentado —véase Martín (1999), capítulo 9, y las referencias que allí se indican— de que estos importantes flujos de capital proceden en su gran mayoría de los EE.UU., y de los países europeos con mayor nivel de desarrollo económico y tecnológico que España, lleva a pensar que la inversión extranjera ha debido servir de canal de transmisión de tecnologías de organización y producción más avanzadas. En todo caso, y con el fin de no sobrevalorar la importancia de esta vía como base para el desarrollo de la capacidad tecnológica de nuestras empresas, hay que recordar que, conforme a los resultados de los análisis efectuados con datos de las empresas con participación de capital extranjero (véase Martín y Velázquez, 1996), éstas se caracterizan por tener una mayor *ratio* de pagos tecnológicos sobre ventas que sus homónimas nacionales, pero no por la intensidad de sus actividades de I+D.

En suma, tanto los datos sobre el comercio de servicios tecnológicos como la información sobre la importación de bienes de equipo y la recepción de capital extranjero sugieren que la economía española ha dependido, y sigue dependiendo intensamente, de las innovaciones extranjeras. Esta idea se refuerza, además, al considerar las limita-

GRÁFICO 4
FLUJOS DE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (MEDIA DEL PERÍODO 1986-1997)
(En porcentaje sobre el PIB apm)



Fuente: EUROSTAT: *Balance des Paiements*; Banco de España: Balanza de Pagos; FMI: *Balance of Payments Statistics Yearbook* , OCDE: *National Accounts. Volume I: Main Aggregates*; EUROSTAT: *European Union Direct Investment Yearbook* y Departamento de Estudios Europeos de la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas.

ciones en el nivel, en la estructura de los esfuerzos de I+D realizados en nuestro país y en el *stock* de capital tecnológico, que fueron puestas de relieve con anterioridad. De manera que, en el contexto de la UE, España se perfila como una economía con una capacidad tecnológica débil y desacorde con su nivel de desarrollo económico.

IV. LAS IMPLICACIONES DE LA DEBILIDAD TECNOLÓGICA

En el apartado precedente, se ha concluido que España tiene una capacidad tecnológica muy débil no sólo en comparación con el promedio de la UE, sino incluso en relación con su peso económico en el área. Aquí se argumentará que este desequilibrio de nuestro sistema económico puede tener unas implicaciones muy negativas para el crecimiento sostenido de la producción y del empleo, en especial en el contexto de crecientes presiones competitivas y de pérdida del tipo de cambio como mecanismo de ajuste que supone la pertenencia a la Unión Económica y Monetaria.

Entre las razones que se pueden esgrimir para sustentar que la debilidad tecnológica constituye un serio obstáculo para el crecimiento económico y la creación de empleo, se considerarán las tres siguientes: el papel determinante de la tecnología en la productividad; su influencia igualmente esencial en la competitividad y en los resultados del comercio exterior y, finalmente, su impacto en el nivel y en la estructura de la demanda de trabajo. Examinemos cada una de ellas con un cierto detalle.

Como se sabe, el crecimiento de la producción de los países está determinado por la cantidad y calidad de los factores productivos y la eficiencia con que éstos se utilizan en la producción de bienes y servicios. En este sentido, el papel determinante de la tecnología se justifica en razón de su capacidad, tanto para ampliar la dotación de los recursos naturales —al aumentar sus posibilidades de explotación y sustitución— como para permitir aumentar la eficiencia del trabajo y del capital. Estos hechos, que se han reconocido desde antiguo, se han podido constatar de forma contundente en los numerosos estudios que se han realizado, desde mediados los años ochenta, con el objetivo de explicar las diferencias en la tasa de crecimiento de los países y las dificultades en la convergencia entre sus dispares niveles de renta per cápita. A este respecto, cabe destacar los estudios de Lucas (1988), Romer (1990), Grossman y Helpman (1991), y Aghion y Howitt (1992) (21).

De manera que hoy existen pocas dudas acerca de la importancia del cambio técnico, tanto el incorporado en los bienes de equipo como, y especialmente, el no incorporado (junto con el capital humano), en la explicación del crecimiento absoluto y relativo de los países. A este respecto, tiene interés destacar que, en la mayoría de estos estudios, la variable que se utiliza para aproximar la influencia de la tecnología no incorporada en el crecimiento económico son los gastos —totales o de las empresas— en actividades de I+D y, en algún caso, el *stock* de capital tecnológico, es decir, las variables en que principalmente hemos basado el diagnóstico de la situación española.

Además, conviene advertir que, aun cuando se ha encontrado evidencia de que los gastos de I+D que realizan los países tienen externalidades positivas (*spillovers* tecnológicos) para el crecimiento de aquellos otros que son destinatarios de sus exportaciones y proyectos de inversión directa, los resultados sobre la magnitud de tales externalidades son dispares. En todo caso, lo que parece claro es que el aprovechamiento de los *spillovers* tecnológicos está asociado positivamente con la dedicación a actividades de I+D, lo que redunda en la idea de que las actividades de I+D son necesarias no sólo para la realización de innovaciones, sino incluso para beneficiarse de las ganancias de productividad que permiten las realizadas en el extranjero. Por otra parte, en Audretsch y Feldman (1996) y Audretsch (1998) se sustenta la idea de que, dado el carácter tácito de buena parte de los conocimientos técnicos, el coste marginal de su transmisión aumenta con la distancia.

En consecuencia, si se aplica el mensaje que se desprende de toda esta literatura sobre el crecimiento al caso de España, se ha de admitir que para conseguir que nuestros niveles de productividad y de renta económica se aproximen a los más elevados de nuestros socios europeos resulta imprescindible proseguir en el acortamiento de nuestro acusado desnivel de desarrollo tecnológico.

El convencimiento sobre la necesidad de potenciar la capacidad tecnológica de nuestro país se reafirma, además, tan pronto como se repara en la evidencia sobre el efecto, también fundamental, de la tecnología en la competitividad. Así, en la medida en que la tecnología es un factor clave para la mejora de la productividad, también lo es para que los productos españoles puedan ser competitivos en los mercados internacionales sin que se produzca un deterioro en los salarios relativos de los trabajadores o en los márgenes relativos de las empresas, sobre todo desde que, tras su participación

en la UEM, no puede utilizar el tipo de cambio como posible mecanismo de compensación, cuando menos temporal, de eventuales pérdidas de competitividad. De hecho, dentro de la literatura reciente sobre el comercio internacional son muy numerosos los trabajos que vuelven a poner el acento en las diferencias de productividad entre los países para explicar sus resultados comerciales. Véase, a este respecto, el *survey* de Helpman (1998b). Además, en Grossman y Helpman (1995) se ofrece un repaso de los estudios que sustentan la influencia de la tecnología en el comercio. Más aún, las enormes posibilidades que se abren cada día, con los continuos avances en las tecnologías de la información, para reducir los costes y el tiempo de los procesos productivos y la comercialización de los productos (comercio electrónico) realzan la importancia de la tecnología como variable estratégica para competir en los mercados internacionales.

Además, la tecnología parece también imprescindible para poder hacer frente a las estrategias competitivas basadas en la diferenciación de los productos, que tienen un peso predominante en los intercambios comerciales entre los países que son nuestros principales socios comerciales, como se muestra en los elevados niveles de comercio intraindustrial de naturaleza vertical (es decir, el intercambio de variedades de un mismo producto de distintos niveles de calidad) que ha alcanzado la economía española. Así, conforme a las estimaciones realizadas en Martín (1999), el comercio intraindustrial ascendió en 1997 al 57,8 por 100 del comercio de España con sus socios de la UE, y al 40,5 por 100 de los intercambios con el resto del mundo. Además, allí se constata que dentro del comercio intraindustrial son predominantes los intercambios basados en la diferenciación cualitativa de los productos que, según los resultados obtenidos en Blanes y Martín (1998), es, justamente, el tipo de comercio que está más influido por las diferencias en la capacidad tecnológica de los países.

Una vez que se llega al convencimiento de que, para garantizar el crecimiento sostenido de la productividad de nuestra economía y mejorar su competitividad, es imprescindible proseguir en la superación de la situación de atraso tecnológico que aqueja a la economía española, es lógico convenir en que el desarrollo de nuestra capacidad tecnológica es también esencial para la generación de empleo. En todo caso, para sustentar mejor esta idea, se añadirán algunos argumentos adicionales en torno a la relación entre el cambio técnico y el empleo, en general y particularizando para el caso de las tecnologías de la información y las comunicaciones por su singular importancia. En este sentido, conviene empezar recalcando —por más que sea un hecho bien conocido— que la incidencia del cambio técnico sobre el empleo es bipolar: las innovaciones técnicas traen consigo un ahorro de factores (entre ellos de trabajo), pero, al mismo tiempo, y en virtud de esta ganancia de eficiencia, también desencadenan mecanismos de compensación de los empleos desplazados, aunque los nuevos puestos de trabajo que se generen no coincidan normalmente ni en el nivel ni en el perfil de cualificación con los que han sido eliminados. Entre los mecanismos inducidos por el progreso técnico que actúan de modo compensatorio de los empleos que éste inicialmente destruye o hace redundantes, estarían todos los asociados con el lanzamiento y difusión del nuevo producto (cuando se trata de una innovación de producto), que no se circunscriben a las empresas y sectores innovadores, sino también a sus proveedores y a quienes utilizan sus productos como consumos intermedios, o bien, en el caso de las innovaciones de proceso, los empleos requeridos para satisfacer el impulso en la demanda que se genera en respuesta a la reducción de los precios que posibilita el uso de una tecnología más eficiente.

Por tanto, la incidencia neta del cambio técnico sobre el empleo será la resultante, por una parte, de su inicial impacto ahorrador de trabajo, que será mayor cuanto más radicales y sesgadas hacia el ahorro de trabajo sean las innovaciones técnicas y, por otra parte, del alcance de los efectos de compensación de empleos que se induzcan, que también estará influido por el carácter más o menos revolucionario de las nuevas técnicas y por la capacidad de adaptación de los sistemas socioeconómicos de los países. En todo caso, un hecho sobre el que conviene llamar la atención es que, *céteris paribus*, el alcance de los efectos de compensación de empleos será mayor en los países innovadores, ya que ellos serán los que participarán en mayor medida en el suministro a los mercados nacional e internacional de los nuevos equipos, *inputs* intermedios y servicios asociados con la aplicación de dichas innovaciones. En otros términos: los países que aplican las innovaciones accediendo a ellas tardíamente a través de la importación de los equipos, de la asistencia técnica, *inputs* intermedios o del *software* que requiera su utilización corren el riesgo de sufrir problemas de paro tecnológico, pues aunque habrán de afrontar el desplazamiento de empleos asociado con la aplicación de las nuevas tecnologías, no podrán aprovechar buena parte de sus potenciales mecanismos compensatorios para absorberlos.

En este marco de relaciones genéricas entre el cambio técnico y el empleo, el caso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones supone un claro ejemplo de una innovación no sólo radical, sino, más aún —siguiendo la denominación de Bresnahan y Trajtenberg (1995), aludida en el apartado II—, «de impacto generalizado». Por tanto, es una innovación que está implicando transformaciones sustantivas en los procesos productivos, en la oferta de productos y en el funcionamiento de las instituciones y los mercados, especialmente en el de trabajo. De manera que, como se documenta en los numerosos estudios que se vienen realizando en los últimos años (22), la difusión de estas técnicas está induciendo cambios muy importantes en el nivel y estructura ocupacional de la demanda de trabajo. Así, por una parte, está comportando ahorros formidables en los requerimientos de trabajo y convirtiendo en obsoletas algunas habilidades profesionales, aunque, por otra parte, las innumerables innovaciones que están surgiendo continuamente asociadas al uso de ordenadores son una fuente de creación de nuevos empleos y ocupaciones. En todo caso, lo que parece estar cada vez más claro es que estos cambios en la estructura ocupacional plantean una mayor exigencia en los niveles de cualificación de la mano de obra y, por consiguiente, hacen cada vez más difícil el empleo de los trabajadores no cualificados.

El contrapunto entre las tasas de paro de EE.UU., el país que está liderando la generación y aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y las mucho más elevadas que padecen la mayoría de los países europeos, que, por lo general, se encuentran bastante rezagados en su introducción, es un hecho consecuente con la idea de que el retraso en la adopción de estas nuevas tecnologías limita las posibilidades de creación de empleo.

En definitiva, sobre la base de la evidencia empírica disponible, cuyas conclusiones se acaban de exponer telegráficamente, se puede inferir que la debilidad tecnológica de España constituye un importante lastre para el crecimiento sostenido de la producción y para la solución duradera del problema del paro.

V. CONCLUSIONES

En este artículo se define, en primer término, un marco conceptual para evaluar la capacidad tecnológica relativa de un país, donde se hacen patentes las dificultades que encierra la medición tanto del cambio técnico como de las vías a través de las cuales los países pueden acceder a él. Sobre esta base, se elabora, mediante el uso de un amplio conjunto de indicadores homogéneos en su definición y período de referencia (desde 1986 hasta el último disponible), un diagnóstico sobre la trayectoria y situación tecnológica relativas de España en relación con el promedio de la UE y de EE.UU. Finamente, y atendiendo a los resultados obtenidos en la evidencia empírica, se reflexiona acerca de los problemas que se pueden derivar de las debilidades encontradas en el sistema tecnológico español con vistas al crecimiento sostenido de la producción y del empleo.

En los puntos siguientes se resaltan los principales rasgos del diagnóstico obtenido sobre la capacidad tecnológica relativa de nuestra economía.

- Aunque la *ratio* de gastos en I+D/PIB española viene experimentando un proceso de convergencia con la de la UE, la distancia que nos separa de la cota europea es enorme: 0,88 por 100 frente a 1,91 por 100.

- El problema español de insuficiencia de las actividades de I+D se manifiesta de una forma especial en las empresas. Esta limitación —de la que adolecen, aunque en menor medida, todos los países de la UE en relación con EE.UU.— es preocupante, ya que las empresas son el agente del que depende que los avances en el conocimiento científico y tecnológico se plasmen en innovaciones técnicas y, por ende, en mejoras en la productividad y en el crecimiento económico.

- Si en lugar de la *ratio* de gastos de I+D/PIB se utiliza el indicador del *stock* de capital tecnológico, el retraso de España en relación con la UE se acentúa. Además, conforme al ejercicio de descomposición efectuado a partir de los indicadores del *stock* de capital tecnológico de las distintas ramas de actividad, se pone de relieve que tal retraso se explica más por el desnivel en el capital tecnológico de todas las ramas que por la disparidad entre la estructura sectorial de la producción de España y la del promedio de los países de la Unión Europea.

- La utilización de indicadores de los resultados, u *outputs,* de las actividades de I+D —índices bibliométricos y patentes—, confirma el diagnóstico que se extrae de las medidas anteriores y sugiere, además, que los recursos financieros y humanos destinados a I+D han dado más frutos en el ámbito de los avances científicos que en los de la invención y la innovación. Así, mientras que el peso relativo de España dentro del conjunto de patentes

solicitadas por todos los miembros de la UE es sólo del 1,36 por 100, el que sustenta en términos de publicaciones científicas asciende al 6,21 por 100.

• Parece, por tanto, que existen problemas, seguramente asociados a la insuficiente colaboración entre las universidades y centros de investigación y las empresas, para trasladar a innovaciones los logros científicos.

• En consonancia con la ostensible debilidad de su capacidad de generación de tecnología, la economía española manifiesta, según todas las medidas utilizadas para evaluar la importación de tecnología, una supeditación muy superior a las tecnologías foráneas. A este respecto, cabe destacar, como ilustración, que la cobertura del comercio de servicios tecnológicos tan sólo asciende al 13,5 por 100, mientras que en la UE representa algo más del 63 por 100.

• Por último, conviene resaltar que el mensaje que se desprende del repaso efectuado de la literatura reciente es que el desarrollo del sector tecnológico, junto con la formación de la mano de obra, constituyen los factores claves para mejorar la eficiencia de los procesos productivos y la calidad de los bienes y servicios, de modo que puedan ser competitivos en los mercados internacionales sin que se produzca un deterioro en los salarios relativos de los trabajadores o en los márgenes relativos de las empresas de un país.

NOTAS

(*) Agradezco a Jorge Crespo la ayuda prestada en la preparación de los datos.

(1) Este hecho, que había sido reconocido desde los albores de la economía, ha sido objeto de una abundante y sistemática contrastación empírica durante las dos últimas décadas en el contexto de los denominados «nuevos» modelos de crecimiento endógeno. En el apartado IV se proporcionan algunas de las referencias bibliográficas más representativas.

(2) Un tratamiento más detallado de la naturaleza y consecuencias de las tecnologías de impacto generalizado puede encontrarse en HELPMAN (1998a). Nótese que esta variante de las innovaciones radicales guarda una notable similitud con lo que algunos estudiosos del cambio técnico habían denominado «paradigma tecnoeconómico» (véase FREEMAN, CLARK y SOETE, 1982).

(3) Ahora bien, esta secuencia no debe ser considerada como un proceso rígido y unidireccional, ya que es posible que algunas innovaciones se susciten también durante la fase de adaptación y difusión de una innovación, es decir, que la secuencia puede darse, con frecuencia, en el sentido inverso.

(4) Además, hay que tener en cuenta los posibles avances en la tecnología que pueden surgir, de manera más informal, como consecuencia de la experiencia productiva: lo que se suele denominar *learning by doing* y, a veces, *learning by using*. De cualquier modo, en la historia económica sobre el cambio técnico, cada vez hay más evidencia acerca de la base científica de las innovaciones técnicas de mayor alcance, en particular, de las que se han producido tras la II Guerra Mundial. Véase, por ejemplo, ROSEMBERG (1992) y MANSFIELD (1995).

(5) A este respecto, hay que notar que la definición de los «gastos en innovación tecnológica» que ofrece el *Manual de Oslo* no parece la más adecuada para diferenciar entre las fuentes nacionales y foráneas de acceso a las innovaciones. En efecto, en dichos gastos se incluyen: los de I+D, los destinados a la adquisición de tecnología no incorporada e incorporada en maquinaria y equipos, los recursos dedicados a la mejora del equipo e ingeniería industrial, al diseño y a la comercialización de nuevos productos, así como los gastos de formación de los trabajadores relacionados con la introducción de nuevos productos y procesos.

(6) Ahora bien, conforme a la evidencia aportada por estudios bibliométricos recientes, las grandes empresas, sobre todo las multinacionales, están mostrando una presencia significativa y creciente en las actividades de investigación básica cuyos resultados se plasman en artículos publicados en revistas científicas. Véanse TIJSSEN y VAN WIJK (1999) y las referencias complementarias que allí se aportan sobre este asunto.

(7) En un trabajo muy reciente (HUANG y XU, 1999), se desarrolla un modelo donde se pone de relieve el importante papel que juegan las instituciones financieras en las actividades de I+D y, por ende, en el crecimiento. Además, se indican algunas referencias de trabajos empíricos al respecto.

(8) Lo que implica que por debajo de un determinado umbral sea difícil su realización. En COHEN (1995), se ofrece un *survey* de la evidencia empírica sobre la relación entre el tamaño empresarial y la innovación, donde, junto a otros rasgos, se sustenta la existencia de una relación en forma de «U» invertida entre ambas.

(9) Un dato bien elocuente al respecto es que, según la OCDE, tan sólo cinco países (EE.UU., Japón, Alemania, Francia y el Reino Unido) realizaban en 1996 más del 80 por 100 de los gastos de I+D del conjunto de países del área.

(10) La literatura sobre el carácter revolucionario de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, y sus enormes implicaciones económicas, empieza a ser abundante. Un sumario interesante y muy accesible se ofrece en FREEMAN y SOETE (1994), capítulo 3. Un estudio sugerente sobre las implicaciones específicas de Internet es el de HARRIS (1998).

(11) El período de referencia es el comprendido entre el año 1986 y el último para el que se disponga de información. Nótese que 1986 es significativo para el análisis no sólo por fechar el momento de la incorporación de España al proceso de integración europea, sino también porque constituye el año en que entra en vigor la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, que viene a marcar un hito en la trayectoria de la política científica y tecnológica de España.

(12) Nótese a este respecto que, conforme a los datos más recientes de la *Encuesta de innovación* del Instituto Nacional de Estadística (INE, 1998), las empresas pequeñas (< 20 empleados), que suponían, en 1996, el 89 por 100 de las empresas industriales, realizaron tan sólo el 1,61 por 100 de las actividades de I+D.

(13) Se puede argumentar que este procedimiento infravalora el *stock* de capital tecnológico de los países al no considerar los gastos de importación de tecnología no incorporada. Por ello, se ha efectuado una nueva estimación del capital tecnológico que sí los incluye. Su cálculo se ha efectuado a partir de los datos de la balanza de pagos y siguiendo el mismo procedimiento, aunque suponiendo que, en este caso, el *lag* entre la realización del gasto de importación de tecnología y su efectividad como capital tecnológico es de un año (recuérdese que en el caso de los gastos de I+D se consideraron dos años). Pues bien, conforme a esta nueva estimación, la posición de España con respecto a la UE resulta, como cabría esperar, algo mejor. No obstante, nuestra dotación de capital tecnológico, en términos del PIB sigue suponiendo una proporción muy inferior a la de la UE (el 41 por 100).

(14) En EATON, GUTIÉRREZ y KORTUM (1998), se realiza un ejercicio de descomposición similar, aunque utilizando como medida de las diferencias en la capacidad tecnológica de los países un indicador, a mi entender, menos apropiado: la proporción de investigadores e ingenieros en el empleo. De cualquier modo, sus resultados, referidos a un amplio conjunto de países, resultan coincidentes con los que aquí se han obtenido para España, en el sentido de que los diferenciales en los niveles tecnológicos de los países se explican más en función de la dispar intensidad de sus esfuerzos investigadores que de las diferencias en la estructura sectorial.

(15) En todo caso, existen algunos resultados preliminares de la *Encuesta europea de innovación* referida al período 1994-1996 en Eurostat (1999).

(16) El lector interesado puede encontrar un detallado análisis bibliométrico referido específicamente a las tecnologías de la información y de las comunicaciones en TIJSSEN y VAN WIJK (1999).

(17) Así, en octubre de 1986 entra en vigor el Real Decreto de aplicación del convenio sobre la concesión de patentes europeas y, en noviembre de 1989, el Tratado de Cooperación en materia de patentes.

(18) Como ilustración, puede consultarse el estudio realizado para la Fundación COTEC (véase, COTEC, 1998).

(19) Para ampliar los conocimientos sobre la naturaleza y las causas de la deficiente capacidad de España y del resto de sus socios europeos para trasladar a innovaciones técnicas sus logros científicos —la paradoja europea—, puede consultarse: Comisión Europea (1996, 1997).

(20) Concretamente, las tres ramas productoras de maquinaria (máquinas agrícolas e industriales, material y equipo eléctrico, y máquinas de oficina y proceso de datos) de la clasificación NACE-CLIO. R25.

(21) En el *survey* de la evidencia empírica reciente sobre los factores determinantes del crecimiento realizado en TEMPLE (1999), pueden encontrarse más referencias de trabajos que sustentan empíricamente la idea de la influencia esencial de los niveles de desarrollo tecnológico en el crecimiento económico diferencial de los países. En este mismo sentido apuntan los resultados obtenidos en análisis con datos regionales. Véase: FAGERBERG y VERSPAGEN (1996).

(22) Véase, para un análisis más detallado, FREEMAN y SOETE (1994). En LEVY y MURNANE (1996), se realiza un estudio muy interesante sobre los cambios en los niveles y tipos de cualificación de la mano de obra inducidos por la informatización de algunas tareas de la actividad bancaria.

BIBLIOGRAFÍA

AGHION, Ph., y HOWITT, P. (1992), «A model of growth through creative destruction», *Econometrica,* 60 (2), págs. 323-351.

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

AUDRETSCH, D. (1998), «Agglomeration and the location of innovative activity», *Oxford Review of Economic Policy,* vol. 14 (2), páginas 18-30.

AUDRETSCH, D., y FELDMAN, M. (1996), «R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production», *American Economic Review,* vol. 86 (4), págs. 641-652.

BLANES, V., y MARTÍN, C. (1998), The nature and causes of intra-industry trade: Back to the comparative advantage explanation? The case of Spain, *Documento de Trabajo,* n.º 144/1998, Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas, Madrid, 28 págs.

BRESNAHAN, T., y TRAJTENBERG, M. (1995), «General purpose technologies: Engines of Growth», *Journal of Econometrics,* 65, páginas 83-108.

COHEN, W. (1995), «Empirical studies of innovative activity», en STONEMAN, P. (ed.), capítulo 3.

COMISIÓN EUROPEA (1996), *Libro Verde sobre la innovación,* Luxemburgo.

— (1997), *Second European Report on S&T Indicators,* Bruselas.

COTEC (1998), *El sistema español de innovación. Diagnósticos y recomendaciones,* Madrid.

EATON, J.; GUTIÉRREZ, E., y KORTUM, S. (1998), «European technology policy», *Economic Policy,* octubre, págs. 403-439.

EUROSTAT (1999), *Statistics in Focus. Research and Development,* Theme 9-2/1999.

FAGERBERG, J., y VERSPAGEN, B. (1996), «Heading for Divergence? Regional growth in Europe reconsidered», *Journal of Common Market Studies,* vol. 34 (3), págs. 431-448.

FREEMAN, C.; CLARK, J., y SOETE, L. (1982), *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves in Economic Development,* Pinter, Londres.

FREEMAN, C., y SOETE, L. (1994), *Work for all or Mass Unemployment: Computerised Technical Change into the 21st Century,* Pinter, Londres.

GROSSMAN, G., y HELPMAN, E. (1991), «Quality ladders in the theory of growth», *Review of Economic Studies,* 58 (1), págs. 43-61.

— (1995), «Technology and trade», en GROSSMAN, G., y ROGOFF, K. (eds.), *Handbook of International Economics,* vol. 3, North Holland, Amsterdam.

HARRIS, R. G. (1998), «The Internet as a GPT: Factor market implications», en HELPMAN, E. (ed.) (1998).

HELPMAN, E. (ed.), (1998a), *General Purpose Technologies and Economic Growth,* MIT Press.

— (1998b), «Explaining the structure of foreign trade: Where do we stand», *Welt. Archiv,* vol. 134 (4), págs. 573-589.

HUANG, H., y XU, Ch. (1999), «Institutions, innovations, and growth», IMF, *Working Paper,* n.º 99/34.

INE (1998), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 1996,* Madrid.

LEVY, F., y MURNANE, R. J. (1996), «What skills are computers complements with», *American Economic Review,* 86, págs. 258-262.

LUCAS, R. (1988), «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics,* 22 (1), págs. 3-42.

MANSFIELD, E. (1995), «Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics and financing», *Review of Economics and Statistics,* 77, págs. 55-62.

MARTÍN, C. (1999), *The Spanish Economy in the New Europe* (en prensa), Macmillan, Londres.

MARTÍN, C., y VELÁZQUEZ, Francisco J. (1996), «Una estimación de la presencia de capital extranjero en la economía española y de algunas de sus consecuencias», PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, número 66, págs. 160-175.

ROMER, P. (1990), «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy,* 98 (5), págs. 71-102.

ROSEMBERG, N. (1976), *Perspectives in Technology,* Cambridge University Press.

— (1992), «Scientific instrumentation and university research», *Research Policy,* 21, págs. 381-390.

SCHUMPETER, J. A. (1942), *Capitalism, Socialism, and Democracy,* Harper and Row, Nueva York.

STONEMAN, P. (ed.) (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Blackwell.

TEMPLE, J. (1999), «The new growth evidence», *Journal of Economic Literature,* vol. XXXVII, págs. 112-156.

TIJSSEN, R. J. W., y VAN WIJK, E. (1999), «In search of the European Paradox: an international comparison of Europe's scientific performance and knowledge flows in information and communication technologies research», *Research Policy,* 28, págs. 519-543.

Resumen

En este artículo, se define un marco conceptual para el análisis de la tecnología y de las vías de acceso de los países al cambio técnico. Sobre esta base, y mediante el uso de una amplia batería de indicadores homogéneos y actualizados, se ofrece un diagnóstico sobre la capacidad tecnológica de España en relación con el promedio de la Unión Europea y con el de los Estados Unidos. Finalmente, se argumenta por qué las limitaciones encontradas en el sistema de ciencia y tecnología constituyen un obstáculo para el crecimiento sostenido de la producción y empleo de la economía española.

Palabras clave: I+D, innovación, Unión Europea, productividad

Abstract

In this article we define a conceptual framework for the analysis of technology and of the routes by which countries gain access to technological change. On this basis and through the use of an extensive set of uniform updated indicators, we offer a diagnosis of the technological capacity of Spain in relation to the average of the European Union and of the United States. Lastly, we reason why the limitations found in the system of science and technology represent an obstacle for the sustained growth of production and employment in the Spanish economy.

Key words: R&D, innovation, European Union, productivity.

JEL classification: O31, O33, O52.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS COMUNICACIONES EN EUROPA. PROBLEMAS Y DESAFÍOS (*)

Fabienne ILZKOVITZ
Ulrik MOGENSEN (**)

I. PLANTEAMIENTO DE UN MARCO GENERAL

LA proliferación de tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) es una de las características más significativas de nuestro tiempo. No han cesado de aparecer por doquier nuevas actividades, como navegar por Internet, hablar por teléfonos móviles, comunicarse por correo electrónico, el teletrabajo, el comercio electrónico, etc. Todo ello muestra hasta qué punto las TIC han entrado a formar parte de la vida de muchos ciudadanos europeos, así como el tremendo crecimiento que han experimentado estas tecnologías en un período de tiempo relativamente breve.

El desarrollo de las TIC es de capital importancia para las empresas, los puestos de trabajo, los consumidores y las entidades públicas en términos de comercio electrónico, de instrumentos basados en Internet, de transmisión avanzada de datos, de investigación y desarrollo, de operaciones financieras, etcétera, conducente todo ello a la creación de la sociedad de la información.

Si bien en sus etapas iniciales las TIC influyeron en la manera en que se emprendió la investigación y en la que se proporcionó y distribuyó la información, se han ido desarrollando progresivamente, dando lugar a servicios de comunicación y entretenimiento y, más recientemente, a un mercado electrónico en toda regla. Este desarrollo ha causado un impacto todavía mayor en la competitividad de las empresas y en el crecimiento económico en general.

El papel de las TIC en el crecimiento económico se puso de relieve en el informe «La economía digital emergente» que William Daley, Secretario de Comercio de los Estados Unidos, presentó el año pasado. Se argüía en este informe que el desarrollo de las TIC ha sido de gran importancia para el éxito de la economía estadounidense, y se llegaba a la conclusión de que más de una cuarta parte del crecimiento económico alcanzado durante el último quinquenio se derivó de las TIC.

En este marco general, el presente artículo describe la penetración y las características de las TIC en Europa (1), en comparación con las estadounidenses, y estudia sus implicaciones para el desarrollo, la competitividad, el crecimiento económico y el empleo en Europa. A partir de esta comparación, se esbozan algunas implicaciones para las políticas europeas. Como introducción al tema, se analizarán algunos conceptos y definiciones de las TIC.

II. ¿QUÉ SON LAS TIC Y CÓMO LAS MEDIMOS?

1. Un sector diferente de los demás

El sector de las TIC se compone de dos subsectores: las tecnologías de la información (TI) y la industria de las telecomunicaciones. El sector referente a las TI se centra en las industrias combinadas de producción de equipo físico (*hardware*) para máquinas de oficina y de equipo para procesamiento y comunicación de datos, además de la provisión de programas informáticos (*software*) y de la prestación de servicios en relación con éstos. La industria de las telecomunicaciones incluye a productores tanto de equipo como de servicios de telecomunicaciones.

El sector de las TIC se diferencia claramente de los demás. Se caracteriza por un crecimiento alto y sostenido, por la rapidez con que se producen innovaciones y por su enorme influencia en prácticamente todo el sistema productivo. Se caracteriza también por su alto grado de globalización y de complejidad, y por abarcar tanto a bienes como a servicios.

El sector se ha caracterizado, asimismo, por su alto grado de dinamismo, el carácter diversificado de sus actividades, los efímeros ciclos de vida de sus productos y las altas tasas de innovación que se requieren para hacer frente a la competencia. Este sector experimenta una necesidad permanente de adaptarse a nuevos marcos, y su competitividad puede deteriorarse rápidamente debido a la innovación y a nuevos estándares técnicos.

Algunos segmentos del sector utilizan mano de obra muy cualificada y bien enumerada (por

ejemplo: investigación y desarrollo en *software*), en tanto que otros segmentos se caracterizan más por una fuerza laboral con escasa formación y bajo nivel salarial (como en la fabricación de los PC). Por otra parte, el sector comprende actividades manufactureras y de servicios, bien dirigidos a la demanda final o bien al consumo intermedio. De cualquier modo, la distinción entre TI y telecomunicaciones, entre bienes y servicios de TIC, se está haciendo cada vez más borrosa a medida que las innovaciones se van combinando.

En los dos epígrafes siguientes se comentan con brevedad dos temas debatidos en torno a las TIC que han producido cierta confusión sobre la interpretación y la calidad de la información estadística disponible en la actualidad. Estos dos temas son el *outsourcing* y la productividad.

2. El *outsourcing* y las TIC

Se sostiene a veces que el *outsourcing* (subcontratación de productos o servicios) es el principal factor subyacente en el asombroso crecimiento que se ha producido en el sector de las TIC. Según este punto de vista, el crecimiento en las TIC no es sino un reflejo de la reorganización de actividades que antes se asignaban, por ejemplo, al sector manufacturero, y se asignan ahora al sector de las TIC gracias al *outsourcing*.

Para que este razonamiento tenga validez, el término *outsourcing* debe quedar limitado a *actividades existentes*, es decir, a actividades que anteriormente se habían realizado en el sector manufacturero. Sin embargo, no es posible distinguir claramente entre actividades existentes y actividades nuevas. Si bien es cierto que las TIC condujeron al principio a innovaciones de proceso más que de producto, después han dado lugar a un cambio en la calidad que ha borrado prácticamente las distinciones tradicionales y generado nuevas organizaciones y productos multimedia.

El *outsourcing* de las TIC ha sido objeto de análisis en un informe reciente (2). Sus conclusiones son las siguientes:

- El *outsourcing* reviste importancia en la parte TI del mercado, pero no en la de las telecomunicaciones.
- El *outsourcing* se relaciona principalmente con nuevos proyectos (por ejemplo, con el «efecto 2000» y con la introducción del euro) más que con actividades ya existentes.
- El *outsourcing* se aplica tan sólo a una parte limitada de las actividades de las TIC en las empresas.

En suma, si bien está claro que se corre el riesgo de que el sistema de *outsourcing* haga más difícil la interpretación de los datos, no es probable que este riesgo pueda dar lugar a una sobreestimación importante del crecimiento del sector de las telecomunicaciones.

3. La productividad y las TIC

El conocido economista Robert Solow afirmó en cierta ocasión que las tecnologías de la información están presentes en todas partes excepto en las estadísticas sobre productividad. Este fenómeno, al que suele hacerse referencia como la paradoja de la productividad, ha sido objeto de análisis durante varios años. La paradoja refleja que la desaceleración en la productividad, que viene produciéndose desde la década de los sesenta, ha continuado a lo largo de la década de los ochenta y de la primera mitad de los noventa, a pesar de las fuertes inversiones que se han realizado en las tecnologías de la información. Aunque siga en gran parte siendo una incógnita, uno de los argumentos principales que se han propuesto para explicar esa paradoja se refiere a los problemas de medición. Las estadísticas no logran captar plenamente la naturaleza de las TI y el rápido desarrollo en términos de calidad. Este problema puede subdividirse en dos partes. En primer lugar, la producción de las industrias de las TIC debe ajustarse para que asuma los cambios en la calidad. De no ser así, las mediciones de sus magnitudes pueden estar sesgadas. En segundo lugar, parte del crecimiento del producto de las industrias que utilizan TIC puede haber pasado inadvertido, como ya se indicó más arriba. Los nuevos bienes y servicios, así como las mejoras obtenidas por los consumidores (servicio durante las 24 horas, orientación del cliente y facilidades de venta al por menor), pueden escapar a la estadística.

Se han propuesto otras explicaciones; entre ellas, la necesidad de inversiones complementarias en el cambio organizacional e institucional que se requiere para aprovechar los beneficios de las TIC, o la necesidad de un cambio en la naturaleza misma de la innovación, con un esfuerzo mayor en la diferenciación del producto a corto plazo que en el incremento de la productividad a largo plazo (3).

Sea cual sea la explicación válida de la paradoja de la productividad, parece que existen problemas para captar la naturaleza y la evolución de las TIC en la renta y en el crecimiento aplicando los métodos tradicionales.

III. LAS TIC EN LA UE Y EN LOS ESTADOS UNIDOS

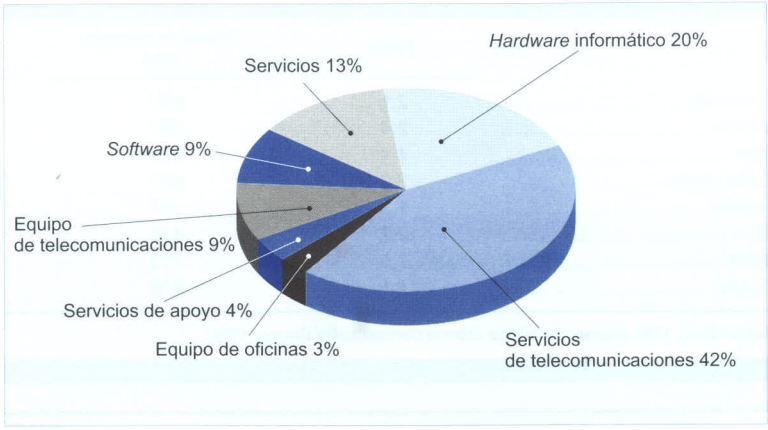
1. El mercado europeo de TIC

El mercado europeo de TIC alcanzó la cifra de 356.000 millones de ecus en 1997, distribuyéndose este mercado casi a partes iguales entre las TI y las telecomunicaciones. El mercado europeo representa un 30 por 100 del mercado mundial (4), pero es inferior al de Estados Unidos (35 por 100), a pesar del mayor tamaño de la economía europea. La Unión Europea sigue experimentando un déficit comercial en las TIC. Este saldo negativo se agravó en 1996 y alcanzó la cifra de 18.200 millones de ecus, equivalente al 5 por 100 del valor de mercado de la Unión Europea (5).

En el gráfico 1 se muestra el desglose por productos del mercado europeo de TIC. Los servicios europeos de telecomunicaciones cubren el 42 por 100 del mercado; el *hardware* informático, el 20 por 100, etc. Los servicios cubren casi un 60 por 100 del mercado de TIC. Los servicios de apoyo incluyen todas las actividades destinadas a asegurar que tanto el *hardware* como el *software* y las redes de comunicaciones funcionen adecuadamente como servicios al cliente. Los servicios incluyen la asesoría, la ejecución y la gestión de las operaciones.

Durante estos últimos años, las áreas de mayor crecimiento han sido las del *software* y servicios de TI, en comparación con un crecimiento más débil de la producción de *hardware*. Todo ello se ha traducido en un elevado crecimiento en las áreas de alta tecnología y en un crecimiento menor, o incluso negativo, en actividades de bajo nivel tecnológico, como en el montaje de soportes físicos. En el campo de las telecomunicaciones, los servicios móviles han experimentado un fuerte crecimiento.

GRÁFICO 1
MERCADO EUROPEO DE TIC POR PRODUCTOS, 1997



Fuente: EITO (1998, pág. 21).

2. Penetración de las TIC en la UE y en los Estados Unidos (6)

La cuota del valor de mercado de las TI en Estados Unidos es dos veces mayor que la de Europa (cuadro n.º 1), al igual que en lo tocante al gasto en TI por habitante. Las cifras de PC por cada 100 habitantes en Estados Unidos triplican a las europeas. En lo que respecta a datos actualizados de PC existentes por cada 100 habitantes, Europa llegó a 11 en 1996, frente a 26 en Estados Unidos (7). El cuadro n.º 1 refleja una diferencia importante en el nivel de implementación de TI en las dos regiones. Europa aparece claramente retrasada en términos de penetración de TI.

Refiriéndonos de nuevo a las telecomunicaciones (cuadro número 2), la red fija de telecomunicaciones muestra una tasa elevada de penetración en Europa. Sin embargo, se requieren mejoras en la calidad de la red y digitalización en algunos países. La penetración de las redes de TV por cable en Europa presenta amplias diferencias entre los estados miembros. La penetración de las telecomunicaciones en Europa muestra por lo general un menor grado de desarrollo que en los Estados Unidos.

A medida que los apartados de TI y de telecomunicaciones se vayan fusionando debido a los avances tecnológicos (por ejemplo, en Internet), se hará cada vez más difícil e intrascendente distinguir entre las dos partes del mercado de las TIC. Pueden surgir efectos sinérgicos, y la alta penetración de tecnologías estratégicas (por ejemplo, infraestructuras) puede facilitar la penetración de nuevas tecnologías y servicios. Ello implica que un alto grado de penetración de las TIC podría llegar a perpetuarse.

En el cuadro n.º 3 se presentan los resultados de una en-

CUADRO N.º 1

PENETRACIÓN DE *TI* POR PAÍS, 1996

	TI/PIB	*TI gasto por habitante, ecus*	*Número de PC por 100 habitantes*	*Suscriptores de Internet por 1.000 habitantes*
Alemania	2,1	486	19	7
Francia	2,4	499	16	3
Italia	1,4	249	9	2
Reino Unido	3,2	490	21	10
España	1,3	157	8	2
UE	2,2	405	16	7
Japón	2,5	713	12	4
EE.UU.	4,1	870	46	31

Fuente: (EITO, 1998, página 47), *Informe sobre la Competitividad Europea* 1998.

CUADRO N.º 2

PENETRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES, 1996

	Líneas principales por 100 habitantes	*Titulares de móviles por 100 habitantes*	*Abonados a TV cable por 100 hogares*	*Porcentaje de líneas digitales en el total de líneas*
Europa (Occidental)	50,9	9,1	27,7	84,6
Alemania	53,8	6,7	47,5	81,5
Francia	56,6	4,3	10,2	97,6
Reino Unido	52,3	11,6	7,3	93,3
Italia	44,1	11,2	0,1	85,1
España	39,3	7,6	15,9	67,4
EE.UU. (1995)	62,0	13,0	—	90,0

Fuente: EITO (1998, pág. 49).

cuesta reciente sobre la penetración de una selección de tecnologías de TIC en el sector empresarial de algunos países. De las catorce tecnologías que figuran en el cuadro, Japón muestra el grado más elevado de penetración en seis de ellas, seguido por EE.UU., en cuatro tecnologías. Entre los países europeos, Alemania se sitúa en cabeza con tres, y el Reino Unido con una. Francia no ocupa un lugar destacado en ninguna tecnología. Por otra parte, es en tecnologías clave, como Internet, Intranet y servidores de páginas *web,* donde las diferencias de penetración se manifiestan con mayor claridad. Por consiguiente, la encuesta confirma que, en líneas generales, los países europeos están a la zaga de Estados Unidos y de Japón.

La evidencia que aparece en este epígrafe, si bien no está actualizada por razones de comparabilidad, muestra que las TIC presentan en la UE un menor grado de desarrollo que en EE.UU. Aun cuando la evolución en este sector es, por lo general, muy rápida, no parece estar claro que el diferencial entre los países europeos y EE.UU. haya disminuido de forma considerable en 1998-1999.

3. El empleo en las TIC, en la UE y en EE.UU

La evolución actual y la que tendrá lugar en el futuro en las TIC darán lugar, sin duda, a cambios importantes en la demanda de trabajo y en los requisitos de formación técnica de la fuerza laboral de la UE. En términos generales, las TIC disminuirán la demanda de trabajo de bajo nivel técnico, como el de oficinistas y personal administrativo, en la fabricación y en los servicios, al mismo tiempo que crearán una mayor necesidad de contar con personal creativo y de alta competencia técnica. A medida que aumenten las capacidades de los

CUADRO N.º 3

PENETRACIÓN DE TIC EN EMPRESAS (PORCENTAJE), 1997

	Francia	*Alemania*	*Reino Unido*	*Japón*	*EE.UU.*
Ordenadores	94	96*	94	95	94
PC con CD-ROM	48	75	67	85*	75
PC con modem	61	67	73	75	81*
PC portátiles	44	59	60	80*	58
Teléfonos móviles	69	87*	84	83	73
LAN internos	49	67*	45	42	47
Redes nacionales	22	29	25	48*	22
Internet	13	27	35	63*	51
Intranet	3	9	11	15*	13
Acceso remoto	15	26	33	20	50*
Correo electrónico	32	43	52	51	56*
Intercambio de datos electrónicos (EDI)	20	30	33*	29	28
Páginas web	9	16	27	28	39*
Videoconferencias	6	8	11	14*	7

Fuente: Espectro de la *Encuesta de empresas sobre TIC 1997*, por NOP Research Group. El asterisco indica el nivel más alto de penetración para cada artículo.

sistemas de TIC, muchas de las funciones actuales de control y de administración se harán obsoletas, razón por la cual las TIC darán lugar a una reducción de las actividades que en otros tiempos fueron intensivas en trabajo (8).

Siendo las TIC uno de los principales impulsores de la innovación y de la competitividad, causan un impacto manifiesto en el nivel general de empleo en la economía. Este epígrafe, sin embargo, se centra de forma exclusiva en el empleo creado en el propio sector de las TIC.

Pues bien, a pesar de las elevadas tasas de crecimiento en el sector de las TIC, el empleo europeo en este sector, según el informe de la EITO (1998), ha experimentado en realidad una ligera caída durante los últimos años. El empleo en el sector de la TI descendió durante el período 1995-1996 (935.000 en 1996). La participación del sector en el empleo total es del 1,1 por 100 (9). El sector de los equipos físicos ha sufrido pérdidas especiales debido a la reducción del tamaño de las empresas, mientras que los segmentos del *software*, servicios y distribución muestran un ligero aumento en el empleo. También ha disminuido el empleo en el sector de las telecomunicaciones (1.050.000 en 1996), como consecuencia de una concentración cada vez más marcada en el control de costes y en la competitividad. Con todo, la creación de nuevos puestos de trabajo en el sector de los móviles, de servicios de cable y en otros trabajos relacionados con Internet han compensado en parte aquella tendencia.

Las cifras que se presentan en el informe de la Comisión Europea *Empleo en Europa 1998,* si bien no son directamente comparables, parecen ser algo más optimistas. Se consigna que el segmento de los ordenadores es el que, en el período 1994-1997, ha experimentado el mayor crecimiento en el empleo (7 por 100) en los sectores de dos dígitos de NACE. Las máquinas de oficina han tenido también un alto nivel de crecimiento (en torno al 3 por 100), mientras que el segmento de las telecomunicaciones ha registrado una caída de cerca del 1 por 100 en el empleo. Todos estos datos, en su conjunto, marcan una tendencia positiva en términos de empleo.

Se percibe cierta deficiencia técnica en la industria y, en particular, en el sector de servicios de TI (10). Las empresas ofrecen salarios sumamente elevados para atraer talento joven. El sector de TI abre grandes oportunidades de empleo para los próximos años si los sistemas educativos son capaces de proporcionar personal dotado de las técnicas y la competencia apropiadas. Éste no parece ser el caso en la actualidad.

En Estados Unidos, el empleo descendió también entre 1990 y 1994 debido a la reestructuración del sector (IBM y Digital), aunque la incorporación de nuevas compañías de servicios y la reestructuración industrial fueron mejorando poco a poco las perspectivas de empleo (11).

El cuadro n.º 4 (12), que ha sido construido utilizando diferen-

tes fuentes, y debe por tanto ser objeto de una interpretación cautelosa, muestra que el sector de las TIC, en lo que se refiere a su grado de participación en el PIB, es considerablemente mayor en EE.UU. Si bien esta certidumbre refleja el tamaño relativamente mayor del mercado estadounidense de las TIC, puede atribuirse también a un mayor grado de *outsourcing* en EE.UU. Más aún, el sector estadounidense de las TIC parece ser mucho más intensivo en trabajo que las TIC europeas, por contar con una cuota más grande del mercado en la fabricación de *hardware*.

En todo caso, hay que notar que existe una marcada carencia de mano de obra especializada en Europa. Así, el empleo en el sector de la informática y del procesamiento de datos, por ejemplo, que puede considerarse como un área de alta especialización en el sector de las TIC, representó, según el *Informe sobre tasas de empleo* 1998 (13), el 0,9 por 100 de la población económicamente activa en EE.UU., frente a tan sólo el 0,5 por 100 en los Quince.

Es probable que los esfuerzos de liberalización que actualmente están teniendo lugar en el sector de las telecomunicaciones en Europa causen un impacto importante en el nivel y en la composición del empleo. Un informe reciente encargado por las direcciones generales 5 y 13 de la Comisión, y elaborado por el Consejo de la Oficina de Información y Previsión Económica de Francia (BIPE, por sus siglas en francés), el instituto IFO y el Instituto Lentic sobre los efectos de la liberalización del sector de las telecomunicaciones en el empleo, llegó a la conclusión de que de que hasta el año 2005 se crearán en Europa 1,3 millones de puestos de trabajo como consecuencia de la liberalización. Sin embargo, esta creación de puestos de trabajo se producirá, en su casi totalidad, en otros sectores. La pérdida de puestos de trabajo en los operadores de telecomunicaciones no se verá, por lo general, compensada por la creación de empleo en las nuevas compañías que ingresen en el mercado de las telecomunicaciones.

En resumen, se ha observado que el rápido crecimiento en el sector de las TIC no ha tenido todavía por resultado (según los datos disponibles) un aumento del empleo. Lo más probable es que el crecimiento de las TIC sea menos intensivo en trabajo y que la generación de empleo tenga lugar en otros sectores; en particular, si la globalización conduce a la subcontratación de actividades de bajo nivel de especialización en países de bajo coste, y si las fronteras del crecimiento se amplían hacia áreas intensivas en conocimientos para los que Europa tiene una relativa escasez de trabajadores especializados. Fuera de unas pocas áreas como las de la telefonía móvil y la TV digital por satélite, la industria de las TIC parece quedar discapacitada por los altos costes laborales y por una escasez relativa de trabajadores especializados (14). Sin embargo, es probable que las TIC creen puestos de trabajo en otras partes de la economía en la medida en que ayuden a las empresas a seguir siendo competitivas.

CUADRO N.º 4

TIC Y EMPLEO, 1996

	UE	*EE.UU.*
TIC/PIB (porcentaje)	4,9	6,1 (8)
Empleados	2 Mill.	7,4 Mill.
Participación en el empleo total (porcentaje)	1,3 (ca. 2)	5,6
Valor de mercado 1997 (Mill. ecus)	355.962	424.962
Valor de mercado por empleado (ecus)	178.000	61.000

Fuente: EITO, New Cronos, y cálculos propios. Según el Secretario de Comercio de EE.UU., en su discurso del 15/4/1998, la cuota de las TIC en la economía estadounidense es del 8 por 100. Con base en datos de la EITO, nuestra estimación es del 6,1 por 100. La cifra de empleo de 7,4 mill. procede también de dicho discurso. 4,3 mill. de ellos están empleados en la parte manufacturera del mercado de TIC en Estados Unidos.

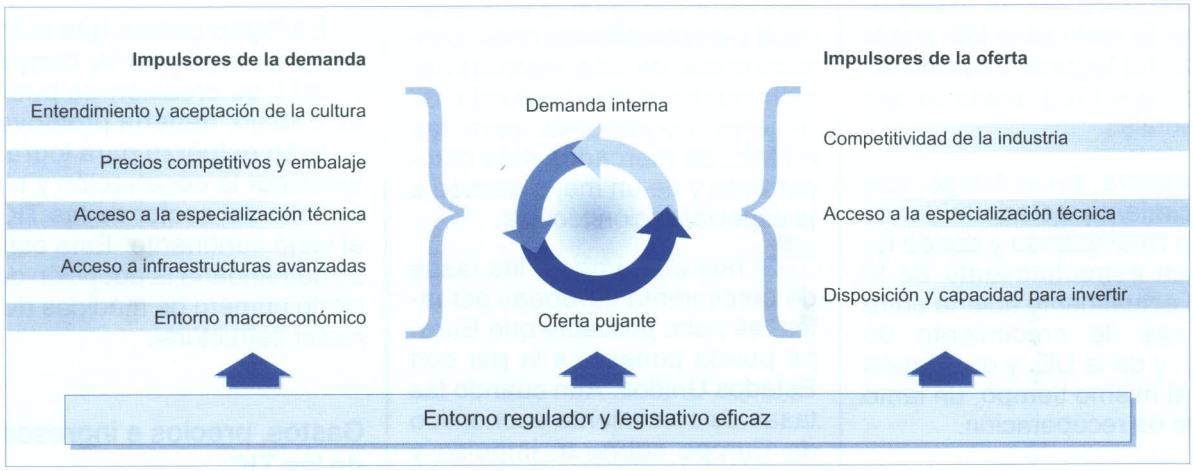
IV. ¿CUÁLES SON LAS FUERZAS IMPULSORAS DE LAS TIC?

El enorme crecimiento de las TIC es el resultado evidente de los avances logrados en las nuevas tecnologías. La tecnología de la digitalización ha provocado un crecimiento explosivo de la capacidad de procesamiento de datos y ha llevado, lógicamente, a un espectacular aumento de la productividad en las tareas que implican cálculos, el manejo de información, las conexiones, etcétera. Al mismo tiempo, la nueva tecnología ha liberado un enorme potencial de innovación de productos y de procesos, cuya explotación requiere de un importante esfuerzo de adaptación.

En el gráfico 2, se ofrece una sinopsis sobre los factores que pueden impulsar el desarrollo de la economía digital.

Unas condiciones económicas estables y sólidas son, sin duda, condiciones básicas para desarrollar un entorno propicio

GRÁFICO 2
FACTORES IMPULSORES DE LA ECONOMÍA DIGITAL



Fuente: Spectrum Strategy Consultants adaptado por Information Age Partnership. De DTI "Building the Knowledge Driven Economy".

para las TIC. Como se analizará en el apartado V, el nivel de gasto en TIC está estrechamente relacionado con el PIB por habitante. Las innovaciones y la explotación del potencial de las TIC requieren, evidentemente, un alto nivel tecnológico. El conocimiento es un elemento clave en el desarrollo actual, pero subsiste en Europa un déficit permanente de personal debidamente cualificado para trabajar en este sector. Es evidente que el acceso a la especialización técnica es un factor de importancia vital

La tecnología de las TIC permite y requiere también el desarrollo de una cultura empresarial. En combinación con el *outsourcing*, es probable que disminuya el coste fijo medio del establecimiento de un negocio basado en TIC, creándose de este modo mejores condiciones para su puesta en marcha. Sin embargo, la cultura empresarial es débil en la Europa continental. Los gobiernos y la Comisión Europea están elevando el nivel de consciencia de este problema y han emprendido iniciativas para facilitar el desarrollo de una cultura empresarial. Se aplican políticas dirigidas a mejorar la competitividad de las PYME y su acceso al capital-riesgo.

Además, comienza a abordarse el problema que plantea el hecho de que el sector de las TIC desarrolle sus actividades casi exclusivamente en lengua inglesa, lo que conlleva barreras lingüísticas en el desarrollo de la cultura de las TIC para algunos países europeos.

Otro factor de capital importancia para el desarrollo del sector de las TIC es la medida en que los aumentos de la productividad se hayan transferido a las empresas y a los consumidores. Precios bajos y con orientación al coste en las telecomunicaciones son necesarios para el desarrollo de la demanda. En muchos servicios prestados por las TIC existe una masa crítica por debajo de la cual no podrá proveerse la infraestructura y la red. Por tanto, si los precios se sitúan en niveles prohibitivos para alcanzar dichas masas críticas, la penetración en la demanda y la oferta de servicios sufrirán un detrimento. Como se muestra en el apartado V, los precios de las telecomunicaciones están estrechamente relacionados con la liberalización del sector, que sólo muy recientemente se ha producido en algunas partes de Europa. De ahí que en algunos países europeos los precios de las telecomunicaciones sigan siendo relativamente elevados.

V. ¿LOGRARÁ EUROPA CONVERGER CON EE.UU.?

El desarrollo económico general durante estos últimos años se ha caracterizado por un fuerte crecimiento de la economía estadounidense, un crecimiento moderado en la UE y una grave crisis en la economía japonesa.

Dentro de Europa, Francia, Alemania e Italia han mostrado

rendimientos deficientes durante los últimos años, mientras que las tasas de crecimiento en el Reino Unido han estado más en línea con la economía estadounidense. El resto de la UE, por lo general, ha logrado mejores resultados que los grandes países continentales.

Se espera, sin embargo, que el crecimiento estadounidense se vaya ralentizando y dando lugar a un estrechamiento de la brecha actualmente abierta entre las tasas de crecimiento de EE.UU. y de la UE, y que Japón inicie, al mismo tiempo, un lento proceso de recuperación.

Los mercados de las TIC, tanto en Europa como en Japón y EE.UU., se han caracterizado por un fuerte crecimiento. Sin embargo, según las estimaciones realizadas por EITO, el crecimiento de las TIC en EE.UU. seguirá siendo ligeramente superior al de Europa.

Este hecho puede ser el reflejo no sólo de un crecimiento más elevado de la economía estadounidense, sino también de que ésta es una economía más dinámica y emprendedora como consecuencia de una restructuración industrial más profunda, de mejores condiciones para las PYME, de mercados más competitivos y de un mejor acceso a la especialización técnica.

Si nos atenemos a las tasas de crecimiento europeas actuales, es poco probable que Europa pueda ponerse a la par con Estados Unidos. Aun cuando las tasas de crecimiento económico de Europa cobraran impulso y superaran a las de la economía estadounidense, es improbable que pudiera cerrarse la brecha que separa a sus respectivas TIC. El mero hecho de mantener constante el diferencial actual de penetración requeriría tasas europeas de crecimiento más altas que las estadounidenses. Por tanto, Europa corre un serio riesgo de quedar en el futuro todavía más a la zaga de EE.UU. en términos de penetración de las TIC.

Es lógico pensar que si Europa ha de mantener su competitividad y su creación de puestos de trabajo, debería promoverse un gran esfuerzo para lograr intensificar la penetración y el desarrollo del sector de las TIC en el viejo continente. Este esfuerzo demandaría la adopción de un cierto número de medidas de carácter estructural.

Gastos, precios e ingresos de las TIC

El grado de utilización y el gasto en TIC por habitante dependerán probablemente del nivel medio de renta en un país y de los precios de los productos y servicios de las TIC que se ofrezcan. Los productos de las TIC son objeto de comercio internacional y tienden, por tanto, a tener niveles de precios similares en los diferentes países. Los servicios de TIC, sin embargo, se comercializan en menor medida; los servicios de telecomunicaciones, en particular, siguen conservando especificidades para cada país debido a las diferencias en el entorno competitivo (los titulares de las telecomunicaciones siguen siendo en muchos casos monopolios de facto) y a la liberalización todavía reciente de este sector en muchos países europeos.

Los servicios de telecomunicaciones representan claramente un gasto actual importante para los usuarios de las TIC. En realidad, una parte importante de los costes variables en Internet, en correo electrónico y en otros tipos de comunicaciones electrónicas de datos corresponde a los servicios de telecomunicaciones.

CUADRO N.º 5

CRECIMIENTO DEL PIB EN LA TRÍADA (VARIACIÓN PORCENTUAL REAL ANUAL)

	1996	*1997*	*1998*	*1999*
UE-15	1,8	2,7	2,9	2,0
EE.UU.	3,5	4,0	3,9	2,7
Japón	3,9	0,8	–2,9	–1,3

Fuente: Comisión Europea: Ameco, marzo de 1999.

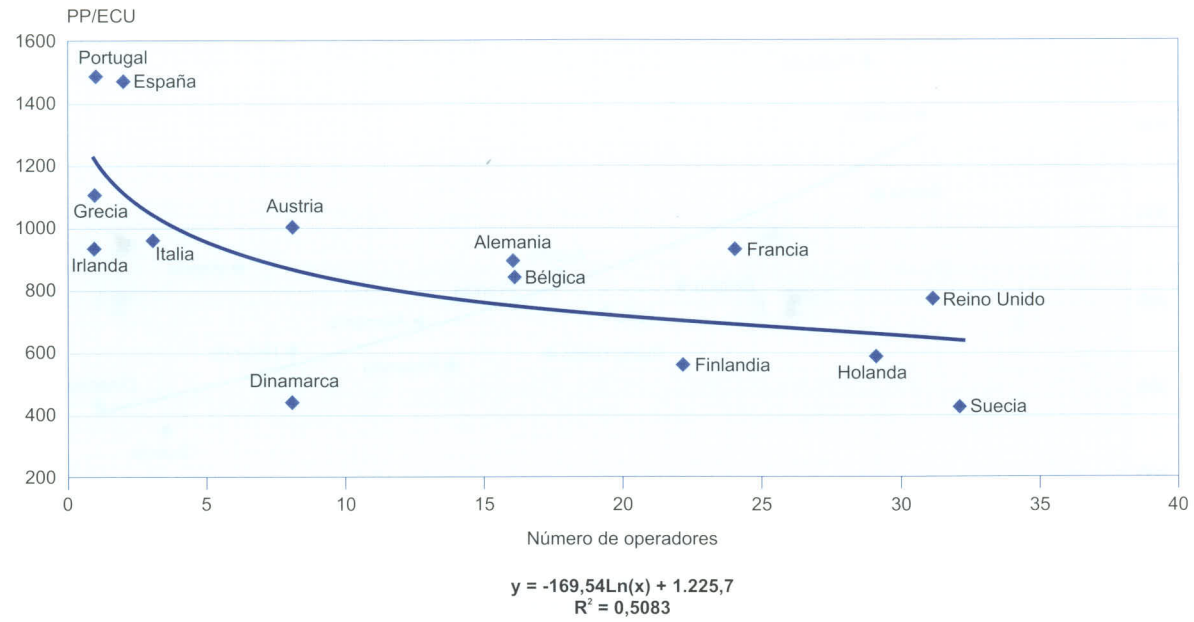
CUADRO N.º 6

CRECIMIENTO DEL MERCADO DE TIC EN LA TRÍADA

	1996	*1997*	*1998*	*1999*
EE.UU.	9,9	9,0	8,6	8,5
Japón	7,7	4,6	4,9	5,7
Europa	7,8	8,3	8,3	7,9

Fuente: EITO (1998, pág. 321).

GRÁFICO 3
PRECIOS DE LLAMADAS COMERCIALES Y NÚMERO DE OPERADORES



Así pues, el sector de las telecomunicaciones juega un importante papel al facilitar altas tasas de penetración de las TIC.

En el gráfico 3, se presentan los resultados del análisis de correlación entre el número de operadores que prestan servicios de telefonía y los precios de los servicios de telecomunicaciones (15).

En ellos, se muestra que los países que cuentan con un número mayor de operadores activos tienden a tener precios de telecomunicaciones más bajos. En particular, los primeros operadores adicionales son los que tienen un impacto más claro en el nivel de precios.

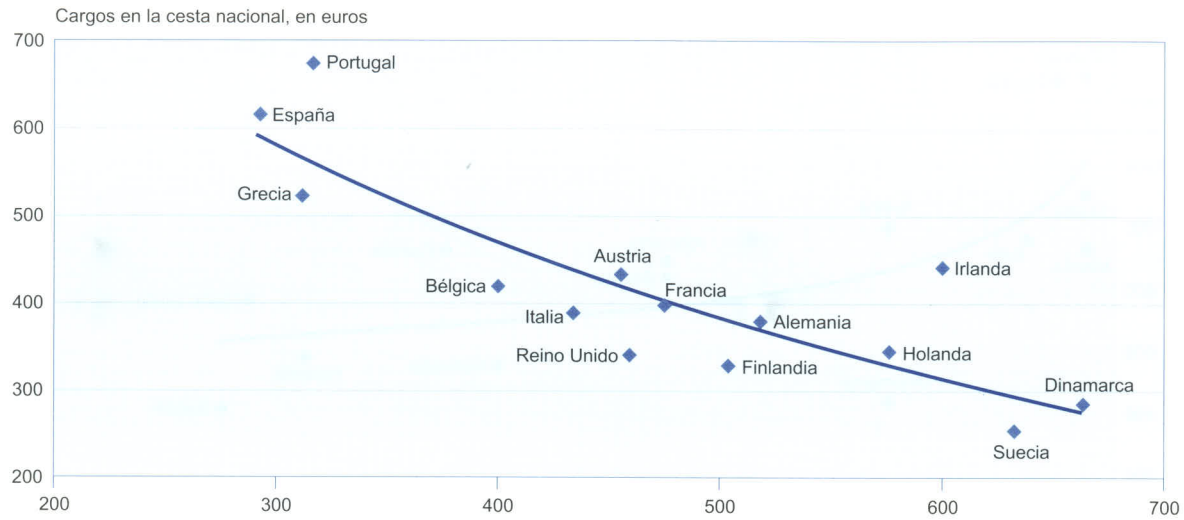
Asimismo, en el gráfico 4 se presentan los resultados del análisis de correlación entre los precios de las telecomunicaciones y los gastos en telecomunicaciones por habitante. Como se comprueba, la relación es negativa y expresiva de una alta elasticidad de demanda de los servicios de telecomunicaciones.

Por tanto, la competencia dinámica, que puede dar lugar a precios más bajos, parece ser un elemento importante para estimular la penetración de las TIC en Europa (16).

Por último, en el gráfico 5 queda constancia de la alta correlación entre renta por habitante y gasto en TIC. Un alto nivel de demanda parece ser un generador importante de desarrollo de las TIC a corto plazo. En el largo plazo, sin embargo, tal como manifestó el Secretario de Comercio de EE.UU. en la intervención referida anteriormente, las TIC pueden ejercer también una influencia considerable en el nivel de rentas a través de su impacto en la innovación y la competitividad. Los países que se sitúan por encima de la línea de regresión (Reino Unido, Finlandia, Suecia, Holanda y EE.UU.) tienen un nivel más alto de gasto en TIC en relación con sus rentas que el promedio de los países enumerados en el gráfico. En todos estos países, que mantienen mayores niveles de gasto en las TIC, la industria de las telecomunicaciones se liberalizó relativamente pronto.

En consecuencia, cabe señalar que los niveles de renta son importantes en términos generales para el nivel de penetración de las TIC, pero que los países pueden procurar marcos que faciliten todavía más la penetración de éstas. En este sentido, la liberalización de las telecomunicaciones parece ser un factor de suma importancia.

GRÁFICO 4
PRECIOS Y GASTOS EN TELECOMUNICACIONES



VI. DESAFÍOS PARA LAS POLÍTICAS EUROPEAS RESPECTO A LAS TIC

En este artículo, se ha mostrado que Europa está a la zaga de EE.UU. y Japón en términos de penetración de las TIC. Se ha sostenido que el mayor crecimiento de la economía estadounidense y un entorno empresarial por lo general más sólido, por lo menos en términos de espíritu emprendedor, de financiación de las PYME y de acceso a la especialización técnica, hace poco probable que la brecha existente en las TIC entre la UE y EE.UU. pueda disminuir en un futuro cercano. En realidad, esta brecha, en las condiciones actuales, tendería a ampliarse. Ello representaría, evidentemente, una seria amenaza para la competitividad y la creación de puestos de trabajo en Europa.

Así, es probable que el problema europeo se vea agravado por las diversas dificultades de carácter estructural a las que se enfrenta la economía europea, entre las que se pueden mencionar:

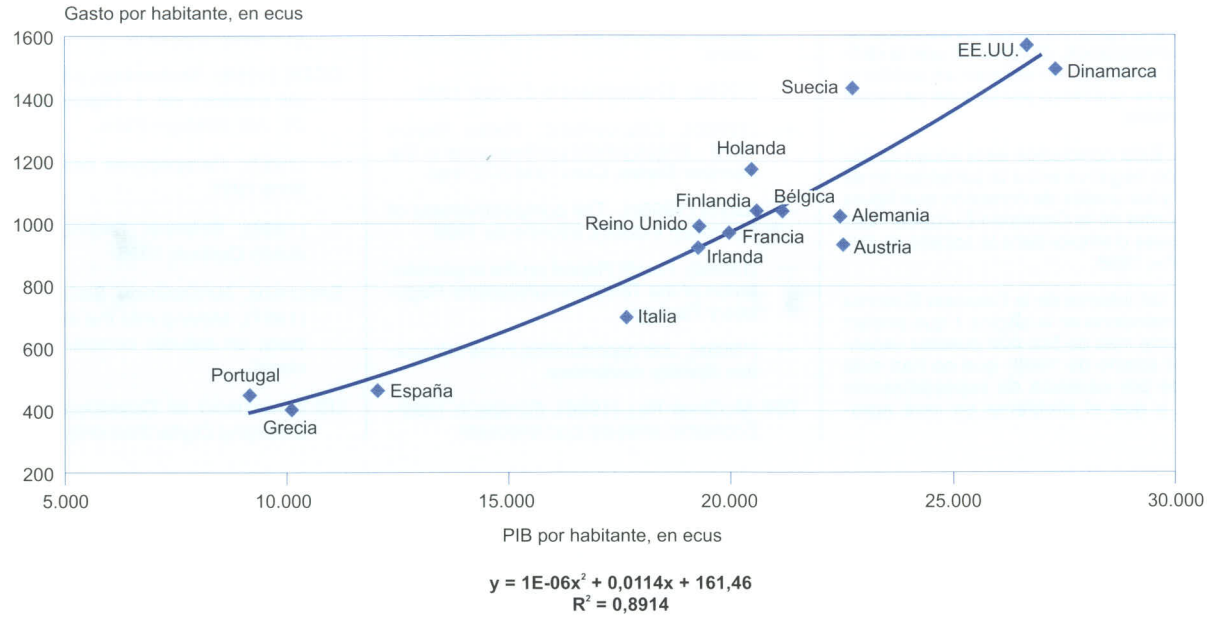
• La lenta reestructuración empresarial en Europa. Las empresas europeas se han retrasado en sus procesos de reorganización y adaptación a un entorno cambiante mediante la liberalización, globalización, reducción de tamaño, subcontratación, etcétera.

• La escasa dispersión salarial en Europa está afectando a la competitividad en los segmentos de las TIC de baja especialización técnica, y dando lugar a un débil grado de competitividad de Europa en los mercados internacionales.

• Se requieren empresas más dinámicas. Europa no cuenta, en la misma medida que EE.UU., con grupos dinámicos en los que las PYME innovadoras y de tecnología punta operen conjuntamente con sociedades de capital-riesgo y con instituciones de investigación. En EE.UU., gracias a la combinación de empresarios dinámicos, de capital-riesgo y de conocimiento, dichos grupos han provocado la explosión de PYME de rápido crecimiento, especialmente en el área del desarrollo de *software* y de aplicaciones de Internet.

• Se advierte en el sector una necesidad creciente de competencia y de alta especialización técnica (17). La educación y la formación técnica son esenciales para aprovechar el potencial de crecimiento y generación de empleo en el sector de las TIC. Es preciso, por tanto, acabar con los cuellos de botella que implica la carencia de personal cualificado en algunos segmentos del sector.

GRÁFICO 5
GASTO EN TIC Y PIB POR HABITANTE, 1997



Ante esta situación, convendría reaccionar con políticas activas que incluyesen acciones para promocionar el uso de TI (PC e Internet en las escuelas, etcétera) por parte de niños, estudiantes y en el lugar de trabajo (público o privado) o el teletrabajo, fomentando el comercio electrónico y el uso de soluciones-TI en el interfaz público/privado. Además, reforzando la política de reforma industrial se apoyaría indirectamente la demanda de soluciones empresariales de TI (mediante la privatización, la desregulación, el mercado interno, la globalización, el *outsourcing*, el *downsizing* o reducción de tamaño, etcétera). Por otra parte, deberían procurarse acuerdos globales sobre normas y regulaciones.

De hecho, la UE en conjunto, y los países miembros, ya están tomando medidas para afrontar el problema, facilitando, por ejemplo, el acceso de las PYME al capital-riesgo, creando parques científicos, etc. No obstante, todavía es largo el camino que queda por recorrer para mejorar la cultura empresarial, las actividades de I+D y el entorno financiero que son necesarios para potenciar el desarrollo de las TIC en Europa.

NOTAS

(*) Título original: «ICT in Europe. Issues an challenges». Traducción de DIORKI, revisada por el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

(**) Los puntos de vista aquí expresados son atribuibles sólo a los autores, y no reflejan en manera alguna la posición de la Comisión Europea en cuanto a los asuntos tratados. Este artículo se ha escrito cuando U. Mogensen había dejado la Dirección General de Asuntos Económicos y Financieros de la Comisión Europea.

(1) Este artículo se ha inspirado libremente en la información contenida en el informe 1998 del European Information Technology Observatory (EITO) y en el cuarto informe de la Comisión Europea sobre «Puesta en práctica del paquete de las telecomunicaciones», 1998.

(2) EITO (European Information Technology Observatory), 1998.

(3) Véase, por ejemplo, OCDE (1996).

(4) El valor de mercado se define aquí como el consumo nacional, es decir, producción - exportaciones + importaciones.

(5) Véase EITO (1998, pág. 57).

(6) Lamentablemente, los datos comparables más recientes de los que disponemos son los de 1996.

(7) Según la tabla que se presenta en el capítulo 7 del borrador de informe de 1998 sobre competitividad en tecnología e innovación. Todos los PC adquiridos durante el período 1994-96 se consideran como actualizados.

(8) Ver, por ejemplo, DRI-MCGRAW-HILL (1996).

(9) Ver EITO (1998, pág. 52).

(10) Ver EITO (1998, pág. 35).

(11) Según el informe sobre competitividad, capítulo 7.

(12) Este cuadro suscita una notable incertidumbre respecto a las cifras proporcionadas en lo que concierne a la participación total de las TIC en el PIB y en el empleo, tanto en EE.UU. como en Europa. El cuadro combina tres fuentes que, lamentablemente, no son coherentes. El problema estriba en parte en que, de acuerdo con las clasificaciones normales, las TIC no constituyen propiamente un sector. En todo caso, es posible extraer algunas conclusiones generales.

(13) COMISIÓN EUROPEA (1998b).

(14) Ver Informe de 1998 de la Comisión Europea sobre Competitividad (COMISIÓN EUROPEA, 1998c).

(15) Los precios de las telecomunicaciones se ejemplifican en el gráfico mediante el coste de una cesta comercial de servicios de telecomunicaciones, de acuerdo con la definición de la OCDE. La relación es similar si esa cesta se sustituye por otra de servicios al consumidor.

(16) Esta conclusión está apoyada por la relación negativa entre la penetración de Internet y los costes de conexión que figura en el informe de la Comisión Europea «Les perspectives d'emploi dans la société de l'information», 1998.

(17) Un Informe de la COMISIÓN EUROPEA (1998e) menciona en la página 1 que existen actualmente más de 500.000 puestos vacantes en TI (otoño de 1998) que no han sido ocupados por carencia de especialización técnica, y que el problema se está agravando.

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN EUROPEA (DG3) (1996), *Information technologies, productivity and employment,* enero.

— (1997), *Effects on employment of the liberalisation of the telecommunications sector,* Estudio del Consejo de BIPE, enero.

— (1998a), *Employment in Europe 1998.*

— (1998b), *Employment Rates Report 1998 - Employment performance in the Member States,* Com(1998)572 final.

— (DG3) (1998c), *The competitiveness of European Industry,* Informe de 1998.

— (1998d), *Fourth Report on the Implementation of the Telecommunications Regulatory Package.*

— (1998e), *Job opportunities in the Information Society,* noviembre.

DRI-MCGRAW-HILL (1996), *Europe in 1999 - Economic analysis and forecasts.*

EITO (1998), «European Information Technology Observatory 98».

ILZKOVITZ, F.; MEIKELJOHN, R., y MOGENSEN, U. (1999), «Liberalisation of network industries: Economic implications and main policy issues», próxima publicación en *European Economy.*

OCDE (1996), *Technology, productivity and job creation,* vol. 1, *Highlights. The OCDE Job Strategy,* París.

— (1997), *Perspectives des communications 1997.*

— (1998), *Science, Technology and Industry Outlook,* 1996.

SPECTRUM, INFORMATION SOCIETY INITIATIVE (1997), *Moving into the information society,* un estudio comparativo internacional.

US DEPARTMENT OF COMMERCE (1998), *The Emerging Digital Economy.*

ANEXO

CUADRO A.1

ALGUNOS DATOS DE LOS QUINCE EN 1998

	Número total de PC por 100 habitantes	*Número de operadores que ofrecen telefonía pública vocal*	*Líneas telefónicas por 100 habitantes 1997*	*Penetración del servicio móvil*
Alemania	32	16	55	14
Austria	30	8	46	21
Bélgica	29	16	49	13
Dinamarca	54	8	64	28
España	13	2	40	14
Finlandia	32	22	56	50
Francia	20	24	58	14
Grecia	7	1	52	14
Holanda	33	29	57	17
Irlanda	N/A	1	42	19
Italia	18	3	45	29
Luxemburgo	71	1	67	21
Portugal	28	1	39	21
Reino Unido	47	31	55	17
Suecia	37	32	68	45

CUADRO A.2

TASAS DE CRECIMIENTO DEL MERCADO DE LOS TIC EN EUROPA Y EN ESTADOS UNIDOS

	1994	*1995*	*1996*	*1997*	*1998*
Estados Unidos	6,2	10,2	9,9	9,0	8,6
Europa	8,5	7,5	8,0	8,1	7,9
Francia	6,7	6,5	8,6	8,1	8,0
Alemania	8,3	3,4	5,9	6,0	6,4
Reino Unido	11,0	10,2	8,3	8,0	7,7
Italia	7,2	8,0	8,2	9,4	8,2

Fuente: EITO (1998, pág. 327).

Resumen

El presente artículo describe la penetración y las características de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en Europa, en comparación con las de Estados Unidos, y estudia sus implicaciones para el desarrollo, la competitividad, el crecimiento económico y el empleo en Europa.

Palabras clave: cambio técnico, tecnología de la información y de las comunicaciones, productividad, Unión Europea.

Abstract

This article describes the penetration and features of Information and Communications Technologies (ICT) in Europe, in comparison with those of the United States, and examines their implications for development, competitiveness, economic growth and employment in Europe.

Key words: technical change, information and communications technology, productivity, European Union.

JEL classification: O31, L96.

ESFUERZO TECNOLÓGICO Y COMPETITIVIDAD

¿SON LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS CADA VEZ MÁS FLEXIBLES?

Carmen GARCÍA OLAVERRI
Emilio HUERTA ARRIBAS

I. INTRODUCCIÓN

LAS empresas españolas se están enfrentando a importantes desafíos en estos años. La mundialización de las economías, la reducción del ciclo de vida de muchos productos y el creciente protagonismo de los consumidores, cada vez más informados sobre las opciones que se les presentan, están intensificando la competencia en muchas industrias. Este aumento de la rivalidad está forzando a las empresas a mejorar de forma permanente y en múltiples ámbitos la oferta que realizan. Así, las empresas se enfrentan no sólo al reto de aumentar su productividad y avanzar en la eficiencia de sus procesos, sino también deben mejorar la calidad de sus productos y adaptarse con rapidez a las crecientes exigencias de sus clientes. Para ser competitivas, tienen que ser capaces de ofrecer una gama amplia de productos, deben mejorar la calidad de su oferta, y todo ello en un marco de precios atractivos y competitivos.

La presión permanente para ganar eficiencia implica desplegar los recursos escasos en las mejores alternativas posibles, evitando los despilfarros y haciendo un esfuerzo permanente para mejorar la productividad global de los factores y reducir de forma consistente los costes. Además, en un mercado donde la demanda está cada vez mejor informada sobre las opciones a seleccionar y donde aparecen múltiples alternativas para elegir, la calidad de los productos constituye un atractivo esencial de la oferta. Por último, si bien es verdad que la globalización está aumentando el tamaño de los mercados, resulta cierto que también aumenta su volatilidad e incertidumbre, por lo que la capacidad de adaptación y de ajuste de los volúmenes y variedades que se ofrecen aparece como una exigencia competitiva esencial para poder continuar en el mercado.

En definitiva, las empresas están empezando a reconocer que su posición competitiva se construye a partir de su capacidad para obtener un buen ajuste con los requerimientos de eficiencia, calidad y adaptabilidad que plantean los mercados. La discusión, en la literatura de empresa, se está desplazando desde el enfoque tradicional promovido por Porter (1980, 1985), en el que el objetivo de la estrategia era adaptarse a las exigencias de los mercados, hacia una visión más dinámica, defendida por Foss (1997) o Dyer y Singh (1998), que considera deseable interaccionar; promover y desarrollar nuevos productos y negocios.

En Cusumano y otros (1995), se identifica este nuevo perfil estratégico de la empresa con el concepto de flexibilidad. En este ámbito de discusión, la flexibilidad se plantea como una característica de la empresa que refleja su capacidad para actuar con los volúmenes apropiados; los tipos y calidades que los consumidores valoran, y todo ello en un escenario de precios atractivos. Esta idea de flexibilidad que aparece aquí como un concepto multidimensional, complejo, que abarca muchos ámbitos de la empresa y que presenta perfiles borrosos, suscita muchas cuestiones de interés. ¿Cómo se consigue esa flexibilidad? ¿Qué tipos de flexibilidad afectan a la posición competitiva de las empresas? ¿Cómo se pueden alcanzar los distintos tipos de flexibilidad? Sayer y Walker (1992), por ejemplo, ofrecen una lista que dista mucho de ser completa, pero que incluye siete tipos de flexibilidad (1). A pesar de que un amplio e intenso debate se está manifestando en estos últimos años en distintos foros académicos sobre estas cuestiones, y aunque todavía existen más interrogantes que respuestas firmes, algunas reflexiones e ideas emergen con más claridad.

Ackroyd y Procter (1998), en un libro reciente sobre el proceso de transición en el que está inmersa la industria británica, argumentan que las empresas, con mayor o menor intensidad, están desarrollando estrategias en los campos de la incorporación de nuevas tecnologías, la gestión de los recursos humanos y el rediseño de su estructura interna y sus fronteras, para operar con más flexibilidad. Esta mayor capacidad de adaptación a un coste reducido se consigue actuando sobre tres dimensiones esenciales de la organización: la tecnológica, la estructura organizativa y la asociada a los recursos humanos.

La flexibilidad tecnológica se identifica con el esfuerzo que están haciendo las empresas para impulsar la mejora de su capital productivo, mediante la incorporación de nuevos sistemas y tecnologías de información y

producción. La incorporación de nuevos activos tecnológicos facilita la planificación, impulsa el desarrollo y ejecución de programas de producción y estimula el control de los procesos y productos. Este enfoque se defiende en los trabajos de Slack (1987), Boer (1994), y Rowlinson y otros (1994).

Las nuevas políticas de gestión de recursos humanos pretenden, por un lado, facilitar el ajuste de la fuerza laboral a las oscilaciones de la demanda y, por otro, tratan de estimular la funcionalidad y versatilidad de sus empleados mediante el desarrollo de capacidades y competencias que favorezcan la actuación de éstos en un marco de definición de tareas y puestos de trabajo más amplio y variado. Trabajos representativos de esta visión son los de Atkinson (1984) y Osterman (1995, 1998). Estos autores centran sus análisis en el papel de los recursos humanos y la forma en la que estos se organizan para conseguir que mejore la flexibilidad interna con la que puede operar la empresa.

La adaptabilidad organizativa se refiere al rediseño de las fronteras de la empresa, especialmente las relaciones con proveedores y clientes, y a la creación de grupos, equipos de trabajo, etcétera, que estimulan la reducción de los niveles jerárquicos en la organización y acrecientan la responsabilidad y el compromiso de todos los colectivos implicados en el proceso de creación de valor en la empresa. Desde esta perspectiva, algunos autores como MacDuffie (1995); Womack y otros (1991); Jones y Womack (1996); Kochan y otros (1997), y Salas (1995) hablan de la sustitución de la producción en masa por lo que denominan sistemas de producción ligera o ajustada —*lean production* (2).

En este artículo, nos vamos a centrar en el estudio de los sistemas tecnológicos y de producción que actúan como instrumento de las empresas para impulsar su ventaja competitiva.

La literatura de producción y gestión de operaciones ofrece un conjunto variado de herramientas que las empresas pueden utilizar para mejorar su dimensión productiva. En este trabajo, queremos estudiar el grado de implantación, en la empresa industrial española, de un conjunto de activos tecnológicos y sistemas de producción. Abordamos, también, el análisis de las consecuencias que se derivan, para la capacidad de competir de las empresas, de una mayor o menor utilización de esos sistemas productivos.

En el apartado segundo, se describe la muestra de empresas y sus características principales; en el tercero, se estudian las distintas estrategias y herramientas tecnológicas que están incorporando las empresas españolas a sus procesos; en el cuarto, se analizan los efectos sobre la competitividad y, por último, se resumen las principales conclusiones obtenidas.

II. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La muestra está compuesta por 965 establecimientos de todos los sectores industriales (excepto energía, agua y electricidad). Su distribución por sectores y tamaños viene indicada en el cuadro n.º 1.

A partir de los datos que ofrece el *Directorio Central de Empresas,* se procedió a la distribución muestral para un tamaño total objetivo de 1.000 establecimientos. El diseño se estableció para estratos de plantilla entre 50-99 trabajadores, 100-499, y 500 o más. El universo de referencia era de 6.013 establecimientos industriales de más de 50 trabajadores. La unidad de análisis seleccionada ha sido la planta, y las personas elegidas para contestar el cuestionario han sido, habitualmente, los directivos de la planta o responsables de producción. La información requerida ha sido compleja y variada. Se realizó una entrevista personal con una duración aproximada de 45 minutos. En la encuesta hay un bloque inicial de cuestiones referidas a las características generales de la planta: antigüedad, tamaño, tipos de productos que fabrica, así como a las características generales de los mercados donde actúa. El segundo bloque de cuestiones, que es el que vamos a presentar y discutir en este trabajo (3), se refiere a preguntas sobre la tecnología, sistemas de producción y sistemas de calidad implantados en el centro. Los bloques tercero y cuarto estudian aspectos vinculados a la gestión de los recursos humanos y la organización del trabajo, un quinto apartado se refiere a las relaciones que se han establecido con proveedores y clientes, y, por último, se demandan algunos datos sobre las características generales de la empresa en la que se integra la planta.

La información se recogió en el periodo de abril a noviembre de 1997, y los datos solicitados se referían al año anterior.

En este trabajo, hemos considerado «establecimientos pequeños» a los que emplean entre 50 y 200 trabajadores; «medianos» los que emplean entre 201 y 500; y «establecimientos grandes» los que dan trabajo a más de 500 personas. En nuestro caso, disponemos de información de 710 establecimientos pequeños, 152 medianos y 103 grandes. El con-

CUADRO N.º 1

DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR SECTORES Y TAMAÑO

CNAE	*SECTOR*	*50 a 200*	*201 a 500*	*Más de 500*	*Total*
15,16	Alimentación, bebidas y tabaco	105	27	14	146
17-19	Industria textil, confección, cuero y calzado	100	12	6	118
20	Madera y corcho	26	1	0	27
21,22	Papel, edición y artes gráficas	53	13	5	71
24	Industria química	51	12	8	71
25	Caucho y materias plásticas	47	7	4	58
26	Productos minerales no metálicos	56	6	4	66
27,28	Metalurgia y fabricación de productos mecánicos	91	14	14	119
29	Maquinaria y equipo mecánico	52	12	8	72
30-33	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	40	18	11	69
34,35	Material de transporte	40	22	27	89
36,37	Industrias manufactureras diversas	49	8	2	59
	TOTAL	710	152	103	965

Fuente: Elaboración propia.

junto de establecimientos encuestados emplea a un total de 249.418 trabajadores. Los establecimientos pequeños ocupan a 68.546 trabajadores, lo que representa un 27,5 por 100 de la muestra, los medianos a 47.376, representado un 19 por 100 de la muestra y los grandes incorporan a 133.496, representando un 53,5 por 100 del total.

III. DIMENSIONES TECNOLÓGICAS

Las empresas españolas están tratando de responder a los notables retos a los que se enfrentan mediante el desarrollo de múltiples acciones. La incorporación de nuevos activos tecnológicos y la implantación de sistemas más integrados de gestión de la producción son algunas de las vías seleccionadas por las empresas para mejorar su productividad, reducir costes y realizar una oferta más variada. En este apartado, vamos a estudiar con detalle tres aspectos de las estrategias de producción que están siguiendo las empresas industriales españolas. En primer lugar, analizaremos si las empresas han realizado o no cambios tecnológicos notables en los últimos años, así como las consecuencias que se han derivado de estas innovaciones; en segundo lugar, describiremos las principales estrategias tecnológicas que están utilizando las empresas, así como su grado de implantación; por último, analizaremos si estas estrategias se refuerzan o se complementan en un marco de colaboración con otros elementos de la cadena de valor, en particular, con proveedores y clientes.

Para hacer un primer análisis descriptivo y comparativo, utilizaremos las referencias del tamaño empresarial, el sector industrial y el carácter nacional o multinacional de la empresa, como elementos que nos ayuden a reconocer si existen diferencias en aspectos relevantes de las estrategias manufactureras que están siguiendo las empresas.

1. Cambios tecnológicos

En el cuestionario se demanda información referida a si han tenido lugar cambios tecnológicos significativos en los últimos tres años en la planta. El cuadro número 2 resume las respuestas dadas a esa cuestión.

Se observa que un número elevado de empresas (393) o no han modificado su tecnología o han introducido cambios menores. Existen 535 empresas que han modificado sustancialmente su tecnología, y sólo 37 han cambiado de manera radical su sistema de producción. En su conjunto, el cambio generado parece bastante modesto, ya que más del 40 por 100 de las empresas han continuado con sus sistemas productivos sin introducir mejoras tecnológicas significativas. Este grupo de empresas ha desarrollado actividades de reposición de su capital productivo sin incorporar novedades sustanciales en sus procesos productivos.

Por sectores industriales, no se observan diferencias importantes en cuanto a las pautas de

CUADRO N.º 2

INTENSIDAD DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

	Frecuencia	*Porcentaje*
No ha habido ningún cambio	218	22,6
Se han introducido cambios menores	175	18,1
Se han introducido cambios bastante importantes	314	32,5
Se han introducido cambios muy importantes	221	22,9
Ha cambiado totalmente el sistema de producción	37	3,8
TOTAL	965	100,0

Fuente: Elaboración propia.

introducción de estos cambios. Los sectores de maquinaria y equipo y productos minerales no metálicos son los que han introducido menores cambios (4).

Por tamaños empresariales, se observan diferencias estadísticamente significativas (5), pero un análisis exploratorio más detallado revela bastante heterogeneidad en los grupos. Las empresas grandes forman un grupo con un comportamiento bastante homogéneo, que, en media, presenta el nivel más alto de cambio tecnológico. En los grupos de empresas medianas y pequeñas, se observa mayor variabilidad en las respuestas, siendo muy numerosas las empresas que no realizan ningún cambio tecnológico y las que cambian notablemente su sistema de producción.

En cuanto a la naturaleza del entorno económico en el que actúan las empresas, medido a través de la intensidad de la competencia que perciben los encuestados, o a través de la propensión a exportar, no se reconocen tampoco diferencias significativas (6).

No parecen existir, por tanto, unas características externas tipo de las empresas que han realizado cambios significativos en sus sistemas de producción. Si aspectos como la dimensión empresarial, el sector de actividad y los mercados de referencia no nos ayudan a reconocer un perfil claro de innovación tecnológica en las empresas, puede ser porque son factores más vinculados a su situación interna y su estructura financiera los que actúan como condicionantes fundamentales del esfuerzo inversor. Así, cuestiones como la rentabilidad de los proyectos, el coste de capital y la mayor o menor disponibilidad de recursos financieros actúan previsiblemente como factores que tienen notable influencia sobre las decisiones de inversión asociadas al cambio tecnológico.

Por el contrario, si nos situamos en el marco de las posibles consecuencias de los cambios tecnológicos, encontramos resultados más concluyentes.

En general, se han estudiado en la literatura las posibles consecuencias de las modificaciones tecnológicas sobre los recursos humanos, el producto, y los procesos organizativos, internos y externos, de la empresa. Gual (1998) reconoce tres fenómenos distintos al hablar del cambio tecnológico en un contexto agregado. El primero se refiere al cambio tecnológico acelerado, que desplaza trabajadores que no han podido ser absorbidos por una tasa aceptable de creación de empleo. El segundo se refiere al sesgo que la utilización de tecnologías ahorradoras produce sobre recursos como la energía o el trabajo. El tercero se refiere a los cambios provocados en la cualificación de la fuerza de trabajo empleada.

En concreto, se suele reconocer, a nivel microeconómico, en las economías avanzadas una relación inversa entre cambio tecnológico y empleo, ya que la incorporación de nuevas tecnologías, en un contexto de salarios reales al alza, suele conllevar la sustitución de trabajo por capital. En paralelo, también viene siendo aceptado que el cambio tecnológico conlleva requisitos más exigentes para la cualificación de la fuerza laboral que va a utilizar esos nuevos sistemas tecnológicos. Existe, por tanto, una relación directa entre formación e impulso tecnológico que hay que contrastar y estudiar con detalle.

Respecto del producto, es previsible una mejora de la calidad, ya que los nuevos activos tecnológicos incorporan, normalmente, mecanismos más precisos de fiabilidad, robustez y control de las operaciones. Por último, desde la perspectiva de la empresa, resulta difícil estable-

cer hipótesis a priori sobre las consecuencias que la tecnología puede tener sobre el ahorro de materiales en el proceso productivo y el tiempo para llegar al mercado.

Dentro de este enfoque, hemos considerado ocho posibles efectos del cambio tecnológico que se miden a través de tres bloques de variables:

— Consecuencias sobre los recursos humanos: variación del número de trabajadores en la planta y cambios en la cualificación requerida para los trabajadores.

— Consecuencias sobre el producto: calidad, variedad y tiempo hasta llegar al mercado.

— Consecuencias sobre la empresa: ahorro de materiales, precios y variación en la cuota de mercado.

Disponemos de información para todas estas variables, pues en la encuesta se preguntaba explícitamente sobre estos posibles efectos; las respuestas venían dadas en forma de variable ordinal con rango 1-5 (1 significa que ha empeorado mucho, 5 significa que ha mejorado mucho).

De los *contrastes de independencia* previos se concluye que el cambio tecnológico no tiene efectos significativos sobre el ahorro de materiales, el tiempo en llegar al mercado ni el precio de los productos; en consecuencia , exploraremos las restantes variables en las que se observa algún tipo de dependencia.

Teniendo en cuenta que todas las variables implicadas son categóricas, para realizar este análisis, se ha utilizado la técnica de análisis de correspondencias, que complementa los contrastes previos de independencia entre la variable «intensidad del cambio tecnológico» y sus posibles efectos.

Como es sabido, el análisis de correspondencias permite profundizar en el tipo de dependencia entre variables categóricas, proporcionando información sobre el nivel de asociación entre categorías (inercia) que ha llevado a rechazar la hipótesis de independencia entre variables; dicha información se complementa con la representación multivariante de la dependencia entre variables. Así, a través de la comparación entre perfiles y de su representación conjunta, se pueden establecer medidas de semejanza entre las categorías de una variable, y de asociación entre las de varias variables (7).

Los resultados obtenidos tras este análisis, son los siguientes:

1) Existe una relación muy intensa entre cambio tecnológico y cualificación exigida a los trabajadores. Las modalidades relativas a cambios tecnológicos muy importantes aparecen fuertemente asociadas a exigencias de cualificación muy altas. Lo mismo ocurre con los niveles intermedios o bajos en ambas variables.

Un análisis complementario realizado para estas dos variables revela que las empresas que no han realizado cambios tecnológicos han dedicado en media, 15,6 horas por trabajador y año a formación, y las que han realizado cambios menores han dedicado 17,3 horas. En el extremo opuesto están las que han cambiado totalmente el sistema de producción, con una media de 25,3 horas por trabajador y año, o las que han realizado cambios importantes, con una media de 24,5 horas. Estas diferencias son muy significativas (8).

2) Asimismo, son muy concluyentes los resultados relativos a las asociaciones entre niveles de cambio tecnológico y mejoras en la calidad. Cambios tecnológicos intensos se asocian con mejoras notables en la calidad de los productos ofrecidos.

3) Algo más matizados, pero en cualquier caso significativos, son los efectos sobre la cuota de mercado y la variedad de productos. En concreto, son muy pocas las empresas que habiendo realizado cambios tecnológicos importantes, hayan reducido la variedad de sus productos o perdido parte de su cuota de mercado. En su conjunto, las empresas que más han modificado sus sistemas tecnológicos han visto mejorar su cuota y aumentar la variedad por encima de la media.

4) Por último, respecto de las variaciones en el empleo, si bien no se acepta la hipótesis de independencia, tampoco se dan asociaciones claras entre distintos niveles de las variables. Por ejemplo, del conjunto de empresas que redujeron mucho el número de empleados (un 8 por 100 del total), el 44 por 100 habían realizado cambios muy importantes o radicales. Pero del conjunto de empresas en las que aumentó mucho el número de empleados (un 7 por 100 del total), el 56 por 100, habían realizado cambios muy importantes o radicales.

Podemos concluir, por tanto, que los cambios tecnológicos tienen efectos sobre los recursos humanos al aumentar las exigencias de formación de los trabajadores. Las empresas que realizan innovaciones tecnológicas deben, de forma complementaria, invertir más en formación general y específica de sus empleados para obtener el máximo rendimiento de las tecnologías incorporadas, o tienen que emplear a nuevos trabajadores que posean las competencias y

habilidades necesarias para utilizar adecuadamente las nuevas maquinarias y equipos que se incorporan. El cambio tecnológico, además, no se encuentra asociado con la reducción de empleos. Parece que se produce un efecto sustitución de trabajadores menos cualificados por otros con mayores habilidades, que hace que el efecto final sobre el empleo resulte nulo.

Concluimos también que las empresas que realizan cambios tecnológicos mejoran la calidad y variedad de los productos que fabrican, reforzando sus orientaciones estratégicas hacia la diferenciación de producto. Además, consiguen actuar con más solidez en los mercados, al aumentar en ellos su presencia, medida ésta por su cuota.

2. Estrategias tecnológicas

Las empresas intentan mejorar la productividad y eficiencia de sus procesos mediante la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas (9). Las nuevas técnicas, que normalmente incorporan aplicaciones informáticas, facilitan la gestión de la información entre todos los ámbitos de la empresa, mejoran la coordinación de los procesos y ofrecen un soporte más eficiente para el control y la toma de decisiones. En general, aunque no todos los nuevos activos tecnológicos aumentan la flexibilidad del producto en términos de variedad y volumen con la misma intensidad, se constata que suelen mejorar la rapidez y ajuste de los sistemas productivos, ya que son más adaptables a las diferentes secuencias de producción.

La cuestión clave, aunque resulta difícil de establecer una hipótesis definitiva, es la de reconocer en qué medida las nuevas herramientas tecnológicas facilitan, por un lado, que se reconozcan antes las necesidades del cambio y, por otro, que las modificaciones en los sistemas productivos se realicen con rapidez, en un marco de costes de ajuste reducido. Esta adaptabilidad del proceso productivo con un coste acotado y soportable representa una ventaja esencial para impulsar la incorporación de nuevas tecnologías a la empresa.

En la encuesta se ha realizado una serie de preguntas relativas al uso de un conjunto de tecnologías, con especificación de la intensidad con la que son empleadas. A los entrevistados se les preguntó si estaban o no utilizando una determinada tecnología. A los que respondían afirmativamente, se les preguntaba por la intensidad con la que esa técnica se estaba utilizando. Los valores se asignaban en una escala de 0-10. Un valor 0 significa que no está implantada, mientras que un valor 10 significa que la implantación es total.

Se observa en el cuadro n.º 3 que los sistemas que incorporan mayor adaptabilidad de las máquinas y los procesos a los nuevos escenarios de fabricación, están siendo menos utilizados que los esquemas más sencillos y elementales. Las tecnologías menos incorporadas a la actuación de las empresas son el CIM, los sistemas automáticos de recogida de materiales y el JIT en planta. El CIM y el JIT son sistemas complejos para coordinar el sistema de producción y suplantan a los modelos de gestión tradicional. El CIM integra las funciones de ventas, planificación, producción y aprovisionamiento, mientras que el JIT facilita el de-

CUADRO N.º 3

TECNOLOGÍAS: UTILIZACIÓN Y NIVEL DE APLICACIÓN

	Porcentaje de empresas	*Nivel medio de aplicación (*)*
Mantenimiento preventivo	92,2	6,37
Redes informáticas de tratamiento de datos	86,8	6,82
Ingeniería o análisis de valor	76,2	5,54
Diseño asistido por ordenador (CAD)	68,0	6,42
Robots o autómatas programables	67,0	5,06
MRP	56,5	5,29
Fabricación integrada por ordenador (CIM)	54,8	4,56
JIT en planta	48,5	4,24
Sistemas automáticos para el almacenamiento y recogida de datos	46,84	3,38

Nota: Para cada práctica, el colectivo de referencia no es el mismo, ya que hay empresas que consideran que esta técnica no procede.
(*) Intensidad media de utilización entre las que sí conocen la técnica.
Fuente: Elaboración propia.

sarrollo y la integración del proceso productivo utilizando menos recursos de holgura. Con JIT, las empresas pueden ofrecer en el mercado una más amplia variedad de productos sin necesidad de mantener grandes volúmenes de existencias de piezas.

Por otro lado, los sistemas más extendidos son los más elementales, pero son también los que incorporan menos adaptabilidad al sistema productivo; es el caso de el mantenimiento preventivo, las redes informáticas de tratamiento de datos y el análisis de valor.

El CAD, la incorporación de robots y autómatas, y los sistemas de planificación de recursos y materiales (MRP) se encuentran en un nivel intermedio de implantación y desarrollo.

En general, se reconoce también que las técnicas más sofisticadas se utilizan con menor intensidad, salvo el CAD, que lo utilizan el 68 por 100, pero tiene un nivel de aplicación elevado, un 6,42. Por tanto, podemos concluir que si se identifica a los sistemas flexibles con la utilización de mecanismos complejos que implican CIM, JIT, robots y CAD, todavía hay en España una considerable distancia para avanzar hacia una mayor adaptabilidad o capacidad de ajuste y respuesta de los sistemas productivos.

En síntesis, las técnicas más sencillas son las más extendidas en cuanto a su uso. Por el contrario, los sistemas con mayor capacidad de integración de los procesos, que incorporan distintas funciones y facilitan la gestión ordenada del conjunto de operaciones, y que suponen una mejora en la productividad de los factores y permiten mejorar la posición de costes, son utilizados, todavía, de forma muy limitada en las empresas manufactureras españolas.

3. Complejidad tecnológica

Resulta interesante conocer si las prácticas y herramientas tecnológicas se utilizan de forma aislada o se establecen como un conjunto de técnicas que se incorporan conjuntamente, reforzando la capacidad del sistema productivo para responder a las presiones del entorno exterior. El cuadro n.º 4, nos permite reconocer que el 84,4 por 100 de las empresas emplea de forma conjunta cuatro o más de las técnicas señaladas.

Para representar con mayor detalle la utilización y el uso del conjunto de herramientas tecnológicas, hemos construido un indicador de complejidad tecnológica que hemos identificado como TECNO. Esta nueva variable se ha definido como la media aritmética de las respuestas dadas a la pregunta sobre el nivel de utilización de las nueve tecnologías anteriormente citadas, asignando un valor 0 a las respuestas «no procede» y eliminando las observaciones con respuestas del tipo no sabe/no contesta. Con estas especificaciones, se consigue información de 850 establecimientos. El indicador así construido (10) varía en una escala de 0 a 10, y se puede interpretar como una medida de la variedad de tecnologías incorporadas en la preparación, planificación, ejecución y control de los procesos productivos y el lanzamiento de la producción. En una clasificación posterior, hemos ordenado los establecimientos según su nivel de complejidad tecnológica. Así, los establecimientos para los que

CUADRO N.º 4

NÚMERO DE TÉCNICAS QUE SE EMPLEAN CONJUNTAMENTE

	Frecuencia	*Porcentaje válido*
No emplea ninguna de las técnicas	11	1,3
Sólo emplea 1 de las 9 técnicas	13	1,5
Sólo emplea 2 de las 9 técnicas	47	5,6
Emplea 3 de las 9 técnicas	61	7,2
Emplea 4 de las 9 técnicas	92	10,9
Emplea 5 de las 9 técnicas	116	13,7
Emplea 6 de las 9 técnicas	126	14,9
Emplea 7 de las 9 técnicas	129	15,2
Emplea 8 de las 9 técnicas	124	14,7
Emplea las 9 técnicas	127	15,0

Nota: En esta tabla sólo se considera si se emplean las técnicas, sin especificar la intensidad de su uso.
Fuente: Elaboración propia.

el indicador TECNO está por debajo del percentil 25 (esto es, TECNO menor que 2,78), serán considerados en este trabajo como de complejidad tecnológica baja. Aquellos cuyo indicador tecnológico esté por encima del percentil 75 (TECNO mayor que 6,00) son los que identificamos como de complejidad tecnológica alta, y el resto (TECNO entre los percentiles 25 y 75) tienen un nivel intermedio (cuadro n.º 5). Esta nueva clasificación ofrece una nueva segmentación de la muestra que será empleada más adelante.

Un análisis más detallado del indicador TECNO nos ayudará a conocer los factores que determinan que las empresas adopten distintos niveles de complejidad tecnológica (11).

Del análisis conjunto de las variables TECNO y tamaño, se concluye que hay diferencias muy significativas atendiendo a la dimensión de los establecimientos. Las empresas pequeñas son las que presentan un nivel de complejidad tecnológica más bajo (TECNO=4,02),mientras las grandes ofrecen el perfil tecnológico más sofisticado (TECNO = 5,75).

También se constatan diferencias según las empresas pertenezcan o no a un grupo multinacional (TECNO = 5,23 para las multinacionales, frente a TECNO = 4,10 de las empresas nacionales).

En cuanto a los sectores, se observan diferencias muy importantes respecto al nivel de utilización de las tecnologías.

A través del análisis de la varianza, podemos reconocer las diferencias sectoriales. En el cuadro n.º 6 se muestra el nivel medio de la variable TECNO para las doce ramas de actividad

CUADRO N.º 5

COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA; TECNO

	Válidos	*Media*	*Desviación típica*
TECNO	850	4,398	2,11
Complejidad baja	210	1,73	0,72
Complejidad intermedia	431	4,33	0,97
Complejidad alta	209	7,19	0,88

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N.º 6

COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA Y ANÁLISIS SECTORIAL

Sector industrial	*N*	*GRUPOS*			
		1	*2*	*3*	*4*
Madera y corcho	24	3,26			
Industria textil, confección, cuero y calzado	96	3,60			
Papel, edición, artes gráficas y reproducción, soportes	64		3,90		
Productos minerales no metálicos diversos	54		3,93		
Alimentación, bebidas y tabaco	119		3,96		
Industrias manufactureras diversas	52		4,13		
Caucho y materias plásticas	52			4,28	
Metalurgia y fabricación de productos mecánicos	109			4,30	
Industria química	64				4,91
Maquinaria y equipo mecánico	70				5,09
Material de transporte	79				5,33
Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	67				5,69

Fuente: Elaboración propia.

consideradas; para aquellos sectores cuyo valor aparece en una misma columna se puede aceptar la hipótesis de igualdad de medias, es decir, tienen un nivel de complejidad tecnológica comparable. Así, podemos observar la existencia de cuatro grandes grupos. En un extremo, y con una baja incorporación de estas tecnologías de gestión, nos encontramos con la industria textil y la de la madera y corcho. En el otro extremo aparecen los sectores tecnológicos más avanzados: química, maquinaria y equipo mecánico, material de transporte y material y equipo eléctrico, electrónico y óptico.

Puesto que disponemos de amplia información para todos los tamaños, formas de propiedad de la empresa (multinacional o no) y sector industrial, se ha segmentado la muestra en distintas categorías y se han repetido los análisis. Así, por ejemplo, se ha estudiado la posible influencia del tamaño y del sector, en primer lugar para las multinacionales y separadamente para las nacionales; es decir, segmentando la muestra en función de la variable «propiedad de la empresa». Lo mismo para las otras dos variables. Los resultados de estos análisis parciales coinciden con los enunciados anteriormente: el nivel medio de complejidad tecnológica varía significativamente según el tamaño, la propiedad y el sector industrial al que se pertenezca.

4. Relaciones complementarias

La estrategia moderna de producir una oferta amplia y variada que permita satisfacer las necesidades específicas de los clientes conlleva una serie de implicaciones para el conjunto de actividades que configuran el proceso de creación de valor. Nos vamos a centrar aquí en las que afectan sobre todo a las relaciones con proveedores y clientes, y en las que se refieren a la utilización de herramientas operativas que complementan los sistemas de producción más sofisticados. Milgrom y Roberts (1993) y Salas (1995), en un contexto más amplio que el nuestro, se refieren al concepto de complementariedades, y hablan de un cambio que, para que sea efectivo, debe ser global y debe proporcionar coherencia al conjunto de características de diseño organizativo que se ponen en marcha. MacDuffie (1995) e Ichiowsky y otros (1997) contrastan empíricamente la hipótesis de complementariedad entre formas de organización del trabajo y determinadas políticas de recursos humanos. McMillan (1990) utiliza las complementariedades para explicar la adopción, por parte de las empresas americanas, de formas de organizar las relaciones con sus proveedores propias de las empresas japonesas.

La fabricación de lotes más pequeños exige de la empresa que aumente su adaptabilidad mediante la incorporación de máquinas y equipos más flexibles. Estos sistemas más flexibles, en el sentido de bajo tiempo de ajuste y coste reducido del cambio, aumentan el atractivo de una oferta más diversa. Para atender la demanda con rapidez y conseguir un buen encaje con las expectativas de los consumidores potenciales, la rapidez de la comunicación entre clientes, departamento comercial, producción y aprovisionamiento debe ser elevada. La utilización de redes y sistemas de información con capacidad para transferir grandes volúmenes de datos e información será crucial para conseguir ese flujo de información que interacciona en todas las etapas del proceso de fabricación y venta.

Además, ampliar la variedad de la oferta sin aumentar los recursos inmovilizados en los almacenes de productos finales, en curso y suministros básicos requiere trabajar con sistemas JIT que faciliten el mantenimiento de los costes a niveles aceptables.

En definitiva, deben existir unos patrones consistentes en el conjunto de la estructura organizativa interna y externa de la empresa que integren todas las actividades de forma coherente para, de esa forma, obtener el mejor resultado del sistema.

Vamos a contrastar esta hipótesis centrándonos en dos características de los sistemas productivos de las empresa: cómo son las relaciones de las plantas con los suministradores y clientes y si se utilizan o no herramientas tecnológicas sencillas que faciliten la incorporación de sistemas de producción más complejos e integrados.

A) *Relaciones verticales: clientes y suministradores*

Las empresas están reconociendo con creciente intensidad que los resultados que obtienen dependen del tipo de relaciones que son capaces de establecer con sus proveedores y clientes. En la medida en que la información fluye con intensidad a lo largo de la cadena de valor y mejora la coordinación entre las distintas etapas, se producen reducciones en los costes, y se satisfacen mejor y más rápidamente las necesidades de los clientes.

En la encuesta, hemos pedido información sobre las relaciones que tienen los establecimientos con sus proveedores y

clientes. En particular, les hemos solicitado información sobre la frecuencia (en todos los casos, en la mayoría, en la mitad, en una minoría, en ningún caso) con la que establecen estrategias de colaboración con suministradores y clientes en los siguientes aspectos:

En relación con los proveedores:

P.1. Tratamos de establecer relaciones duraderas y a largo plazo.

P.2. Anteponemos la calidad a cualquier criterio de selección.

P.3. Evaluamos a los proveedores periódicamente mediante auditorías.

P.4. Colaboramos en aspectos técnicos relacionados con la producción.

P.5. Nos realizan entregas JIT.

P.6. Se han establecido sistemas de calidad concertada.

Y en relación con los clientes:

C.1. Les hacemos encuestas para conocer su nivel de satisfacción para con nuestros productos.

C.2. Anteponen la calidad a cualquier otro criterio de selección.

C.3. Los clientes nos evalúan periódicamente mediante auditorías.

C.4. Se colabora en aspectos técnicos relacionados con la producción.

C.5. Se les realizan entregas JIT.

C.6. Han establecido sistemas de calidad concertada.

Se observa, en primer lugar, mediante el análisis estadístico descriptivo que las variables *P.1., P.2., C.1.* y *C.2.* aportan poca información, ya que son variables de naturaleza muy general y con apenas variabilidad. Mediante el análisis conjunto, se concluye que la información que proporciona el resto de ítems de proveedores y clientes se puede resumir en dos nuevas variables: COLAB y REDES-JIT (12).

La variable COLAB refleja el grado de intercambio de información y colaboración que se produce con proveedores y clientes; está configurada por las respuestas dadas a las preguntas *P.3., P.4., P.6., C.3., C.4.* y *C.6.*

La variable REDES-JIT nos aproxima a la utilización del JIT, y recoge la información de las preguntas *P.5.* y *C.5.*

Ambas variables toman valores en una escala cuasi-continua de 1 a 5. En algunos análisis posteriores, se toman ambas variables como continuas, en otros se han pasado a una escala discreta. Así, para la variable COLAB, segmentamos el fichero de datos según los percentiles 20-40-60-80, obteniendo cinco grupos de empresas que denominamos, según la frecuencia con que se dan las relaciones de colaboración con proveedores y clientes como:

Colaboración baja (nunca o casi nunca)

Colaboración media-baja (en una minoría de las veces)

Colaboración media (la mitad de las veces)

Colaboración media-alta (en la mayoría de las veces)

Colaboración alta (siempre o prácticamente siempre)

El indicador de complejidad tecnológica TECNO presenta un comportamiento bien distinto en los cinco grupos. Así, la complejidad tecnológica media para las 127 empresas que no han desarrollado un marco de colaboración amplio con proveedores y clientes es de 2,9, mientras que para las 160 que sistemáticamente colaboran con todas las partes de la cadena de valor es de 5,67 (siendo de 4, 4,3 y 4,7 para los grupos intermedios). Estas diferencias son muy significativas.

Algo semejante ocurre con las relaciones establecidas con proveedores y clientes en cuanto a recepción y entregas JIT. La alta correlación observada entre las variables *P.5.* y *C.5.* indica cómo las empresas que establecen sistemas JIT con sus proveedores tienden a hacerlo con sus clientes. Definido el indicador REDES-JIT, a partir de las variables *(P.5., C.5.)* y segmentando nuevamente la muestra en función de los percentiles 20, 40, 60 y 80 obtenemos, como en el caso anterior, una clasificación de cinco grupos según sea la intensidad de JIT con proveedores y clientes.

El cuadro n.º 7 muestra los resultados de los análisis de la varianza; en ellos se observa la diferencia de medias de la variable TECNO (complejidad tecnológica) según sean los grupos creados por los factores COLAB y REDES-JIT. Las diferencias son, en todos los casos, muy significativas ($p < 0,001$).

B) *Condiciones de los procesos productivos: herramientas operativas de gestión de la producción*

Las condiciones con las que operan los procesos productivos parecen influir de forma notable en la incorporación y adaptación de determinados niveles de complejidad tecnológica.

CUADRO N.º 7

RELACIONES SUMINISTRADORES Y CLIENTES Y COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA

Intensidad de las relaciones JIT con proveedores y clientes(REDES-JIT)	*Baja*	*Media baja*	*Media*	*Media alta*	*Alta*
Complejidad tecnológica	3,7	4,2	4,6	4,7	5,2
Colaboración Vertical (COLAB)	*Baja*	*Media baja*	*Media*	*Media alta*	*Alta*
Complejidad tecnológica	2,9	4,0	4,3	4,7	5,7

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro n.º 8 se ofrece información que relaciona un conjunto de ítems asociados a las condiciones del proceso productivo con la complejidad tecnológica. Las variables se miden en una escala 0/10 que nos indica la intensidad o esfuerzo con el que se utilizan. En la primera columna, se muestra el nivel medio de respuesta ofrecido para el conjunto de observaciones, y en las siguientes se representa el nivel medio de utilización de esas técnicas por parte de las empresas que tienen una complejidad tecnológica baja, media y alta.

Las diferencias son muy significativas en todos los casos. Como puede observarse, el uso de algunas de estas herramientas de gestión está muy extendido (se pone énfasis en mantener el orden en la planta, existen instrucciones estandarizadas para los trabajadores), pero aun en esos casos las diferencias son notables. Las empresas que realizan un esfuerzo tecnológico alto presentan también un elevado nivel (9 sobre 10) de implantación de esas prácticas. En aquellas herramientas con un nivel de utilización más moderado, las diferencias son excepcionalmente significativas. Por ejemplo, la presencia de paneles informativos sobre datos de producción tiene un valor medio de 3,07 para las empresas que realizan poco esfuerzo tecnológico, frente a un 7,48 para las que tienen complejidad tecnológica alta.

Podemos concluir, por tanto, que la adopción de niveles altos de complejidad tecnológica se presenta con mayor frecuencia:

1) En las empresas medianas y grandes.

2) En las que pertenecen a grupos multinacionales.

3) En las que están operando en los sectores: industria química, maquinaria y equipo mecánico, material de transporte, y material y equipo eléctrico, electrónico y óptico.

Además la incorporación de estas tecnologías viene impulsada:

a) Por el mantenimiento de relaciones de colaboración intensas con proveedores y clientes.

b) Por el compromiso de operar JIT.

CUADRO N.º 8

HERRAMIENTAS DE GESTIÓN SEGÚN NIVELES DE COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA

	Media global	*Media comp. tecno. baja*	*Media comp. tecno. media*	*Media . comp. tecno. alta*
Se pone énfasis en mantener el orden	8,21	7,40	8,24	8,93
Existen instrucciones estandarizadas	8,06	7,02	8,02	9,09
Se han establecido tiempos estandarizados	7,57	6,35	7,58	8,68
Los procesos están bajo control estadístico	6,68	4,83	6,78	8,20
Se utilizan sistemas *poka-yoke*	5,76	3,89	5,73	7,50
Existen paneles informativos	5,26	3,07	5,16	7,48

Fuente: Elaboración propia.

c) Por la utilización de un conjunto de herramientas operativas en el desarrollo del sistema productivo.

IV. COMPETITIVIDAD Y RESULTADOS

Las empresas incorporan los nuevos activos tecnológicos para, como señalábamos en la introducción, incrementar su productividad, aumentar la calidad de la oferta de productos que realizan y, en definitiva, mejorar sus resultados. En varias preguntas de la encuesta se solicita información sobre la evolución de los resultados obtenidos por la planta en los últimos tres años. Se pedía información sobre posibles mejoras en el porcentaje de horas productivas sobre el total de horas de presencia de la mano de obra, el cumplimiento de los compromisos de entrega, el porcentaje de devoluciones, el porcentaje de productos defectuosos terminados y el porcentaje de deshechos. La valoración se hacía en una escala 1 (la situación es mucho peor) a 5 (la situación es mucho mejor).

Hemos construido un indicador de competitividad de la planta representado por la media aritmética de los cinco ítems seleccionados. Para realizar el estudio comparativo, consideramos únicamente los extremos de esa nueva variable. Así, disponemos ahora de un conjunto de 313 empresas: 169 de ellas son las que han mejorado sus resultados más claramente (utilizando el indicador de competitividad como medida de resultados) y que denominamos empresas muy competitivas; las restantes 144 son las que han presentado peores resultados, y que denominamos poco competitivas. Las 652 empresas que no intervienen en este análisis presentan resultados intermedios.

A través del cuadro n.º 9 podemos observar la existencia de diferencias significativas en el esfuerzo de incorporación de tecnologías desarrolladas por los dos grupos de empresas.

Se observa que las empresas más competitivas tienen un perfil tecnológico más avanzado. El esfuerzo de utilización de los distintos sistemas tecnológicos, cualesquiera que sean sus niveles de sofisticación y complejidad, resulta útil en términos de resultados. Las empresas que utilizan con más intensidad las distintas herramientas tecnológicas (robots, CAD, CIM, MRP, etc.) son las que están consiguiendo mejorar notablemente sus resultados de productividad, medida por los niveles de utilización de fuerza laboral y de calidad de su oferta. En definitiva, existe una asociación clara entre perfil tecnológico avanzado y competitividad empresarial.

En resumen, hemos reconocido con claridad que la utilización de tecnologías que facilitan la integración de los procesos productivos y mejoran la toma de decisiones operativas tiene consecuencias directas y muy notables sobre la capacidad de competir de las empresas manufactureras españolas. Estos nuevos sistemas productivos favorecen el que las empresas reconozcan antes las necesidades de sus clientes y adapten con

CUADRO N.º 9

RESULTADOS Y ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS

N.º de empresas	*Empresas muy competitivas (165)*	*Empresas poco competitivas (144)*	*Diferencia de medias significativas*
Comparación de estrategias			
Robots (BA)	5,45	4,63	**
Sistemas automatizados	3,89	3,25	NO
Diseño asistido por ordenador	6,90	5,85	**
Fabricación integrada	4,91	3,46	***
MRP	5,88	4,09	***
JIT	4,88	3,38	***
Mantenimiento preventivo	6,65	6,09	*
Ingeniería análisis de valor	6,11	4,93	***
Redes informativas	7,64	6,21	***
Complejidad tecnológica (TECNO)	4,97	3,70	***

Signif.: (*) $p < 0,10$; (**) $p < 0,05$; (***) $p < 0,01$.

Fuente: Elaboración propia.

más rapidez sus programas de producción a estas nuevas expectativas. Además, consiguen utilizar más eficazmente sus recursos humanos al aumentar sus horas productivas. Por otro lado, la incorporación de estrategias tecnológicas avanzadas mejora la calidad de los productos, facilita el cumplimiento de los compromisos de entrega y reduce el número de productos defectuosos.

Se constata que el desarrollo por parte de las empresas de perfiles tecnológicos avanzados está facilitando la transición hacia estrategias competitivas más sofisticadas que la competencia con coste bajo, y vinculadas a la diferenciación de sus productos.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las empresas españolas están tratando de responder a los múltiples retos a los que se enfrentan, mediante el desarrollo de distintas acciones competitivas.

En este trabajo, nos centramos en el estudio de las estrategias tecnológicas que las manufacturas españolas están desarrollando para mejorar sus posibilidades de competir. Hemos analizado la extensión de estas nuevas prácticas tecnológicas y las diferencias que existen en cuanto a su implantación, atendiendo a dimensiones económicas relevantes como son: el tamaño, la naturaleza de su actividad industrial, o la propiedad del capital. Los resultados más sobresalientes que hemos obtenido son:

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

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

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

Las estrategias más complejas para coordinar los procesos de producción, pero que incorporan también más adaptabilidad al sistema, son las menos utilizadas. El CIM, los sistemas automáticos de recogida de materiales y el JIT en planta son las tecnologías menos incorporadas a la actuación de las empresas.

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

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

4. La incorporación de nuevas tecnologías viene impulsada por el mantenimiento de relaciones de colaboración amplias con proveedores y clientes, y por los compromisos de operar JIT.

5. Se constata que el desarrollo por parte de las empresas de perfiles tecnológicos avanzados está facilitando la transición hacia estrategias competitivas más diferenciadas. La incorporación de estrategias tecnológicas modernas mejora la calidad de los productos, facilita el cumplimiento de los compromisos de entrega y reduce el número de productos defectuosos fabricados.

NOTAS

(1) En un contexto determinado como es el de la industria del automóvil, ALONSO y otros (1997) discuten extensamente el significado del concepto de flexibilidad y establecen un conjunto de indicadores para medirlo.

(2) Estos sistemas de producción ligera o flexible abarcan de manera destacada las siguientes prácticas: producción en pequeños lotes, sistemas de gestión de la calidad, mínimos inventarios, empleados organizados en equipos de trabajos autónomos, sistemas de aprovisionamiento JIT, y políticas de recursos humanos orientadas al fomento del aprendizaje y compromiso de los trabajadores.

(3) Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio titulado «Nuevos sistemas de organización de la producción y del trabajo: su impacto sobre la competitividad de la empresa española», en el que colaboran los profesores: R. PARDO, A. BAYO y J. MERINO. El proyecto ha sido financiado por la Fundación Banco Bilbao Vizcaya.

(4) Al no incorporar una dimensión temporal más amplia, se obtienen resultados que hay que observar con cierta cautela; por ejemplo, responden que realizan pocos cambios aquellos sectores que ya lo hicieron en la década pasada y sectores típicamente poco innovadores. Resulta imposible discriminar entre dos tipos de razones tan diferentes.

(5) Se rechaza la hipótesis de independencia entre las variables tamaño (considerando tres niveles) e intensidad del cambio tecnológico. Sin embargo, si tenemos en cuenta la variable continua «número de trabajadores» se acepta la hipótesis de que su media es la misma en los cinco grupos creados según la intensidad del cambio tecnológico. El resultado, por tanto, no es concluyente.

(6) La percepción del nivel de competencia se midió a través de dos cuestiones:

— Durante los tres últimos años ¿Considera usted que la competencia en su sector: ha aumentado mucho, ha aumentado algo, permaneció estable, ha disminuido algo, ha disminuido mucho?

— En el mercado donde actúa su establecimiento las empresas que compiten con él son: muchas, bastantes, pocas o ninguna.

En ambos casos, se aceptó la hipótesis de independencia ($p = 0{,}534$ y $p = 0{,}136$ respectivamente).

Respecto de la propensión a exportar, se midió a través de la *ratio:* exportaciones/ventas totales.

Esa *ratio* toma valores distintos según sea la intensidad del cambio tecnológico, pero no de una forma ordenada. Así las que no realizan ningún cambio son las que tienen menos propensión exportadora, pero le siguen las que realizan cambios muy importantes. Como en el caso del tamaño, se observan varianzas muy distintas en los grupos, con lo que los resultados no son concluyentes.

(7) Así, por ejemplo, en el caso de aplicar el análisis de correspondencias a las variables «intensidad del cambio tecnológico» y «variaciones en el empleo», comparamos si las distintas categorías de la primera variable tienen un perfil parecido en cuanto a la segunda (ej: si las empresas que no han realizado cambios y las que han realizado cambios importantes, han variado el numero de empleados de forma parecida), es decir, detectamos semejanzas entre las categorías de la primera variable y recíprocamente (si las empresas que han crecido mucho en cuanto a número de trabajadores y las que no han variado nada, presentan un perfil semejante en cuanto a la intensidad del cambio tecnológico).

(8) En la encuesta se demandaba información general sobre el número de horas dedicadas a formación por trabajador e información más especifica sobre el tipo de formación. Las diferencias entre los niveles medios de la variable «horas de formación» en los distintos grupos creados por el factor «intensidad del cambio tecnológico» son muy significativas (análisis de la varianza).

(9) Los trabajos de DELBRIDGE y LOWE (1998) para el caso británico, y los de AHMED y otros (1995), FLORES y otros (1998) y LAU (1997) para el caso norteamericano, ponen de manifiesto la extensión y utilización de estas nuevas tecnologías en las empresas de sus respectivos países.

(10) El grado de cohesión de los nueve elementos integrantes de este indicador es adecuado, pues tiene una medida de fiabilidad elevada (α de Cronbach = 0,77). Asimismo, se ha realizado un análisis de componentes principales sobre las nueve variables, quedando agrupadas en un único factor que retiene el 42 por 100 de la varianza total.

(11) Se han realizado análisis de la varianza para la variable dependiente TECNO, considerando como factores las variables «tamaño», «multinacional» y «sector industrial». Las posibles interacciones entre los factores no son significativas, y en todos los casos se cumplen los requisitos previos de igualdad de varianzas (test de Levene).

(12) Se han explorado las características de este conjunto de variables, con el fin de construir uno o varios indicadores que aglutinen la información proporcionada individualmente por cada variable. Una vez descartadas las que recogían las respuestas de *P.1, P.2, C.1, C.2* se observaron, en primer lugar, las correlaciones entre variables, todas ellas positivas y significativamente distintas de cero. Destaca la correlación entre *P.5.* y *C.5* (nos realizan entregas JIT y realizamos entregas JIT), que alcanza un 0,6. La consistencia interna de una posible escala con las ocho variables restantes tiene una fiabilidad elevada (α de Cronbach = 0,77); sin embargo, realizando un análisis factorial de componentes principales sobre las ocho variables, se extraen dos factores, que retienen conjuntamente el 54 por 100 de la varianza total; en el primer eje aparecen muy bien representadas las variables *P.3. , P.4. , P.6., C.3. , C.4.* y *C.6.*, mientras que el segundo eje recoge casi exclusivamente la información proporcionada por *P.5.* y *C.5* (nos realizan entregas JIT y realizamos entregas JIT). Por esta razón, decidimos crear dos variables. La variable COLAB, que es un promedio de las seis variables que aparecen en el primer factor, tiene un α de Cronbach = 0,76 y, realizado un nuevo análisis factorial, sus componentes aparecen en un único factor, que retiene el 46 por 100 de la varianza. Además definimos la variable REDES-JIT como la media de *P.5.* y *C.5.*

BIBLIOGRAFÍA

ACKROYD, S., y PROCTER, S. (1998), «Are the british bad at flexible manufacturing?», en *Manufacturing in transition,* Routledge, editado por R. DELBRIDGE y J. LOWE.

AHMED, N.; FIRENZE, R. J., y MONTAGNO, R. V. (1995), «Perceptions of operations strategies and technologies in U.S. manufacturing firms», *Production and Inventory Management Journal*, págs. 22-27.

ALONSO, I.; MARTÍNEZ, A.; PÉREZ, M., y URBINA, O. (1997), «Estrategias de flexibilidad en el sector de automoción», *Economía Industrial* , n.º 314, págs. 96-116.

ATKINSON, J. (1984), «Manpower strategies for flexible organizations», *Personnel Management,* págs. 28-31.

BOER, H. (1994), «Flexible manufacturing systems», en J. STOREY, *New wave manufacturing strategies,* Londres, Paul Chapman.

CUSUMANO, M.; FINE, Charles, y SUÁREZ, F. (1995), «An empirical study of flexibility in manufacturing», *Sloan Management Review*, págs. 25-32, otoño.

DELBRIDGE, R., y LOWE, J. (1998), *Manufacturing in transition*, Routledge.

DYER, J., y SINGH, H. (1998), «The relational view: Cooperative strategy and the source of interorganizational competitive advantage», *The Academy of Management Review,* octubre, págs. 660-679.

FLORES, B.; O'LEARY, Scoott, y VOKURKA, R. (1998), «Approaches to manufacturing improvement: Use and perfomance implications», *Production and Inventory Management Journal*, págs. 42-48.

FOSS, N. (1997), *Resources, firms and strategies*, Oxford University Press.

GUAL, J. (1998), *Job creation: The role of labor market institutions*, Edward Elgar.

ICHIOWSKY, C.; SHAW, K., y PRENSMUSHI, G. (1997), «The effects of human resources management practices on productivity: A study of steel finishing lives», *American Economic Review*, junio, págs. 291-313.

JONES, D. T., y WOMACK, James P. (1996), *Lean thinking*, Simon and Schuster.

KOCHAN, T.; LANSBURY, R. D., y MACDUFFIE, J. P. (1997), *After lean production*, ILR Press.

LAU, R. S. M. (1997), «Operational characteristics of highly competitive manufacturing firms», *Production and Inventory Management Journal*, págs. 17-21.

MACDUFFIE, P. (1995), «Human resource boundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible production systems in the world auto industriy», *Industrial and Labor Relations Review*, 48, págs. 197-221.

MCMILLAN, J. (1990), «Managing suppliers: Incentive systems in japanese and U. K. industry», *California Management Review*, 32, págs. 38-55.

MILGROM, P., y ROBERTS, J. (1993), *Economía, organización y gestión de la empresa*, Ariel Economía.

OSTERMAN, P. (1995), «Skill, training and the work organization in American establishments», *Industrial Relations*, 34, páginas 125-146.

— (1998), «The shifting structure of the american labor market», en *Job Creation*, editado por J. GUAL. Edward Elgar.

PORTER, M. (1980), *Competitive strategy: Techniques for analysing industries and competitors*, Nueva York, Free Press.

— (1985), *Competitive advantage*, Nueva York, Free Press.

ROWLINSON, M.; PROCTER, S., y HASSARD, J. (1994), «CIM and the process of innovation: Integrating the Organization of Production», *International Journal of Production Economics*, 34, págs. 359-369.

SALAS, V. (1995), «La lógica de la producción ligera: Valoración e implicaciones», *Revista Situación*, págs. 195-208, BBV.

SAYER, A., y WALKER, R. (1992), *The new social economy: Reworking the division of labour*, Oxford. Blackwell.

SLACK, N. (1987), «The flexibility of manufacturing systems», *International Journal of Operations and Production Management*, 7, págs. 35-45.

WOMACK, J.; JONES, D., y ROOS, D. (1991), *The machine that changed the world*, Rawson Associates, Nueva York.

Resumen

Tomando como base la información proporcionada por una encuesta realizada a 965 establecimientos de todos los sectores industriales, en este trabajo se estudia el grado de implantación en la empresa industrial española de un conjunto de activos tecnológicos y sistemas de producción. Además, se analizan los efectos de dichos sistemas sobre la competitividad de la empresa.

Palabras clave: flexibilidad, estrategias tecnológicas (CIM, JIT, CAD, etc.), complementariedades.

Abstract

Taking the information supplied by a survey on 965 establishment from all industrial sectors as our basis, in this study we examine the degree of implementation in the Spanish industrial company of a set of technological assets and production systems. In addition, we analyse the effects of these systems on company competitiveness.

Key words: flexibility, technological strategies (CIM, JIT, CAD, etc.), complementarities.

JEL classification: M11, O32.

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN ECONOMÍA SEGÚN PUBLICACIONES EN REVISTAS INTERNACIONALES: EL CASO DE ESPAÑA

Pedro GARCÍA CASTRILLO
Alberto LAFUENTE FÉLEZ
Antonio MONTAÑÉS BERNAL
Fernando SANZ GRACIA

I. INTRODUCCIÓN

EL análisis del cambio técnico ha prestado una atención especial a la medición de las dimensiones que configuran el sistema de ciencia y tecnología. Aunque, a priori, la cuantificación del conocimiento científico y técnico y de sus efectos presenta dificultades indudables, la exigencia de precisión ha llevado a generar operaciones estadísticas y a explotar registros administrativos, de suerte que hoy es posible el contraste de hipótesis relativas a la I+D, innovación, productividad global y competitividad tecnológica, entre otros.

En este mismo sentido, la medición de una de las dimensiones del sistema de ciencia y tecnología, la producción científica, disfruta de una cierta tradición. El enfoque observado se sustenta en la cuantificación del número de colaboraciones en una población predeterminada de revistas científicas. La lógica de este procedimiento de medición de la producción científica se apoya en dos hipótesis: 1) la manera más sencilla y segura de difundir un avance científico y de establecer su prioridad (origen) es mediante su publicación en revistas de alcance amplio; 2) el alcance de una revista científica está en relación con el impacto de los artículos que publica, que en definitiva es el número de veces que son referidos en la población de revistas. Adviértase que tales hipótesis guardan una gran similitud con las que apoyan el empleo de indicadores de patentes y su uso como indicadores de la producción tecnológica.

Desde Lafuente y Oro (1992), el estudio de la producción científica española mediante indicadores bibliométricos ha permitido alumbrar algunos resultados de interés; entre otros, que a partir de finales de los años ochenta se advierte un incremento significativo de la producción científica española en relación con el mercado mundial de la ciencia; además, la cuota correspondiente admite una buena comparación con los recursos comprometidos en nuestro país a este menester. Sin embargo, menos atención ha merecido el análisis del comportamiento de las diferentes áreas de conocimiento y, en España, ninguna el de las disciplinas económicas.

El uso de indicadores bibliométricos permite, también, tratar la producción científica en diferentes niveles de agregación: país, región, universidad o centro, o unidad investigadora. A partir de ahí, es inmediata la comparación y puesta en relación de la producción con los recursos comprometidos.

II. ANTECEDENTES

La valoración y medición del conocimiento científico ha recibido una atención singular en el área de la Economía, generalmente sobre la base de indicadores bibliométricos. Conviene señalar, además, que tal esfuerzo ha tenido cobijo en revistas científicas del área. En definitiva, forma parte del estudio de la Economía la cuantificación de la producción científica por parte de miembros de la profesión. Aunque la medición del conocimiento puede tener propósitos muy variados —por ejemplo, la evolución de la atención prestada por la comunidad a problemas, enfoques o corrientes—, quizás el objetivo que ha concentrado mayores esfuerzos es la jerarquización de centros, departamentos o universidades según su producción.

Conviene señalar que la evaluación y jerarquización puede responder, igualmente, a la aplicación de otros enfoques no estrictamente bibliométricos; por ejemplo, la evaluación externa de expertos del área sobre aspectos diferentes de la producción y transmisión de conocimientos. Tal enfoque puede, por ejemplo, prestar atención especial a los programas de doctorado (1), a la transferencia de saberes, a la calidad de los estudiantes seleccionados... Ciertamente, la ventaja fundamental del enfoque bibliométrico es su simplicidad y, también, que hace referencia a la actividad principal del investigador en Economía: generar conocimientos y difundirlos, según las pautas exigidas por la comunidad académica, en el ámbito más amplio posible. Así, cabe citar el trabajo pionero de Fusfeld (1956), y los siguientes de Niemi (1975), Graves *et alii.* (1982), Davis y Papanek (1984), Hall (1987 y 1990) o, más

recientemente, Bairam (1994), Scott y Mitias (1996), y Dusansky y Vernon (1998). La relación no pretende ser exhaustiva.

Los trabajos referidos se han fijado, fundamentalmente, en centros, departamentos y universidades del mundo anglosajón, lo que hay que poner en relación, por un lado, con su predominio en la producción editorial internacional y, por otro, con los modos de organización del mercado de trabajo de investigadores en Economía; también deberían citarse los procedimientos de financiación de la investigación y los programas de doctorado. En todo caso, no debe extrañar que la comunidad académica haya querido construir y emplear señales de excelencia, cuando los problemas derivados de la asimetría de información constituyen uno de los ámbitos más fértiles de investigación en el área, especialmente en lo que se refiere a la formación y transmisión de conocimientos y al diseño de instituciones.

Con todo, algunos trabajos como el de Hirsch *et al.* (1984), ofrecen, además, una ordenación de los mejores departamentos de economía no americanos; cabe subrayar que no hay referencia en este trabajo a centro o departamento español alguno. La razón de tal ausencia solamente puede referirse al grado de inmadurez de la investigación económica española a comienzos de los años ochenta, al menos en lo que se refiere a la producción científica de impacto internacional. El artículo de Kirman y Dahl (1994) centra la atención exclusivamente en el ámbito geográfico europeo, y menciona tres centros de investigación españoles. Finalmente, el número de centros/universidades de nuestro país que aparecen reseñados en Kalaitzidakis *et al.* (1999), que también trata únicamente el continente europeo, se incrementa hasta ocho. Así, el cuadro n.º 1 da cuenta del *ranking* resultante de este trabajo, que, por otra parte, se ajusta a pautas metodológicas similares a las observadas en éste. En definitiva, y a pesar de estas aproximaciones, se echa de menos un estudio que ofrezca una panorámica completa y exhaustiva de la producción científica de impacto internacional en el campo de la Economía por parte de las universidades e instituciones españolas. Tratar de contribuir a su consecución es el objetivo de este trabajo.

CUADRO N.º 1

RANKING* EUROPEO DE CENTROS/UNIVERSIDADES EN ECONOMÍA SEGÚN KALAITZDAKIS *ET AL.

Ranking	*Centro/Universidad*	*Puntuación*
1	London School of Economics	100,0
2	Tel Aviv University	89,4
3	Oxford University	65,6
4	Hebrew University of Jerusalem	57,2
5	Universidad Autónoma de Barcelona (a)	47,5
6	DELTA (Francia)	44,9
7	University College London	43,7
8	University of Cambridge	38,4
9	Université de Toulouse (b)	36,0
10	Stockholm University	35,3
12	Universidad Pompeu Fabra	27,6
31	Universidad Carlos III	12,1
44	Universidad de Alicante	9,1
59	CEMFI	6,1
104	Universidad del País Vasco	2,3
127	Universidad de Zaragoza	1,1
180	Universidad de Valencia	0,1

(a) Incluye IAE (CSIC)
(b) Incluye IDEI y GREMAQ
Fuente: KALAITZIDAKIS *et. al.* (1999), y elaboración propia.

III. PROCEDIMIENTO

La aproximación bibliométrica más sencilla consiste en medir el número de artículos o de páginas publicado por cada institución en una población predeterminada de revistas académicas de impacto internacional durante cierto período de tiempo.

En concreto, cuantificaremos el número de artículos escritos por autores con afiliación en una institución española en el momento de la publicación en cincuenta y cinco revistas internacionales en el período 1992-1997 (seis años) (2). Conviene hacer ciertas precisiones a este respecto.

En primer lugar, ciertamente, la determinación del número de revistas a considerar es arbitraria. Sin embargo, parece conveniente contemplar un número suficientemente amplio, de forma que la base de datos comprenda las grandes revistas de carácter general y, también, otras de notable calidad y prestigio, pero con una mayor especialización temática. En este sentido, conviene recordar que el número de revis-

tas analizado en estudios comparables es significativamente más reducido: cuatro revistas en Hogan (1984), cinco en Bairam (1994), ocho en Conroy *et alii.* (1995) y Dusansky y Vernon (1998), y diez en Kalaitzidakis *et alii.* (1999). En todo caso, el propósito de otorgar a la producción científica española con impacto internacional una cobertura mayor obliga a ampliar la población de revistas de referencia (3).

En segundo lugar, el procedimiento de análisis se fundamenta en revistas que aparecen en el *Social Science Citation Index* (SSCI), lo que adjetiva la internacionalidad de la investigación publicada que es objeto de consideración. Sin ninguna duda, una ampliación inmediata de este trabajo podría consistir en la consideración de revistas académicas de impacto nacional, es decir, no contempladas en el SSCI, pero con unos factores de impacto suficientemente relevantes.

En tercer lugar, en cuanto a los autores, se considera que generan puntos para la institución que los ampara en el instante de la publicación. Ésta es la práctica tradicional, frente a otras alternativas como adscribir a los autores por la universidad de obtención del doctorado o por el centro/universidad donde en un año determinado prestan sus servicios.

Cuando las contribuciones están firmadas por (n) coautores, cada uno de ellos y la institución correspondiente recibe una fracción 1/n de dicho artículo. Además, cuando un autor presenta su adscripción a (m) centros/universidades, entonces cada afiliación suma una fracción 1/m del trabajo. De esta forma, cada artículo supone un punto, que se reparte proporcionalmente entre autores y/o afiliaciones múltiples.

Por último, cabe entender por artículo toda publicación que ha superado con éxito un proceso riguroso de evaluación anónima. Así, se han eliminado del análisis reseñas de libros, *corrigendum*, réplicas y comentarios, obituarios y papeles laudatorios. Los números de ciertas revistas que se derivan de la celebración de congresos, con frecuencia sobre un tema monográfico, se han incluido siempre que haya existido algún tipo de proceso de selección, lo que suele constituir la norma.

En lo relativo a la información aportada, se articula en torno a cuatro indicadores básicos. El primero, *Artículos,* mide el número de artículos publicados por los investigadores de cada universidad o centro de investigación en la población de revistas de referencia. No obstante, puede haber trabajos más cortos que otros y, aunque esta afirmación admite contraejemplos, en promedio, un artículo más largo representa un mayor *output* e incorpora un superior esfuerzo investigador que otro más breve. Así, el indicador *Páginas* da cuenta del número de páginas publicadas por los investigadores de cada centro/universidad.

Sin embargo, y a título de ejemplo, una página de *Review of Economics and Statistics* tiene aproximadamente el doble de caracteres que otra de *Journal of Monetary Economics*. Para que estas diferencias no introduzcan sesgos cabe establecer el indicador *Páginas AER,* que cuantifica el número de páginas de cada institución equivalente en páginas de *American Economic Review* (AER). El número de caracteres en una página de cada revista, necesario para realizar la conversión, se ha calculado a partir de páginas en las que fórmulas, gráficos, cuadros, notas a pie y, a ser posible, títulos de apartados, estén ausentes.

Finalmente, aunque el nivel de exigencia editorial de todas las revistas de la población es elevado, es evidente que su impacto es desigual. Por ello, se hace necesario, además de un corrector de tamaño que homogeneiza a páginas formato AER, otro corrector de prestigio o mérito, que iguale todas las revistas a calidad AER. Se ha tomado el más estándar en la literatura (4), esto es, el factor de impacto que ofrece anualmente el *Social Science Citation Index* para cada revista. El factor de impacto de citaciones es una medida de la frecuencia con la que, en promedio, cada artículo de una determinada revista es citado a lo largo de un año editorial. En concreto, el factor de impacto de, por ejemplo, *Journal of Econometrics* (JE) en 1995 se calcula dividiendo el número total de citas que todas las revistas en el SSCI hacen en 1995 de artículos publicados en JE en 1993 y 1994 entre el número total de artículos que JE saca a la luz en esos dos años. A este respecto, conviene señalar que, dada la escasa variabilidad interanual de este factor de impacto, se ha empleado un único factor para cada revista, a saber, el promedio de los seis años transcurridos desde 1992 hasta 1997.

El procedimiento observado, en definitiva, atribuye a todos los artículos publicados en una determinada revista el factor de impacto de ésta. Tal enfoque ignora, obviamente, que los impactos de los artículos son muy distintos. De hecho, Davis y Papanek (1984) proponen como medida de producción el número de citas recibidas, en lugar del número de artículos publicados. Sin embargo, tal opción genera algunos problemas metodológicos, como señalan Stigler y Friedland (1975). Así, cabe señalar el tratamiento de las autocitas, citas

críticas o negativas, el hecho de que los artículos metodológicos o instrumentales, así como los *surveys*, tienden a generar un número elevado de referencias, con independencia del valor y originalidad de su contribución.

En todo caso, el indicador *Páginas Calidad AER* establece el número de páginas equivalentes en tamaño y calidad a una página de AER publicadas por cada centro/universidad. Este indicador corrige por diferencias en tamaño y en calidad la producción científica. Además, se contempla un último indicador, *Páginas Calidad AER*,* que relativiza la producción de cada centro/universidad con respecto a la institución que ocupa el primer lugar del *ranking* según el indicador anterior.

Finalmente, es bastante habitual que los estudios bibliométricos de la producción científica presten cierta atención al análisis de las coautorías de artículos entre investigadores de centros/universidades diferentes. Ello permite, en primer lugar, describir cómo se produce ciencia en el área de conocimiento y, en segundo, da cuenta de la permeabilidad e intensidad de la interacción entre investigadores empleados en centros diferentes.

Para abordar tal estudio, cabe partir del indicador *Páginas Totales,* que mide el número de páginas de producción publicada, sin corrección por factor de impacto de las revistas y por formatos de éstas, que corresponde a artículos firmados por al menos un investigador de un determinado centro o universidad. Tal indicador es la suma de tres componentes: *Páginas Exclusivas,* o producción firmada únicamente por investigadores de una determinada institución, *Páginas en Colaboración,* que se refiere a la producción coautorada con investigadores de otros centros, una vez que se introduce el ajuste por el número de afiliaciones y coautores, y *Páginas Otros Centros,* que cuantifica la producción atribuible a otros centros. Obviamente, la suma de los dos primeros indicadores es igual al índice, ya establecido, denominado *Páginas.*

Sobre tal base, es posible evaluar al menos dos aspectos de la producción científica de una unidad de investigación: 1) la importancia relativa de la colaboración con otros centros en términos de producción científica propia, y 2) la aportación de cada centro a la producción científica en colaboración.

IV. BASE DE DATOS

La base de datos que se ha utilizado es EconLit para el período 1992 a 1997. Ciertamente, ha habido que realizar un número no pequeño de correcciones no mecánicas al objeto de eliminar algunos tipos de trabajos (reseñas, *corrigendum*), corregir algunos errores existentes en la fuente original, en cuanto a, por ejemplo, el número de páginas de algunos artículos y, sobre todo, homogeneizar a una sola denominación afiliaciones que en EconLit aparecen como distintas, pero que corresponden a una única institución: así, la Universidad de Zaragoza puede aparecer como U Zaragoza, University of Zaragoza, Saragossa University.

Las cincuenta y cinco revistas han sido seleccionadas a partir de la información facilitada por el SSCI. La mayor parte de ellas están en el epígrafe *Economics*, aunque, de acuerdo con una definición más amplia del área de Economía, se han incluido también las de mayor impacto de áreas próximas como *Business and Finance, Business, Enviromental Studies* e *Industrial Relations and Labor*. En términos generales, las revistas seleccionadas son las que cuentan con un factor de impacto más elevado, con algunas excepciones. Así, se han eliminado las que no tienen carácter estrictamente académico, *The Economist* por ejemplo; también, las que resultan de solicitudes editoriales como *Journal of Economic Perspectives* o *Brookings Papers in Economic Activity*; finalmente, se han suprimido las revistas altamente especializadas como *Soviet Economics,* que ocupa el octavo puesto según factores de impacto. En el sentido contrario, se ha integrado en la base de datos una revista como *Oxford Economic Papers*, aunque ocupe el lugar 76º en el *ranking* del SSCI según factores de impacto. En cualquier caso, una mera inspección de las revistas pone de manifiesto que están todas las más importantes y que el abanico de temas abarcado es muy amplio: finanzas, econometría, economía industrial, economía laboral, economía internacional, economía agraria, economía regional y urbana, economía aplicada, historia económica y economía pública (cuadro n.º 2).

V. RESULTADOS

El cuadro n.º 3 da cuenta de la aplicación de los indicadores bibliométricos de producción científica en Economía de impacto internacional a los centros/universidades españoles. En primer lugar, cabe constatar que los *rankings* resultantes de los cuatro indicadores son bastante consistentes entre sí. Por ejemplo, los coeficientes de correlación ordinal de Spearman entre los indicadores *Páginas* y *Páginas AER,* por un lado, y entre *Páginas* y *Páginas Calidad AER,* por otro,

CUADRO N.º 2

RELACIÓN DE REVISTAS DE LA BASE DE DATOS

American Economic Review	*Journal of Financial Economics*
American Journal of Agricultural Economics	*Journal of Health Economics*
Econometric Theory	*Journal of Human Resources*
Econometrica	*Journal of Industrial Economics*
Economic Geography	*Journal of International Economics*
Economic History Review	*Journal of Labor Economics*
Economic Inquiry	*Journal of Law and Economics*
Economic Journal	*Journal of Mathematical Economics*
Economica	*Journal of Money, Credit , and Banking*
Economics Letters	*Journal of Monetary Economics*
European Economic Review	*Journal of Political Economy*
Industrial and Labor Relations Review	*Journal of Public Economics*
International Economic Review	*Journal of Regional Science*
International Journal of Industrial Organization	*Journal of Urban Economics*
Journal of Accounting and Economics	*Land Economics*
Journal of Business	*National Tax Journal*
Journal of Business and Economic Statistics	*Oxford Bulletin of Economics and Statistics*
Journal of Comparative Economics	*Oxford Economic Papers*
Journal of Econometrics	*Public Choice*
Journal of Economic Behavior and Organization	*Quarterly Journal of Economics*
Journal of Economic Dynamics and Control	*Rand Journal of Economics*
Journal of Economic Education	*Regional Science and Urban Economics*
Journal of Economic History	*Review of Economic Studies*
Journal of Economic Literature	*Review of Economics and Statistics*
Journal of Economic Theory	*Scandinavian Journal of Economics*
Journal of Environmental Economics and Management	*Social Choice and Welfare*
Journal of Finance	*Southern Economic Journal*
Journal of Financial and Quantitative Analysis	

Fuente: Elaboración propia.

se sitúan en niveles de 0,989 y 0,977, respectivamente. En este sentido, la simple consideración del número de artículos publicado en revistas de impacto internacional permite la evaluación inmediata de la producción científica de centros/universidades.

Además, el mismo cuadro número 3 permite evaluar globalmente la producción científica española en Economía; durante el período 1992-1997, el número equivalente de páginas y calidad AER publicado por investigadores adscritos a centros/universidades españolas alcanzó la cifra aproximada de 1.171. Ello debe ser puesto en relación con el hecho de que la extensión media de los artículos AER se eleva a 15,2 páginas, si se excluyen los *Papers and Proceedings*. Ello conduce a concluir que la producción de un buen número de las instituciones consideradas es, en estos términos, no relevante a efectos de nuestro análisis.

El procedimiento observado permite jerarquizar, con arreglo a criterios de producción científica con impacto internacional, 29 instituciones, de las cuales 21 corresponden a universidades públicas y 8 a otro tipo de organismos. Este dato debe confrontarse con la existencia en España de 56 centros universitarios, públicos y privados, que imparten docencia en Economía y/o en estudios empresariales. Aunque la presencia universitaria es mayoritaria, 72,4 por 100, conviene subrayar que de las cinco primeras instituciones dos de ellas no pertenecen a ese ámbito.

De la lectura del cuadro n.º 3 se desprende que la producción científica con impacto internacional está muy concentrada en un número relativamente reducido de centros/universidades. Así, la consideración del indicador *Páginas Calidad AER* lleva a concluir que existe un primer grupo de *top-four* instituciones (5), Pompeu Fabra, Autónoma de Barcelona, IAE y Carlos III, que dan cuenta del 67,15 por 100 de toda la producción española en Economía. Las cifras absolutas son algo menores en centros/universidades como CEMFI y uni-

CUADRO N.º 3

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ECONÓMICA EN ESPAÑA

Artículos	*Páginas*	*Páginas AER*	*Páginas Calidad AER*	*Páginas Calidad AER**	*INSTITUCIÓN*
27,75	564,33	418,25	236,16	100,00	1. Universidad Pompeu Fabra
39,33	680,17	514,72	226,83	96,05	2. Universidad Autónoma de Barcelona
16,25	339,50	263,87	162,52	68,82	3. IAE, CSIC
29,54	421,38	316,35	160,89	68,13	4. Universidad Carlos III
10,5	178,33	137,45	86,67	36,70	5. CEMFI
13,33	193,00	155,03	77,53	32,83	6. Universidad País Vasco
17,00	196,00	153,10	71,32	30,20	7. Universidad de Alicante
7,67	92,33	69,31	32,42	13,73	8. Banco de España
6,58	67,92	56,45	19,15	8,11	9. Universidad de Valencia
2,67	36,00	28,97	14,56	6,17	10. Universidad de Alcalá
5,33	47,50	42,03	11,17	4,73	11. Universidad Zaragoza
3,00	40,83	31,92	9,99	4,23	12. FEDEA
5,50	50,00	37,13	9,62	4,07	13. Universidad Pública de Navarra
3,08	41,67	32,12	8,85	3,75	14. Universidad Complutense de Madrid
1,00	16,00	11,49	8,20	3,47	15. Universidad de Santiago de Compostela
2,00	23,00	19,54	6,56	2,78	16. IVIE, Valencia
0,33	11,33	8,14	5,81	2,46	17. Universidad de Salamanca
1,67	26,58	19,40	5,50	2,33	18. UNED
0,67	14,67	10,77	4,33	1,83	19. Ministerio de Economía y Hacienda
1,00	6,00	6,96	3,63	1,54	20. Universidad de Extremadura
1,00	5,00	4,63	2,19	0,93	21. Universidad de la Laguna
0,25	4,50	3,13	1,81	0,77	22. Fundación Empresa Pública
0,50	4,00	4,72	1,65	0,70	23. Universidad de Gerona
0,50	7,00	4,32	0,90	0,38	24. Universidad de Barcelona
0,33	3,00	2,20	0,89	0,38	25. Universidad de Oviedo
0,25	4,25	3,89	0,80	0,34	26. Instituto de Estudios Fiscales
1,00	4,00	3,85	0,52	0,22	27. Universidad de Valladolid
0,50	2,50	1,54	0,32	0,14	28. Universidad de Vigo
0,33	1,67	1,60	0,22	0,09	29. Universidad de Las Palmas

Fuente: Elaboración propia.

versidades del País Vasco y Alicante (6). Con todo, la concentración de la producción en las siete primeras instituciones alcanza el 87,27 por 100 del total. A partir de aquí, los valores de la producción absoluta son relativamente menores, y en los últimos lugares del *ranking*, escasamente significativos.

La concentración institucional de la producción científica guarda un paralelismo estrecho con la personal. Así, el número de autores distintos en las cuatro primeras instituciones según el *ranking* del cuadro n.º 3 asciende a 93. La población se eleva hasta 152 si se consideran las 10 primeras instituciones. En definitiva, la población de investigadores de impacto internacional es relativamente reducida, sobre todo si se pone en relación con el número equivalente de investigadores con dedicación plena (EDP) del área de conocimiento.

El cuadro n.º 4 da cuenta, en primer término, del porcentaje de *Producción Equivalente AER* en relación con la producción científica total. El indicador resulta de dividir las *Páginas AER* por las *Páginas Calidad AER,* y refleja el impacto relativo de las revistas editoras de la producción científica de cada centro/universidad (7). La construcción del indicador permite neutralizar el efecto tamaño y constituye una medida de la calidad promedio de los artículos publicados por los investigadores de una determinada institución. Su examen lleva a concluir que el volumen y la calidad de la producción científica son relativamente independientes; de hecho, el coeficiente de Spearman del indicador con el de *Páginas Calidad AER* apenas alcanza la cota de 0,40. La constatación de tal evidencia se deriva de la comparación de los *rankings* resultantes de los indicadores; de suerte que obtendrían

CUADRO N.º 4

INDICADORES DE CALIDAD Y DE PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LAS DIEZ PRIMERAS INSTITUCIONES

INSTITUCIÓN	*Porcentaje producción equivalente AER*	*Producción per cápita calidad AER*	*Autores de nacionalidad extranjera/total autores*
1. Universidad Pompeu Fabra	0,56	8,14	11/29
2. Universidad Autónoma de Barcelona	0,44	6,67	8/34
3. IAE, CSIC	0,62	9,56	7/17
4. Universidad Carlos III	0,51	6,44	11/25
5. CEMFI	0,63	12,38	0/7
6. Universidad del País Vasco	0,50	4,56	1/17
7. Universidad de Alicante	0,47	5,09	0/14
8. Banco de España	0,47	3,24	0/10
9. Universidad de Valencia	0,34	1,92	0/10
10. Universidad de Alcalá	0,50	7,28	0/2

Fuente: Elaboración propia.

una calificación especialmente elevada centros como el CEMFI.

Igualmente, el mismo cuadro da cuenta de la *Producción per Cápita Calidad AER,* que resulta de dividir el indicador *Páginas Calidad AER* por el número de autores de cada institución. Adviértase que el índice no debe ser interpretado en términos de productividad científica, puesto que no se considera el número de investigadores en plantilla; con todo, permite cifrar los rendimientos medios de los autores que publican en revistas de impacto internacional.

Además, el cuadro n.º 4 da cuenta de las autorías de nacionalidad extranjera en relación con el número total de autores. Se advierte una correlación estrecha entre tal cociente y los indicadores de producción científica de impacto internacional, lo que conduce a concluir que la internacionalización de la producción científica está muy vinculada con las políticas de contratación de personal investigador. Así, cabe observar que el porcentaje de autores de nacionalidad extranjera de los cuatro primeros centros/universidades se sitúa por encima del 30 por 100. Ello no debe extrañar; generalmente, el grado de internacionalización del *output* de un proceso productivo guarda alguna relación con la internacionalización de los *inputs*. La producción científica es un buen ejemplo de tal evidencia.

El examen del cuadro n.º 5 permite dar cuenta de la naturaleza del intercambio científico entre las diez primeras instituciones españolas en términos de *Páginas Calidad AER* y otros centros/universidades. Así, en primer lugar, cabe constatar que apenas un tercio (30,3 por 100) de las páginas firmadas por al menos un investigador de las instituciones referidas corresponde a producción científica elaborada exclusivamente por investigadores de cada centro. El resto se realiza en régimen de colaboración con autores de otras unidades de investigación. El indicador *Páginas Exclusivas,* valorado porcentualmente, tiende, además a ser menor, con alguna excepción, en los centros/universidades que ocupan los primeros lugares del *ranking*. En definitiva, la permeabilidad institucional es más una regla que la excepción de la práctica investigadora referente a la producción española de conocimiento económico con impacto internacional. Adviértase que ello se opone a modelos de comportamiento basados en el aislamiento y la endogamia.

Además, la producción de las diez primeras instituciones españolas es relativamente importante, según el indicador *Páginas,* que suma *Páginas Exclusivas y Páginas Colaboración,* en relación con la producción vinculada a tales instituciones, alcanzando el 59,8 por 100. No parece, en consecuencia, que la contribución española sea residual o esté asociada a aportaciones secundarias en redes amplias de investigadores de diferentes centros de excelencia. Ello sería así si el indicador *Páginas Otros Centros* alcanzara valores muy superiores.

La columna *Número de Centros Colaboradores/Extranjeros* da cuenta, en primer lugar, del número de instituciones que afilian a investigadores que son coautores de artículos en cada centro. En segundo, refleja el número de unidades de investigación localizados más allá de las

CUADRO N.º 5

COAUTORÍAS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA EN ECONOMÍA

INSTITUCIÓN	*Páginas exclusivas (porcentaje)*	*Páginas colaboración (porcentaje)*	*Páginas otros centros (porcentaje)*	*Páginas totales*	*Número total de centros colaboradores/ extranjeros*
1. Universidad Pompeu Fabra	17,8	34,0	48,2	1.087,0 (100,0)	42/37
2. Universidad Autónoma de Barcelona	34,8	30,2	35,0	1.045,5 (100,0)	35/28
3. IAE, CSIC	31,7	26,2	42,1	585,5 (100,0)	19/15
4. Universidad Carlos III	23,0	31,4	45,6	773,0 (100,0)	35/27
5. CEMFI	17,3	36,8	45,9	329,0 (100,0)	15/11
6. Universidad del País Vasco	76,0	11,3	12,7	221,0 (100,0)	6/3
7. Universidad de Alicante	52,5	23,7	23,8	257,0 (100,0)	8/4
8. Banco de España	40,7	25,0	54,3	140,0 (100,0)	10/5
9. Universidad de Valencia	32,7	22,8	44,5	122,0 (100,0)	8/5
10. Universidad de Alcalá	37,6	14,5	47,9	69 (100,0)	5/1
TOTAL	30,3	29,5	40,2	4.629 (100,0)	

Fuente: Elaboración propia.

fronteras nacionales. El efecto tamaño lleva a que exista una relación muy estrecha entre producción científica y *Número de Centros Colaboradores;* sin embargo, mención especial merece el hecho de que el *Número de Centros Colaboradores Extranjeros* se sitúe, respecto del total, en porcentajes que alcanzan valores superiores al 80 por 100. Es más, tales porcentajes guardan una relación bastante estrecha con el *ranking* de la producción científica con impacto internacional. De nuevo, cabe constatar que, en estos términos, la excelencia investigadora está muy vinculada a la interacción y cooperación con centros/universidades extranjeros.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

El examen de la producción científica en Economía, medida por las publicaciones en revistas de impacto internacional, permite realizar algunas consideraciones de orden general. En primer lugar, la producción está muy concentrada en un número muy reducido de centros/universidades. Cualquier conocedor de la universidad española destacaría algunos rasgos comunes de las instituciones que ocupan los primeros lugares del *ranking* de producción: su creación es relativamente reciente, en los términos que cabe valorar la edad de este tipo de instituciones; desarrollan una política de contratación y promoción de investigadores basada en criterios de producción científica con impacto internacional, y, finalmente, promueven la internacionalización de las plantillas, así como los intercambios con centros de excelencia de países donde se articula la edición internacional de la ciencia económica.

Aunque la información disponible no permite, por el momento, examinar la relación entre tamaño institucional, medida por ejemplo por el número equivalente de investigadores a tiempo completo (EDP), y producción científica, a priori no parece que exista relación entre ambas variables y, menos, economías de escala. De hecho, aparece en el *ranking* un centro, CEMFI, de tamaño reducido en los términos aludidos; la escala mínima para producir conocimiento económico con impacto internacional no es relevante. Ello lleva a pensar que la actividad analizada pertenece más al reino de la creación que al de la manufactura.

Los estudiosos de la economía industrial saben que junto a mercados globales, existen mercados regionales y locales. El hecho de que una buena parte de los centros españoles que emplean a profesores de Economía que, al menos estadísticamente, destinan una parte de su tiempo a la investigación en economía no aparezca en el *ranking* de la producción científica con impacto internacional invita a pensar que existen ámbitos de difusión de conocimientos ajenos al impacto internacional. Es más, podría haber una cierta especialización estratégica en mercados internacionales o locales. De tal evidencia se deriva, al menos, la constatación de una carencia: la medida de la producción científica española sin impacto internacional. No es preciso señalar

que ello es indispensable si se quiere objetivar la instauración de mecanismos de financiación competitiva para apoyar la producción del conocimiento económico en España.

NOTAS

(1) Éste es el enfoque adoptado por los estudios que regularmente lleva a cabo para Estados Unidos el *American Council on Education Surveys*.

(2) Las revistas concretas y los criterios que hemos seguido para su selección son objeto de una descripción más detallada en el epígrafe siguiente.

(3) Existe cierto consenso en cuanto a que un número pequeño de revistas «de impacto muy elevado» puede ser suficiente si lo que se pretende es dar sólo información de los primeros puestos de la clasificación (véase, por ejemplo, GRAVES *et al.*, 1982). Éste no es nuestro único objetivo. Piénsese que si restringimos el número de revistas a, por ejemplo, cuatro de reconocido impacto, como *American Economic Review*, *Econometrica*, *Journal of Political Economy* y *Quarterly Journal of Economics*, el número de instituciones españolas que aparecían reflejadas en el *ranking* sería sólo de ocho.

(4) No es el único. LABAND y PIETTE (1994) muestran ponderaciones alternativas, si bien la información más cercana a nuestro período muestral que ofrecen se refiere a 1990, mientras el factor de impacto del SSCI cubre exactamente el período de tiempo 1992-1997.

(5) Podría distinguirse de acuerdo a su magnitud entre, por una parte, las dos primeras y, por otra, las dos siguientes. Sin embargo, dado que, de acuerdo con otros indicadores, esta jerarquía es ligeramente distinta, consideramos todas ellas como un único bloque. Asimismo, no sería descabellado agrupar en una única afiliación a la Autónoma de Barcelona y al IAE, tanto por razones de proximidad física como por la existencia de relaciones estrechas entre ambas; no obstante, como son instituciones distintas, con fuentes de financiación completamente diferentes, han sido consideradas de forma separada.

(6) Debe subrayarse que, atendiendo al indicador de *Artículos*, la Universidad de Alicante sería la cuarta de España.

(7) Este índice sólo tiene sentido para instituciones con un número suficiente de trabajos. Así, el valor mayor del indicador de *Porcentaje Producción Equivalente AER* lo tienen las universidades de Salamanca y Santiago de Compostela, con 0,71, porque publican su artículo o su porción de artículo en una revista de gran nivel.

BIBLIOGRAFÍA

BAIRAM, E. I. (1994), «Institutional affiliation of contributors to top economic journals, 1985-1990», *Journal of Economic Literature*, vol. 32, junio, págs. 674-679.

CONROY, M. E.; DUSANSKY, R.; DRUKKER, D., y KILDEGAARD, A. (1995), «The productivity of economics departments in the U.S.: Publications in the core journals», *Journal of Economic Literature*, vol. 33, diciembre, págs. 1.966-1.971.

DAVIS, P., y PAPANEK, G. F. (1984), «Faculty ratings of major economics departments by citations», *American Economic Review*, vol. 74, marzo, págs. 225-230.

DUSANSKY, R., y VERNON, C. J. (1998), «Rankings of U.S. economics departments», *Journal of Economic Perspectives*, volumen 12, invierno, págs. 157-170.

FUSFELD, D. R. (1956), «The program of American Economic Association meetings», *American Economic Review*, vol. 46, septiembre, págs. 642-644.

GRAVES, P. E.; MARCHAND, J. R., y THOMPSON, R. (1982), «Economics departmental rankings: Research incentives, constraints, and efficiency», *American Economic Review*, vol. 72, diciembre, páginas 1.131-1.141.

HALL, A. D. (1987), «Worldwide rankings of research activity in econometrics: 1980-1985», *Econometric Theory*, vol. 3, páginas 171-194.

— (1990), «Worldwide rankings of research activity in econometrics: An update: 1980-1988», *Econometric Theory*, vol. 6, páginas 1-16.

HIRSCH, B. T.; AUSTIN, R.; BROOKS, J., y MOORE, J. B. (1984), «Economics departmental rankings: Comment», *American Economic Review*, vol. 74, septiembre, páginas 822-826.

HOGAN, T. D. (1984), «Economics departmental rankings: Comment», *American Economic Review*, vol. 74, septiembre, páginas 827-833.

KALAITZIDAKIS, P.; MAMUNEAS, T. P., y STENGOS, T. (1999), «European economics: An analysis based on publications in the core journals», *European Economic Review*, vol. 43, págs. 1.150-1.168.

KIRMAN, A., y DAHL, M. (1994), «Economic research in Europe», *European Economic Review*, vol. 38, págs. 505-522.

LABAND, D. N., y PIETTE, M. J. (1994), «The relative impacts of economics journals: 1970-1990», *Journal of Economic Literature*, vol. 32, junio, págs. 640-666.

LAFUENTE, A., y ORO, L. (1992), *El sistema español de ciencia y tecnología en el marco internacional*, FUNDESCO.

NIEMI, A. W. (1975), «Journal publication performance during 1970-1974: The relative output of southern economics departments», *Southern Economic Journal*, volumen 42, págs. 97-106.

SCOTT, L. C., y MITIAS, P. M. (1996), «Trends in rankings of economics departments in the U. S.: An update», *Economic Inquiry*, volumen 34, abril, págs. 378-400.

STIGLER, G. J. y FRIEDLAND, C. (1975), «The citation practices of doctorates in economics», *Journal of Political Economy*, volumen 83, págs. 477-507.

Resumen

El propósito del artículo es la aplicación de indicadores bibliométricos a la evaluación de la producción científica en Economía de las universidades y centros españoles. A estos efectos, se parte de una base de datos que integra las publicaciones en revistas valoradas por el *Social Science Citation Index*. De esta manera, se construyen diversos *rankings*, uno de los cuales considera el impacto de la producción. El artículo concluye que existe una gran concentración de la producción en un número reducido de universidades y centros.

Palabras clave: Producción científica, Economía, España, *ranking*.

Abstract

The purpose of this article is the application of bibliometric indicators to the appraisal of the scientific production in Economics of Spanish universities and institutions. For these purposes, we start off from a data base comprising publications in journals assessed by the *Social Science Citation Index*. In this way, we construct a number of different rankings, one of which considers the impact of production. The article concludes that there is a high concentration or production at a small number of universities and institutions.

Key words: scientific production, Economics, Spain, ranking.

JEL classification: A11.

LAS VENTAJAS TECNOLÓGICAS RELATIVAS Y LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

José MOLERO (*)

I. INTRODUCCIÓN

La situación de las economías desarrolladas está sufriendo cambios importantes en los años recientes como efecto de las transformaciones ocurridas en los factores que sustentan su competitividad, y ello se refleja, entre otros aspectos, en la creciente internacionalización de la actividad productiva. Entre los factores subyacentes a estas transformaciones se encuentra, como uno de los fundamentales, la creación y difusión de capacidades tecnológicas, por el papel central que juegan en el desarrollo de la productividad y en la articulación de formas renovadas de competir.

Sin embargo, si se aumenta el nivel de detalle y se incorpora la dimensión sectorial, el análisis de las relaciones entre la innovación tecnológica y la posición internacional no se puede establecer sobre bases simples, porque cada una de estas dimensiones se expresa de formas múltiples y es de medición compleja. En el marco de la competitividad, la internacionalización afecta a todos los aspectos de la realidad económica, lo que hace poco útiles las mediciones que solamente contemplan las variables comerciales, y es preciso incorporar al menos las inversiones directas y los intercambios de tecnología. Por lo que a la innovación tecnológica se refiere, todavía no se dispone de un indicador sintético suficientemente contrastado que resuma inequívocamente los distintos factores que afectan al cambio tecnológico.

Ciertamente, en estos momentos no se dispone de un cuerpo teórico generalmente admitido que nos permita hacer un análisis riguroso de las relaciones mencionadas, e incluso los estudios empíricos disponibles son escasos y no siempre coincidentes en sus conclusiones. No obstante, existen aportaciones teóricas que proporcionan algunos elementos con los que ordenar el estudio y plantear hipótesis de trabajo razonables.

Un primer campo donde encontramos algunas pistas sugerentes lo constituyen los desarrollos recientes sobre los *patrones internacionales del cambio tecnológico.* En estos trabajos (Pavitt, 1987; Patel y Pavitt, 1988; Malerba y Orsénigo, 1995; Archibugi y Pianta, 1992; Patel y Pavitt, 1995; Barré, 1996) se parte de una conceptualización renovada de la tecnología y la innovación tecnológica que, a diferencia de los postulados neoclásicos, destaca como sus rasgos básicos los siguientes (Dosi *et al.,* 1988; Freeman y Soete, 1997; Orsénigo, 1988, Stoneman, 1995).

Primero, su carácter de *conocimiento* frente al de información, lo que significa que ni su generación ni su transmisión son gratuitos; por el contrario, el *aprendizaje* tecnológico exige esfuerzo e inversión de recursos y tiempo. Segundo, el importante contenido *tácito* de la tecnología, por lo que una parte sustancial de ésta está incorporada en los individuos y organizaciones y no está disponible en textos, documentos u otros soportes del conocimiento de dominio público. Tercero, el carácter *específico* de la tecnología que deriva de su faceta de aplicación a la resolución de problemas concretos. Finalmente, este conocimiento es *acumulativo*, y por tanto, lo que es susceptible de desarrollarse hoy está condicionado por la experiencia pasada.

Como consecuencia de esa naturaleza, la innovación y el cambio técnico siguen trayectorias diversas en función de la experiencia acumulada, las oportunidades disponibles y el esfuerzo realizado, existiendo distintos patrones o regímenes de innovación entre los países. El estudio de los casos concretos revela que existen diferencias sustanciales entre las especializaciones tecnológicas de las economías, incluso entre países desarrollados (Archibugi y Pianta, 1992; Pavitt, 1987; Patel y Pavitt, 1995). Estas diferencias tienden a mantenerse en el tiempo, a pesar de ciertos cambios parciales y de haberse producido acercamientos importantes en los indicadores globales de desarrollo y el nivel de recursos dedicados a la I+D.

Por el lado de la internacionalización y su relación con la tecnología, encontramos aportaciones procedentes de los estudios del comercio y la inversión directa exterior.

Los aspectos tecnológicos de la teoría del comercio tienen una cierta tradición desde que la conocida paradoja de Leontieff sobre la especialización estatounidense en los años cincuenta indujera la necesidad de incorporar los aspectos cualitativos en el análisis de los factores. Con pos-

terioridad, la teoría del ciclo del producto dio un paso importante, al poner el acento en que, en función de la fase del ciclo en que nos encontremos, varían los factores básicos de competencia, lo que conduce a procesos de especialización internacional. El papel de los aspectos vinculados a la innovación tecnológica es de singular trascendencia en las primeras fases de lanzamiento y consolidación de los productos.

En los años ochenta y noventa, y como consecuencia del desarrollo de la teoría de la innovación, se produjo un replanteamiento de la explicación del comercio internacional. Según lo que se conoce como la teoría tecnológica del comercio, existe una influencia considerable de la especialización tecnológica sobre la especialización comercial, principalmente en los países grandes de elevado desarrollo tecnológico y en los pequeños altamente abiertos al comercio (Soete, 1987; Amendola *et al.,* 1992; Fagerberg *et al.,* 1998; Dosi, Pavitt y Soete, 1990). Aunque la evidencia no es definitiva para todos los casos (European Commission, 1998), sí muestra la consistencia suficiente como para que la relación entre la especialización tecnológica y la comercial sea considerada una hipótesis robusta para explicar la expansión internacional de las economías modernas.

Finalmente, la teoría de la inversión directa internacional también proporciona una base de partida de interés. En efecto, desde las aportaciones pioneras de Hymer, se ha consolidado la tesis de las «ventajas de las empresas», entre las que ocupan un lugar preferente las capacidades tecnológicas como parte sustancial de la explicación de la inversión internacional en el llamado paradigma ecléctico, o modelo que combina las ventajas de localización con las de la propiedad y la interiorización (OLI) (Dunning, 1988, 1993). Los intentos de generalización y de hacer más dinámico el enfoque se han plasmado en el esquema teórico conocido como la trayectoria de desarrollo de la inversión (TDI) que vincula la posición neta de un país en las inversiones directas con su estadio de desarrollo relativo (Dunning y Narula, 1996; Narula, 1996) Los cambios en el OLI suponen alterar la posición neta de invertir o recibir inversión. Existen cinco grandes etapas que pueden ser clasificadas de acuerdo con la propensión de ser inversores hacia adentro o hacia afuera. Aunque ningún país sigue el modelo totalmente, la TDI depende de cuatro grandes variables: la estructura de los recursos, el tamaño de los mercados, su estrategia de desarrollo y el papel de los gobiernos.

A los efectos de este trabajo, lo mas significativo es que, combinando las características de la etapa básica en la que se encuentre un país con sus particularidades históricas, el resultado será la existencia de patrones distintos de manifestarse la relación entre la estructura productiva, la especialización tecnológica y la internacionalización.

Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos, el objetivo del presente trabajo es doble: primero, *analizar las ventajas tecnológicas* de la economía española y estudiar su situación en el contexto europeo. Segundo, investigar *las relaciones que se producen entre las capacidades tecnológicas relativas expresadas sectorialmente y la proyección exterior de la economía española por medio del comercio y las inversiones directas;* como en el caso anterior, también se aborda este tema en un marco comparativo con otros países europeos. Para ello, el trabajo se estructura de la siguiente manera: en el próximo apartado se actualizan los datos generales que resumen la situación del cambio tecnológico español en el contexto internacional; después, se estudia la especialización tecnológica sectorial mediante el cálculo del índice de ventajas tecnológicas relativas (VTR) para los sectores de la economía española, en los períodos 1974-1984 y 1985-1995, y se analizan sus diferencias y similitudes con las de otros países; en el apartado IV, se aborda el análisis de las relaciones entre las VTR y otros parámetros que expresan la posición internacional de la economía española, particularmente el comercio exterior y las inversiones directas. Finalmente, en las conclusiones, se realizan algunas reflexiones sobre los resultados obtenidos y sus implicaciones para la política tecnológica e industrial.

II. RASGOS BÁSICOS DE LA POSICIÓN INTERNACIONAL DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE ESPAÑA

La combinación de elementos tácitos y públicos en la tecnología, expuesta anteriormente, supone que las fuentes del aprendizaje tecnológico son muy variadas, lo que se traduce en que el uso de una única medida del cambio técnico difícilmente va a captar las múltiples dimensiones del proceso. Por ello, es necesario que el análisis de los sistemas de innovación se articule sobre diversos indicadores que puedan enriquecerse mutuamente (Freeman, 1995; Lundvall, 1992; Patel y Pavitt, 1995). Una visión sintética de la situación española actual se puede hacer

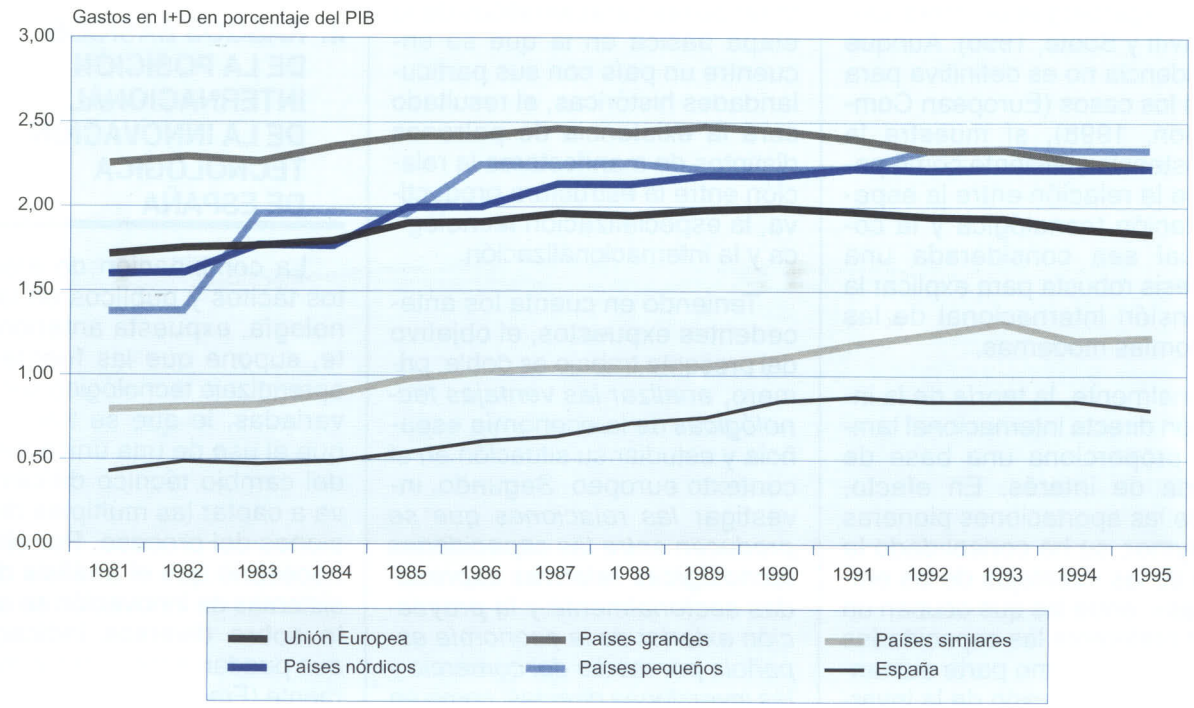
combinando estadísticas de tres elementos que se corresponden con otros tantos rasgos de la innovación: el nivel de esfuerzo, medido por los gastos destinados a I+D, las patentes registradas en centros internacionales representativos y la composición relativa entre tecnología generada internamente y adquirida en el exterior.

Respecto al nivel de recursos destinados a la I+D, la economía española se ha caracterizado por los siguientes hechos: primero, el nivel de partida a comienzos de la década de 1980 se situaba en valores muy reducidos, fruto de un proceso de desarrollo que utilizó profusamente la importación de tecnología. Segundo, en el período 1985-1991 se produjo un acercamiento a los valores promedio de los países comunitarios, producto de un incremento considerable de los recursos destinados a esas actividades en la segunda mitad de esa década, tanto por las empresas como por los organismos públicos, como consecuencia de la puesta en marcha del I Plan Nacional de I+D en 1988. Y, en tercer lugar, en la década de los noventa asistimos a un estancamiento en el incremento del esfuerzo y, consecuentemente, de la convergencia anterior.

Los datos resumidos en el gráfico 1 son suficientemente expresivos del proceso descrito, pero además el nivel de desagregación empleado permite resaltar aspectos no siempre visibles en las comparaciones que sólo usan como referencia básica la media de un número amplio de países, normalmente los que forman parte de la Unión Europea o de la OCDE. De esta manera, puede comprobarse que una parte del acercamiento parcial de España se ha debido al estancamiento en los últimos años de alguno de los países mayores, especialmente Alemania. Por el contrario, si se toman como referencia otros países europeos, como los que forman el conjunto de los países nórdicos o Irlanda, entonces el proceso de convergencia es menos perceptible.

Un panorama similar se obtiene analizando la evolución de las patentes de los países en relación con su tamaño. El uso de

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN COMPARADA DEL ESFUERZO EN I+D



Fuente: Elaborado con datos de la OCDE.

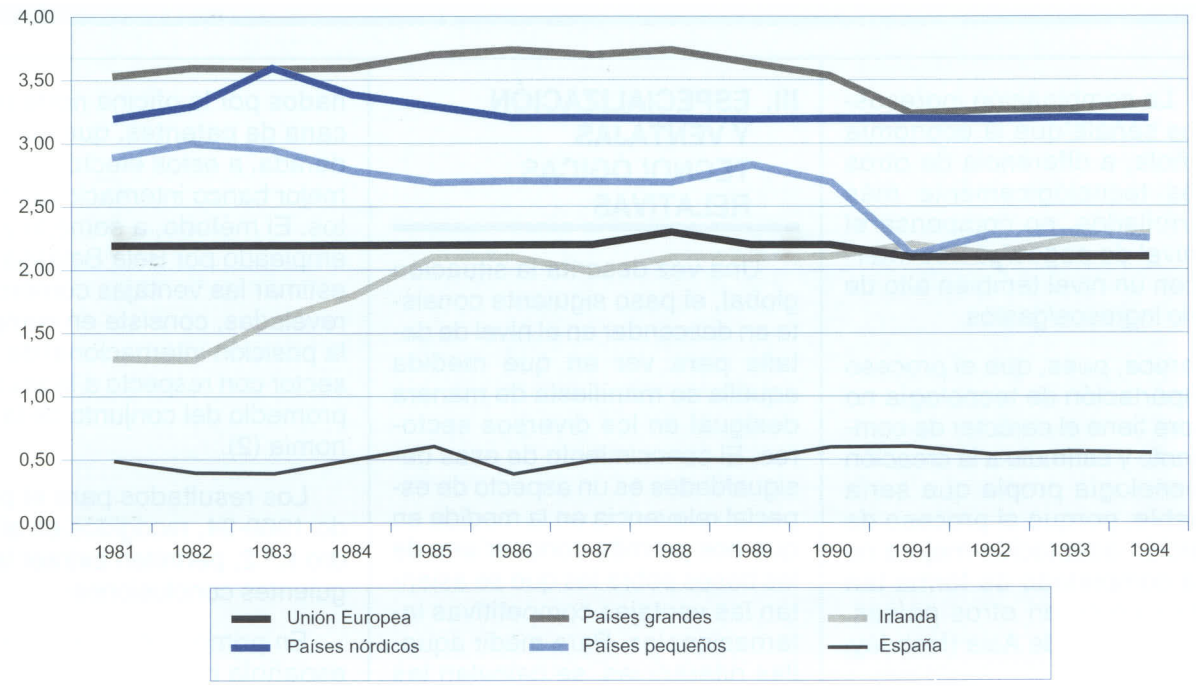
este segundo indicador se ha extendido como forma de compensar algunos de los problemas implícitos en el índice de los gastos en I+D. En efecto, éstos dejan fuera otras actividades innovadoras de las empresas que son particularmente importantes para las de pequeña dimensión. Por otra parte, la I+D, contemplada de forma agregada, incluye una parte importante de actividad investigadora que no hacen las empresas, lo que en el caso español es de singular importancia porque esa proporción es superior al 50 por 100. Las patentes, por el contrario, son un indicador de actividad tecnológica más próximo a la realidad productiva y comercial (1). Los resultados del gráfico 2 corroboran lo expresado anteriormente y permiten subrayar otro rasgo característico de la situación de la actividad innovadora española en el contexto internacional: el distanciamiento respecto a las economías tecnológicamente avanzadas es más pronunciado cuando se utilizan datos cercanos a la actividad productivo-empresarial que cuando se incluyen también los relativos a la investigación científica de universidades y centros públicos.

Para completar esta primera presentación, se exponen a continuación los datos del movimiento internacional de las actividades tecnológicas. Para ello, el cuadro n.º 1 recoge los datos de las balanzas de pagos tecnológicos de los principales países de la OCDE, poniéndolos en relación con el esfuerzo de sus empresas en actividades de innovación tecnológica. Así, puede constatarse cómo, dentro de una tendencia generalizada a que los pagos e ingresos con el exterior tengan un protagonismo creciente, como consecuencia de un mayor grado de internacionalización de aquellas actividades, el caso español muestra tres diferencias importantes:

1) El peso relativamente pequeño que tienen los ingresos del exterior, como resultado de la escasa actividad exportadora de tecnología (Casado, 1995; Molero, 1996).

2) El menor nivel de los recursos dedicados internamente frente a los pagos al exterior.

GRÁFICO 2
PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES/10.000 HABITANTES



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE.

CUADRO N.º 1

INGRESOS Y PAGOS TECNOLÓGICOS EN PORCENTAJE DE LOS GASTOS EN I+D DEL SECTOR EMPRESAS

		1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Alemania	1	9,43	10,26	11,60	12,61	12,58	20,24	20,00	20,35	21,15	29,02	28,23	28,75	31,25	32,97
	2	14,93	14,46	15,67	16,37	17,73	22,73	22,44	24,06	29,70	30,19	34,36	40,48	44,10	42,42
Francia	1	10,08	11,48	12,95	15,43	14,18	13,01	12,62	13,25	14,07	13,21	12,54	12,66		
	2	11,02	13,39	14,35	17,22	16,87	15,64	16,22	16,66	16,96	17,47	17,64	17,57		
Italia	1	5,42	5,01	4,75	5,69	4,79	5,26	5,87	11,84	9,13	10,12	20,44	19,47	22,42	26,96
	2	15,57	18,67	19,24	19,45	18,16	17,01	15,37	21,86	18,39	17,59	34,28	35,34	39,18	46,78
Reino Unido	1	7,13		10,38		12,58	10,79	12,68	12,83	15,03	14,94	18,47	25,87	29,33	34,81
	2	5,90		8,14		11,18	9,80	14,01	13,99	16,50	19,75	18,22	23,91	26,28	29,64
España	1	26,45	19,89	25,89	24,42	22,31	21,94	16,54	13,60	18,61	17,79	27,82	36,70	62,04	
	2	82,99	100,01	125,22	99,60	89,54	91,13	91,64	102,99	103,67	96,78	98,82	147,10	133,54	
Bélgica	1	47,95		69,18		78,79	85,37	74,77	81,32	115,53		115,59			
	2	56,05		80,39		91,38	97,87	105,07	116,76	150,25		141,42			
Holanda	1	30,68	19,58	93,63	106,42	99,79	85,30	85,39	96,89	124,14	155,17	204,10	252,29		
	2	47,05	35,43	105,10	123,41	125,47	88,58	82,50	97,45	134,84	149,56	248,37	249,47		
Suecia	1	3,24		6,19		5,55		6,01		8,01		7,41		18,25	
	2	3,04		2,83		3,13		1,81		1,40		3,95		2,05	
Finlandia	1	1,41		1,63	0,94	1,17	1,43	4,00	4,93	4,90	4,50				
	2	26,32		27,52	26,75	28,57	30,00	31,83	31,13	30,77	31,83				
Noruega	1	10,21	6,88	11,06	6,21	5,53		9,88		16,11		17,51			
	2	17,79	18,00	20,64	16,89	14,94		28,77		19,72		25,31			
Estados Unidos	1	8,07	5,36	4,96	4,43	4,32	6,48	9,24	11,45	12,51	15,16	16,03	18,40	18,86	
	2	0,72	0,76	0,81	0,85	0,77	1,14	1,72	2,51	2,29	2,86	3,61	4,60	4,47	
Japon	1	5,99	6,57	7,34	7,51	5,67	4,18	3,65	3,57	4,64	4,94	4,93	4,98	4,89	5,48
	2	8,89	10,04	8,51	7,62	7,10	4,87	4,80	4,53	4,65	5,41	5,26	5,45	4,44	4,40

1 = Ingresos / I+D.
2 = Pagos / I+D.
Fuente: OCDE y elaboración propia.

3) La combinación ingresos-gastos señala que la economía española, a diferencia de otros países tecnológicamente más desarrollados, no compensa el alto nivel de pagos/gastos internos con un nivel también alto de la *ratio* ingresos/gastos.

Parece, pues, que el proceso de importación de tecnología no siempre tiene el carácter de complemento y estímulo a la creación de tecnología propia que sería deseable, porque el proceso de absorción-adaptación-mejora no se ha completado de forma tan positiva como en otros países, principalmente de Asia (Hobday, 1995).

III. ESPECIALIZACIÓN Y VENTAJAS TECNOLÓGICAS RELATIVAS

Una vez descrita la situación global, el paso siguiente consiste en descender en el nivel de detalle para ver en qué medida aquélla se manifiesta de manera desigual en los diversos sectores. El conocimiento de esas desigualdades es un aspecto de especial relevancia en la medida en que nos permite conocer una de las bases sobre las que se asientan las ventajas competitivas internacionales. Para medir aquellas diferencias, se calculan las ventajas tecnológicas relativas (VTR) de las distintas ramas, partiendo de los datos proporcionados por la oficina norteamericana de patentes, que es considerada, a estos efectos, como el mejor banco internacional de datos. El método, a semejanza del empleado por Bela Balassa para estimar las ventajas comerciales reveladas, consiste en comparar la posición internacional de cada sector con respecto a la situación promedio del conjunto de la economía (2).

Los resultados para el período 1969-94, recogidos en el cuadro n.º 2, permiten extraer las siguientes conclusiones:

En primer lugar, la economía española presenta las mayores ventajas tecnológicas (VTR > 1,5) en ciertos campos de la química, especialmente los relacionados

CUADRO N.º 2

VENTAJAS TECNOLÓGICAS REVELADAS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA. PERÍODOS SELECCIONADOS

Campo tecnológico	*1969-1973*	*1974-1978*	*1979-1983*	*1984-1988*	*1989-1994*	*1969-1994*
Química inorgánica	1,38	1,38	1,38	1,98	0,72	1,25
Química orgánica	0,61	0,98	1,03	0,58	1,19	0,91
Química para la agricultura	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,12
Procesos químicos	0,69	0,60	0,85	0,54	0,71	0,67
Hidrocarburos, gasolina y aparatos de ignición	0,00	0,23	0,00	0,24	0,77	0,29
Tintes, decolorantes y desinfectantes	0,66	1,08	2,01	0,80	3,04	1,56
Drogas y bioingeniería	2,48	1,93	1,65	2,19	2,23	2,21
Plásticos y productos del caucho	1,26	0,86	1,36	0,78	0,51	0,85
Materiales (incluidos vidrio y cerámica)	0,68	0,43	0,63	0,25	0,38	0,44
Alimentación y tabaco (productos y procesos)	0,61	2,33	2,02	1,39	2,50	1,90
Procesos metalúrgicos y tratamientos de metales	1,38	0,58	0,00	1,07	0,78	0,81
Aparatos para la química, alimentación, etc.	1,87	1,82	1,34	1,84	2,57	1,99
Equipamiento industrial general (no eléctrico)	0,75	0,91	2,14	2,04	1,51	1,43
Aparatos industriales generales eléctricos	0,21	0,70	0,87	1,09	0,89	0,77
Equipamiento industrial especializado no-eléctrico	2,88	2,18	1,95	1,99	1,94	2,18
Equipamiento metalúrgico y trabajo de metales	0,57	0,87	0,50	1,20	1,31	0,97
Aparatos de ensamblaje y manejo de materiales	0,54	1,82	0,46	0,55	1,53	1,10
Reacciones nucleares inducidas: sistemas y elementos	0,00	0,81	1,46	0,00	0,00	0,33
Plantas energéticas	0,00	0,31	1,16	5,61	1,33	1,71
Vehículos y motores	1,75	1,96	1,23	2,99	0,75	1,71
Otro equipo de transporte (excepto aeronáutico)	0,88	1,82	1,46	1,08	1,23	1,32
Aviones	0,69	0,00	0,00	0,00	1,25	0,53
Maquinaria y procesos de minería y pozos	0,56	0,00	1,13	0,21	0,00	0,28
Telecomunicaciones	0,35	0,30	0,52	0,45	0,87	0,57
Semiconductores	0,25	0,40	0,00	0,00	0,06	0,12
Aparatos eléctricos y sistemas	1,36	1,40	0,27	0,90	0,55	0,89
Ordenadores y otros aparatos de oficina	0,00	0,16	0,49	0,10	0,16	0,16
Equipo de imagen y sonido	0,63	0,17	0,12	0,11	0,03	0,15
Fotografía y fotocopia	0,00	0,00	0,00	0,10	0,05	0,04
Instrumentación y control	0,56	0,56	0,47	0,52	0,99	0,71
Productos metálicos variados	2,08	1,38	2,64	1,65	1,77	1,83
Textil, confección, cuero y madera	1,46	3,03	2,22	2,83	0,86	1,94
Cirugía y odontología	1,51	1,54	0,99	1,20	1,15	1,28
Otros (municiones, armas, etc.)	1,31	1,62	1,63	2,37	2,28	1,96
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los datos de la US Patent Office.

con la industria farmacéutica, algunos tipos de maquinaria y aparatos; vehículos y motores y plantas de energía (excepto nuclear); armas y municiones y diversos campos próximos a algunas industrias tradicionales como la alimentación y el textil. Ventajas, pero de menor intensidad ($1{,}10 < VTR < 1{,}50$), se encuentran en química orgánica, otro material de transporte (excepto aeronaves) equipo industrial general no eléctrico y estomatología y cirugía. Por el contrario, las desventajas mas nítidas ($VTR < 0{,}9$), se muestran en todas las clases de tecnologías de la información; aeronaves; el resto de los campos de tecnologías químicas; particularmente, la petroquímica, caucho y plásticos, materiales de construcción y maquinaria eléctrica y de otro tipo, y energía nuclear.

En segundo lugar, el patrón anterior presenta una apreciable estabilidad a lo largo del tiempo. Como se ha puesto de manifiesto recientemente (Buesa y Molero, 1998), la estimación de las correlaciones entre los valores de las VTR en cada uno de los subperíodos nos muestra que todas ellas resultan estadísticamente significativas. Además, todos los campos que presentan $VTR > 1$ en los años noventa, ya registraban ventajas en el período 1974-78, con la sola excepción del de plantas energéticas.

Igualmente, puede subrayarse que son muy pocos los campos que en ese mismo período de tiempo han cambiado sus resultados, pasando de poseer ventajas a desventajas o viceversa. En la mayoría de los casos en los que esto ocurre (química inorgánica, desinfectantes e insecticidas, textil, cuero, etc., aeronaves y productos de metalurgia y tratamiento de metales), son campos en los que el número absoluto de patentes es muy reducido, lo que explica el carácter relativamente inestable de su indicador.

Un tercer rasgo es que el último subperíodo (1989-94) es en el que se producen más cambios. Los datos disponibles no permiten establecer con claridad las causas de este hecho, pero entre las hipótesis razonables que pueden plantearse se encuentran las siguientes. Primero, la creciente salida al exterior de empresas españolas, que ha conllevado una estrategia de acompañamiento tecnológico a su proyección internacional; segundo, la presencia de empresas extranjeras, cada día con mayor peso en muchos sectores españoles, que puede haber incidido en un menor esfuerzo tecnológico propio en ciertos campos de actividad. Finalmente, una estrategia más decidida de valorizar las capacidades tecnológicas propias por parte de determinadas empresas, que se reflejaría también en un mayor flujo de solicitudes de patentes en el exterior.

En general, los resultados expuestos son congruentes con los postulados de la teoría que subraya el carácter acumulativo del conocimiento tecnológico. De ello se deriva que la transformación de los parámetros básicos del comportamiento innovador, cuando éste se sustancia en el aparato productivo, es una tarea compleja y necesitada de tiempo.

Conocidos los rasgos más importantes del perfil de ventajas, la comparación con otros países nos permite conocer las similitudes de la economía española con otras, y ver frente a cuáles de ellas la relación es de complementariedad o de concurrencia. Para llevar a cabo esta comparación se han estimado las VTR de los países europeos para el período 1985-1995 (3) y se han calculado las correlaciones entre los valores sectoriales de VTR de los países considerados; el nivel de significación y el valor del coeficiente de esas correlaciones son muestras directas de la existencia o no de las semejanzas buscadas. Los resultados recogidos en el cuadro n.º 3 permiten destacar las siguientes conclusiones.

1) De modo general, frente a las tesis que sustentan la progresiva convergencia entre las economías desarrolladas, los datos tecnológicos permiten afirmar que la heterogeneidad es claramente superior a la homogeneidad. Así, tomando el 0,01 de nivel de significación, solamente un 16,17 por 100 del total de las

CUADRO N.º 3

CORRELACIONES ENTRE LAS VTR DE LOS PAÍSES EUROPEOS, 1985-1995

	Alemania	*Austria*	*Belgica*	*Dinamarca*	*España*	*Finlandia*	*Francia*	*Grecia*	*Holanda*	*Irlanda*	*Italia*	*Noruega*	*Portugal*	*Suecia*	*Suiza*
Austria	0,496**														
Bélgica	0,153	-0,144													
Dinamarca	0,049	0,063	0,363												
España	0,467*	0,506**	0,084	0,626**											
Finlandia	0,134	0,502**	0,066	0,562**	0,467*										
Francia	0,313	0,134	0,324	0,265	0,362	0,108									
Grecia	0,465*	0,192	0,150	–0,165	0,127	–0,341	0,089								
Holanda	-0,323	–0,343	0,409*	0,349	–0,062	0,310	0,202	–0,430*							
Irlanda	-0,305	–0,127	0,186	0,513**	0,352	0,217	–0,003	–0,330	0,630**						
Italia	0,496*	0,348	0,328	0,551**	0,507**	0,466*	0,258	–0,025	0,110	0,231					
Noruega	0,098	0,615**	–0,072	0,150	0,285	0,504**	0,504**	–0,209	0,056	–0,008	0,188				
Portugal	0,072	–0,074	0,304	0,393*	0,236	0,277	0,220	0,216	0,289	0,186	0,302	0,054			
Suecia	0,492**	0,785**	–0,153	0,256	0,737**	0,550**	0,412*	0,067	-0,168	0,030	0,233	0,637**	–0,054		
Suiza	0,348	0,231	0,416*	0,561**	0,552**	0,315	0,279	0,197	0,252	0,407*	0,588**	0,037	0,506**	0,267	
Reino Unido	0,113	0,038	0,399*	0,608**	0,402*	0,053	0,699**	–0,049	0,176	0,226	0,369*	0,378*	0,167	0,214	0,432*

** = significación 0,01 (bilateral);
* = significación 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos de la US Patent Office.

correlaciones son significativas, y reduciendo el nivel de confianza al 95 por 100, solo son significativas el 27,2 por 100. Quiere ello decir que, incluso en un contexto de convergencia institucional como el europeo, las condiciones productivas y las trayectorias históricas hacen que las diferencias entre países sigan siendo dominantes.

2) Tomando como referencia las correlaciones significativas al máximo nivel de confianza, la economía española presenta semejanzas significativas con cinco países. La mayoría son de tamaño pequeño y de un nivel de desarrollo considerable; en este sentido, es de destacar que las economías con las que la similitud es mayor son dos países nórdicos altamente desarrollados: Suecia y Dinamarca. Por el contrario, destaca la carencia de correlaciones significativas con tres de los cuatro países de mayor dimensión; solamente Italia muestra un patrón internacional semejante al español, y ello con un coeficiente de correlación relativamente bajo. Puede afirmarse, por tanto, que en su comportamiento tecnológico, la economía española tiene rasgos de país de tamaño reducido, como consecuencia del escaso esfuerzo tecnológico realizado a lo largo del tiempo.

3) No existen correlaciones significativas con el resto de los países que reciben fondos de cohesión por parte de la Unión Europea. Respecto a Irlanda, aparece un patrón diferente de especialización, pero en los casos de Portugal y Grecia las razones son más difíciles de establecer, por cuanto su menor desarrollo se refleja en un número de patentes bastante escaso y arroja dudas sobre la estabilidad y consistencia de los indicadores estimados.

4) Si se aumenta el nivel de significación, pueden apreciarse algunas semejanzas con otros tres países. Uno del grupo de economías nórdicas —Finlandia— y dos de los mayores de la UE: Alemania y Reino Unido. No obstante, el valor reducido de los coeficientes obliga a mantener importantes reservas sobre la existencia real de similitudes con esos países.

Un aspecto de particular interés que permite el análisis de las ventajas tecnológicas consiste en saber hasta qué punto los índices revelados por los datos de patentes se corresponden con la asignación de recursos a las actividades de I+D. Como ya se ha comentado, son datos que recogen aspectos distintos de la actividad tecnológica, estando las patentes más próximas a las tareas productivas y comerciales de las empresas. La cuestión de la asociación entre ambas magnitudes tiene indudable trascendencia para la política económica, pues, en efecto, si la asignación de recursos a las actividades organizadas de I+D se corresponde con las ventajas «de hecho», entonces estamos en un sistema bastante coherente, en el que los resultados de especialización pueden influirse directamente a través de una política de asignación de recursos a la I+D; por el contrario, si no existe esa coherencia, estamos ante una importante disyuntiva para la política, porque las alteraciones de las asignaciones van a tener menos influencia en los cambios reales y debe decidirse entre corregir la disfunción acercando la especialización en los gastos a la especialización tecnológica o si, por el contrario, se mantienen unas prioridades de gasto de forma que su acumulación en el largo plazo pueda alterar las ventajas históricamente reveladas.

En el caso que nos ocupa, hemos estimado índices de especialización de la I+D en los mismos países, para lo que se ha calculado la posición relativa de cada sector respecto al promedio de países de referencia (4). Posteriormente, dichos índices se han correlacionado con las VTR anteriormente expuestas. Los resultados obtenidos se exponen en el cuadro n.º 4, del que pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, los países donde se manifiestan asociaciones significativas se caracterizan por ser de tamaño relativamente pequeño y tener un nivel tecnológico alto; éste sería el caso de los países nórdicos y Bélgica. Además, se incluyen Irlanda y Alemania, aunque este último no mantenga la asociación en el período más reciente.

- De los países grandes, sólo Alemania, con el matiz ya indicado, muestra una asociación significativa que no se da en Francia, Reino Unido ni Italia.

- De los países del Sur, solamente Grecia, y no en los dos períodos, muestra una asociación significativa (5). España, en este punto, no mantiene la similitud con los países pequeños que vimos anteriormente y muestra, frente a ellos, una incoherencia entre la asignación relativa de recursos para la I+D y sus ventajas tecnológicas. En este caso, la economía española tiene un perfil más próximo al de los países grandes, con los que, por el contrario, no comparte su perfil de especialización tecnológica.

IV. VENTAJAS TECNOLÓGICAS E INTERNACIONALIZACIÓN

Conocidas las características básicas de la especialización tec-

CUADRO N.º 4

CORRELACIONES ENTRE VTR E ÍNDICES DE ESPECIALIZACIÓN EN I+D

(1974-1984)

Austria	*Bélgica*	*Dinamarca*	*Finlandia*	*Francia*	*Alemania*	*Grecia*	*Irlanda*	*Italia*	*Holanda*	*Noruega*	*Portugal*	*España*	*Suecia*	*R. Unido*
0,176	0,552*	0,725**	0,723**	0,189	0,459*	0,290	0,521*	–0,368	0,106	0,682**	–0,468	0,222	0,643**	–0,065

(1985-1995)

Austria	*Bélgica*	*Dinamarca*	*Finlandia*	*Francia*	*Alemania*	*Grecia*	*Irlanda*	*Italia*	*Holanda*	*Noruega*	*Portugal*	*España*	*Suecia*	*R. Unido*
0,232	0,362	0,415*	0,583*	–0,321	0,133	–0,162	0,587**	–0,288	0,276	0,377	0,195	–0,199	0,168	–0,234

Notas: ** = significación 0,01;
* = significación 0,05.
Fuente: Elaboración propia con datos de la US Patent Office y la OCDE.

nológica sectorial de la economía española, el paso siguiente consiste en relacionar dicha especialización con la internacionalización económica representada por la especialización comercial y las inversiones directas.

Algunos antecedentes proporcionan evidencias parciales a tener en cuenta. Así, procedentes de los estudios de la inversión directa, tenemos dos tipos de aportaciones. En primer lugar, varios trabajos sobre la inversión española en el exterior han destacado aspectos vinculados a las capacidades o ventajas tecnológicas entre los factores que explican la expansión de aquellas inversiones, confirmando así lo predicho por la tesis de las ventajas de la empresa (Durán, 1987; Campa y Guillén, 1996; Cazorla, 1997; Fernández y Casado, 1995; Maté, 1996).

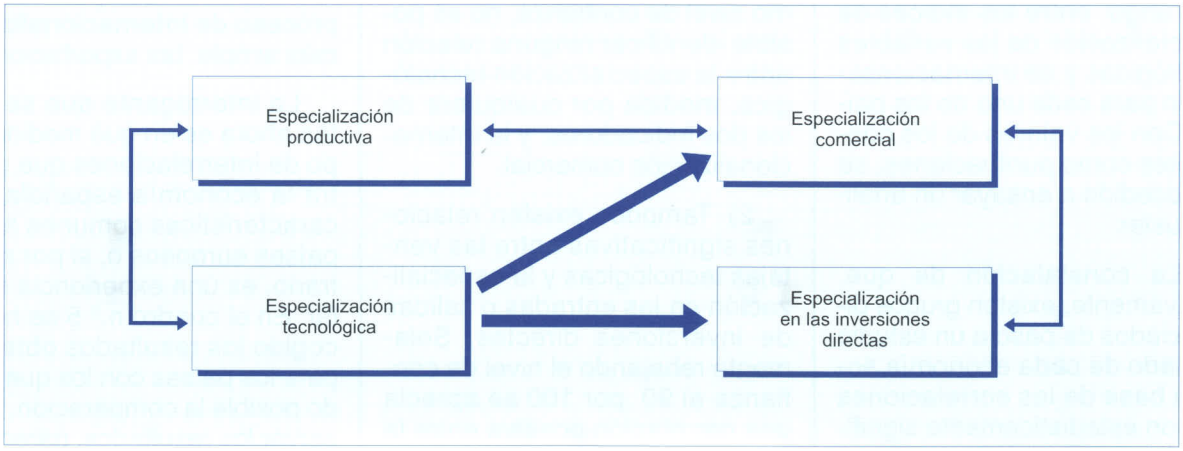
Desde una perspectiva microeconómica y de los estudios de casos, también existe evidencia que muestra la relación positiva entre las ventajas tecnológicas de las empresas y su proyección exterior (Durán, 1997). Se dispone de diversos trabajos que demuestran que el nivel de internacionalización es claramente superior entre las empresas innovadoras que entre las que no lo son (Molero, 1998; Fonfría, 1998), y también que, dentro del conjunto de empresas innovadoras, aquellas con una mayor «intensidad» innovadora tienen un perfil de internacionalización mas amplio (abarca mas facetas de la salida exterior) y mas intenso (las densidad de esas salidas en superior) (Buesa y Molero, 1999; Fonfría, 1998).

Las investigaciones sobre la penetración de inversiones directas en la economía española también ofrecen algunas contribuciones de interés. En efecto, algunos estudios nos muestran cómo, en la distribución sectorial, las ramas de mayor contenido tecnológico han tenido un protagonismo importante en la captación de inversiones del exterior (Bajo y López, 1996; Buesa y Molero, 1998). Sin embargo, estos trabajos no permiten analizar de manera directa el tema que aquí interesa, la relación entre la especialización tecnológica y la captación de inversiones, porque la entrada de un volumen superior de inversiones en sectores avanzados es más bien una prueba del diferencial tecnológico con los países de origen (Martín y Velázquez, 1996). Es en el terreno del comercio donde encontramos algunos antecedentes que han tratado de manera directa aquellas dos dimensiones; así, Carrera (1992) y Barcenilla (1999) proporcionan resultados coincidentes en el sentido de apoyar la tesis que asocia la especialización tecnológica con las ventajas comerciales.

En los últimos años, dentro de un proyecto de investigación más amplio (6), se han dado algunos pasos para completar un análisis riguroso del asunto que nos ocupa. La idea central del estudio consiste en investigar la existencia de patrones diversos para relacionar las ventajas tecnológicas y la internacionalización en distintos países europeos. Para ello, se trata de interrelacionar las dimensiones que se muestra en el esquema 1.

Como se indica con el grosor de las flechas, el núcleo de las relaciones contempladas en el estudio son las que vinculan la tecnología y la internacionalización, pero ello se enmarca en un análisis de relaciones más amplio, principalmente a través de la inclusión de la especialización productiva. Con ello, las

ESQUEMA 1
RELACIONES ENTRE NIVELES DE ESPECIALIZACIÓN



ventajas tecnológicas se encuadran en el proceso productivo, en consonancia con el enfoque analítico de partida, que enfatiza el carácter endógeno de la actividad tecnológica.

Existen diversas posibilidades para elegir los indicadores que midan las dimensiones requeridas. En esta investigación, se ha optado por utilizar solamente indicadores de especialización o ventaja relativa que miden la posición relativa de cada sector de un país respecto a un conjunto de referencia, para cada una de las variables elegidas. La fórmula genérica es la siguiente:

$$IEV_{ci} = (V_{ci} / V_{ct}) / (V_{mvi} / V_{mvt})$$

siendo V_{ci} el valor de la variable elegida en el sector *i* del país *c*; V_{ct} el valor total de la variable en el país *c*; V_{mvi} el valor medio de la variable en el sector *i* en un conjunto de países o en el total mundial, y V_{mvt} el valor medio de la variable en el conjunto de referencia o en el total mundial.

Se han construido siete variables de especialización. Dos para la tecnología —I+D y patentes (VTR)—, otras dos referidas a las inversiones directas —inversiones del exterior (IDE) y al exterior (IDEE)—, dos de comercio —exportaciones e importaciones— y una de estructura productiva, calculada sobre la distribución del valor añadido por sectores.

El objetivo de la investigación a medio plazo es analizar las relaciones de aquellas variables en los países de la Unión Europea en un período de veinte años, con el fin de establecer si, efectivamente, existen modelos alternativos de comportamiento y son estables en el tiempo. Sin embargo, la aplicación empírica se ha encontrado con tres restricciones importantes que han limitado el alcance de este trabajo (7). La primera dificultad surge al homogeneizar las distintas distribuciones sectoriales; primero, porque las fuentes originales proporcionan los datos clasificados de manera diferente según la variable de que se trate, y segundo, porque los datos de inversiones directas, básicos en la investigación, están escasamente desagregados. El resultado ha sido la agregación a 14 sectores exclusivamente industriales según la clasificación ISIC, revisión 2.

El segundo obstáculo proviene del hecho de que no se dispone de la información completa para todos los países, lo que ha restringido el estudio a nueve casos: Alemania, Francia, Dinamarca, España, Italia, Holanda, Reino Unido, Finlandia y Portugal. Finalmente, ni siquiera para estos países se dispone de series mínimas de todas las variables, especialmente las de inversiones directas, para hacer un estudio dinámico. Por ello, se han estudiado las relaciones en los primeros años de la década de 1990, haciendo para cada variable una media de tres años (1989-1991), excepto las de inversiones, porque la disponibilidad de datos sectoriales anteriores a 1989 ha obligado a hacer para la media del período 1991-1993. En consecuencia, las restricciones expuestas condicionan la robustez de los resultados, que deben ser tomados como relativamente provisionales (8).

El análisis empírico se ha llevado a cabo en tres etapas:

• Primero, se han calculado todas las correlaciones, lineales y de rango, entre los índices de especialización de las variables tecnológicas y de internacionalización para cada uno de los países. Con los valores de los coeficientes como puntuaciones, se ha procedido a ensayar un análisis *cluster.*

• La constatación de que, efectivamente, existen grupos diferenciados da paso a un estudio detallado de cada economía sobre la base de las correlaciones que son estadísticamente significativas.

• Finalmente, se construye una tipología de casos basada en las distintas asociaciones estructurales entre las medidas de especialización tecnológica y las formas de internacionalización hacia adentro y hacia fuera.

Los diversos ensayos realizados con el análisis *cluster* (Molero, Casado y Granda, 1998) muestran regularidades apreciables. En todos los intentos aparecen dos grupos extremos, formados, respectivamente, por Alemania y Francia y España e Italia, y un grupo intermedio, mas amplio, en el que se incluyen los otros cinco países. Partiendo de estos resultados, el estudio detallado de las agrupaciones se efectúa teniendo en cuenta solamente aquellas correlaciones estadísticamente significativas, en la medida en que son las que indican la existencia de relaciones sólidas. Los resultados, incluidos en el cuadro n.º 5, confirman que los comportamientos son muy distintos, y muestran trayectorias de internacionalización considerablemente divergentes.

En cuanto al caso español, el esquema 2 recoge sus rasgos básicos que pueden resumirse del siguiente modo:

1) Contemplando las asociaciones significativas al máximo nivel de confianza, no es posible identificar ninguna relación entre la especialización tecnológica, medida por cualquiera de los dos indicadores, y la internacionalización comercial.

2) Tampoco existen relaciones significativas entre las ventajas tecnológicas y la especialización en las entradas o salidas de inversiones directas. Solamente rebajando el nivel de confianza al 90 por 100 se aprecia una correlación positiva entre la especialización en el gasto en I+D y la especialización de las inversiones directas al exterior. Parece, por tanto, que la recepción de inversiones no está impulsada por la búsqueda de los inversores de ventajas tecnológicas españolas, sino, como se apuntaba anteriormente, por la valorización en esta economía de ventajas empresariales que los inversores tienen en sus países de origen. Por el contrario, sí se percibe alguna asociación positiva entre la asignación relativa de recursos a la creación formal de conocimiento tecnológico y la proyección de las empresas españolas inversoras en el exterior.

3) La base más clara de relación con la internacionalización la proporciona la especialización productiva. En efecto, ésta se asocia significativamente con las exportaciones y con la especialización en la captación de inversiones. Este último rasgo puede interpretarse como el predominio de factores tradicionales en la captación de inversiones, como el tamaño y dinamismo del mercado. La relación de la estructura productiva con las exportaciones también señala la preeminencia de factores tradicionales de internacionalización, por cuanto las «ventajas» que se proyectan se expresan principalmente a través de la experiencia acumulada, y su manifestación exterior se realiza por medio del proceso de internacionalización más simple: las exportaciones.

La interrogante que se plantea ahora es en qué medida el tipo de interrelaciones que muestra la economía española tiene características comunes a otros países europeos o, si por el contrario, es una experiencia singular. En el cuadro n.º 5 se han recogido los resultados obtenidos para los países con los que ha sido posible la comparación. Al observar los resultados, parece que la existencia de patrones marcadamente distintos es clara, siendo los rasgos generales más destacados los siguientes:

• La relación que se manifiesta con más frecuencia es entre la especialización productiva y el comercio exterior, principalmente las exportaciones. En este sentido, lo expuesto para el caso español es común a la generalidad de los casos y confirma la importancia de la experiencia histórica concreta de cada sistema productivo.

• Relaciones significativas entre especialización tecnológica y especialización exportadora surgen en todos los casos menos en Italia , Francia y España.

• Correlaciones estadísticamente significativas entre los índices de especialización tecnológica y las ventajas en recibir o enviar inversiones directas sólo se dan en dos países: Alemania y Francia.

En función de esos resultados, pueden establecerse provisionalmente tres patrones o modelos diferentes de interrelación entre las ventajas tecnológicas y la implicación internacional: el «modelo basado en la inversión»

CUADRO N.º 5

CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS (AL 95 POR 100) ENTRE INNOVACIÓN Y PATRONES DE INTERNACIONALIZACIÓN

	Gasto en I+D – patentes		*Gasto en I+D – exportaciones*		*Gasto en I+D – inv. directa en el exterior*		*Gasto en I+D – inv. directa del exterior*		*Gasto en I+D – estructura productiva*		*Patentes – exportaciones*		*Patentes – inv. Directa en el exterior*		*Patentes – inv. directa del exterior*	
	ri	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*
Alemania	S	S	S				S	S			S			S		
Francia					S	S	S	S								
Dinamarca		S		S					S	S	S					
España																
Italia																
Holanda											S					
Reino Unido				S						S						
Portugal				S						S						
Finlandia			S						S	S						

	Patentes – estructura productiva		*Exportaciones – inv. directa en el exterior*		*Exportaciones – inv. directa del exterior*		*Exportaciones – estructura productiva*		*Inv. directa en exterior – inv. directa del exterior*		*Inv. directa en exterior– estructura productiva*		*Inv. Directa del exterior– estructura productiva*	
	ri	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*	*ri*	*si*
Alemania							S	S						
Francia	S								S	S				–S
Dinamarca	S	S					S	S						
España							S	S						S
Italia														
Holanda	S				S			S						
Reino Unido						–S								
Portugal			-S		–S		S	S			–S		–S	–S
Finlandia							S							

S = correlación positiva.
– S = correlación negativa.
ri = r Pearson;
si = Corr. Spearman.

(o «modelo complejo»), el «modelo no-integrado» y el «modelo basado en el comercio»; los dos primeros son tipos más puros, en tanto que el último recoge una variedad más heterogénea. Las características básicas se pueden sintetizar de la siguiente forma:

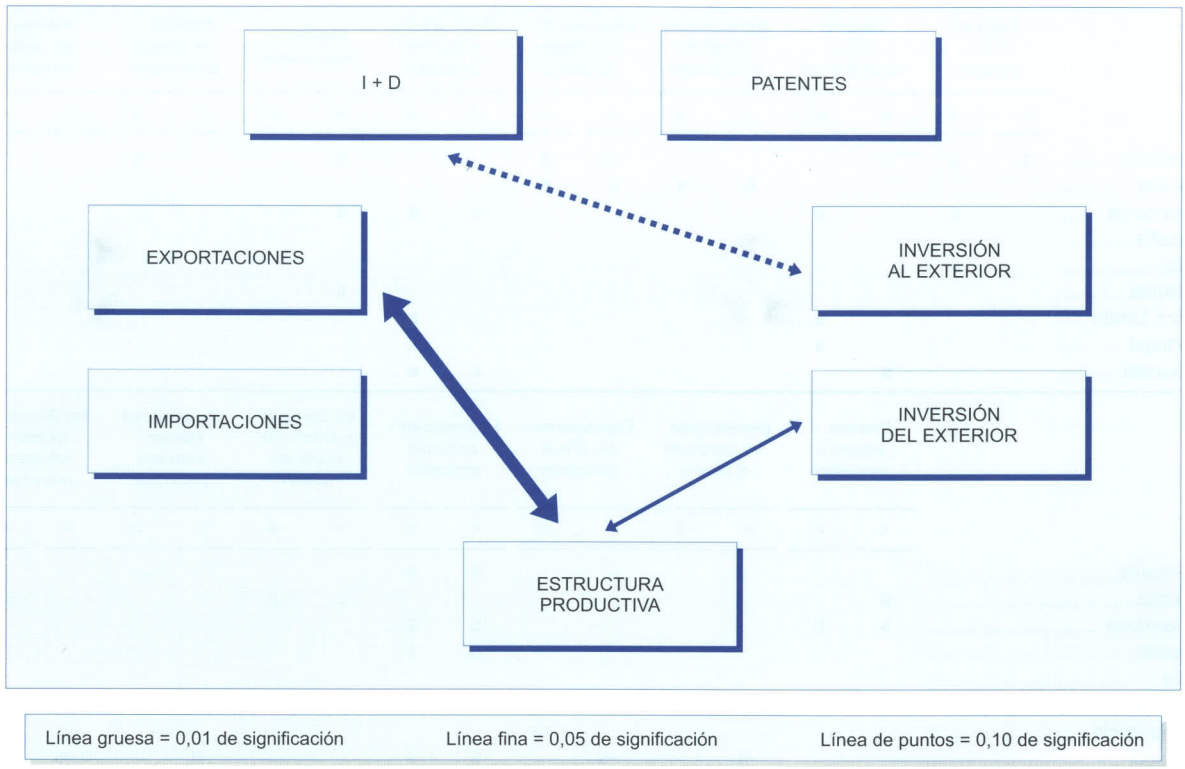
a) *Modelo basado en la inversión*

Está representado por Alemania y Francia. Son los dos únicos casos en los que hay relaciones significativas entre las ventajas tecnológicas relativas de los sectores industriales y la especialización en las inversiones directas internacionales. Además, en ambos casos se aprecia una asociación entre la especialización de la inversión del exterior y las ventajas en I+D, lo que revela una posición capaz de captar la inversión más avanzada, que busca ventajas creadas, de carácter dinámico, frente a ventajas estáticas, de carácter tradicional. No obstante, existen algunas diferencias, principalmente porque Alemania muestra una mayor coherencia en su expansión internacional, ya que también sus exportaciones se corresponden con sus ventajas tecnológicas.

b) *Modelo no-integrado*

Representado por Italia y España. Su característica fundamental radica en la ausencia casi total de relaciones significativas, lo que indica que su proceso de internacionalización no se basa de manera clara en las ventajas tecnológicas que son capaces de captar los índices disponibles. El proceso de apertura es más aleatorio, y las experiencia coherentes de importantes empresas o colectivos (cerámica y

ESQUEMA 2
ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA E INTERNACIONALIZACIÓN EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA



textil en Italia, alimentación y bebidas en España, etc.) se contraponen a otras muchas en las que la expansión se basa, principalmente, en factores clásicos, como los precios o los costes laborales.

c) *Modelo basado en el comercio*

Como indicábamos, es el patrón mas heterogéneo, pero todos los casos incluidos comparten la existencia de un triángulo formado por la especialización tecnológica, el comercio y la especialización productiva. En dos casos, Portugal y Finlandia, la base está formada por la asociación de la especialización tecnológica con las ventajas exportadoras y con la especialización productiva. En contraste con lo que ocurre en el modelo anterior, las relaciones con las inversiones no son significativas. El caso del Reino Unido es similar, aunque no presenta la misma asociación entre especialización productiva y exportaciones.

En gran medida, el caso de Holanda es parecido por la relación entre comercio y ventaja tecnológica. Sin embargo, en este caso, la principal diferencia radica en que la especialización de las inversiones del exterior se correlaciona bien con las exportaciones y las importaciones. El rasgo definitorio de este país podría resumirse como el de ser una economía de gran pujanza comercial, que basa una parte esencial de su internacionalización en esa variable, y que la inversión que recibe parece buscar esta ventaja relativa. Dinamarca reproduce también el mismo triángulo tecnología→exportaciones→estructura productiva, reforzado por un mayor número de asociaciones significativas.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha abordado el estudio de las relaciones entre el patrón de ventajas tecnológicas sectoriales de la economía española y su internacionalización a través de los mecanismos comerciales y las inversiones directas. El tema es complejo, y la ausencia de una

base teórica bien definida y de estadísticas suficientes y homogéneas hace que no sea sencillo llegar a conclusiones cerradas. Sin embargo, se han puesto de manifiesto determinadas características de la especialización tecnológica y de sus relaciones, que sugieren algunas consideraciones importantes de cara a la política económica y tecnológica.

Además de volver a constatarse el retraso de la economía española en este capítulo esencial de creación de capacidades competitivas, el estudio de las ventajas relativas ha puesto de manifiesto el parecido que España mantiene con otros países de menor tamaño, pero con una mayor tradición en la asignación de recursos a las actividades innovadoras. Por el contrario, la ausencia de relación entre las prioridades sectoriales de los gastos en I+D y las ventajas tecnológicas reveladas asimila más el caso español al de los países de mayor dimensión, porque dicha relación sí se produce en la mayoría de países pequeños que se especializan tanto en el gasto como en las ventajas reveladas. Parece que acudir al calificativo de caso intermedio está plenamente justificado.

Por ultimo, el patrón de internacionalización de la economía española muestra signos de escasa integración, probablemente debido a su relativa novedad y todavía escaso alcance. Dentro de los modelos europeos analizados, España se asemeja de forma muy considerable a Italia y se aleja de el resto de países de mayor dimensión, particularmente Francia y Alemania.

Las cautelas que se han puesto sobre los resultados, deben tenerse también presentes a la hora de sugerir actuaciones de política demasiado detalladas. No obstante, pueden subrayarse algunas líneas de referencia.

En primer lugar, junto con la necesaria insistencia en la importancia de aumentar de manera considerable el esfuerzo dedicado a las actividades tecnológicas e innovadoras, debe también considerarse como prioritario el orientar las actuaciones de política en el sentido de dar mayor protagonismo a los agentes innovadores.

En segundo lugar, la escasa relación sectorial entre especialización de los recursos dedicados a I+D y las ventajas reveladas por las patentes pone de manifiesto la conveniencia de una estrategia que defina el modelo a seguir, y si en él van a seguir primando sectores cuya capacidad nacional es escasa por el menor desarrollo relativo que tienen y por el papel dominante que en ellos juegan las empresas multinacionales.

Un tercer campo de acción viene delimitado por las características del proceso de internacionalización. En el contexto actual, es necesaria una mayor relación entre ese proceso y las capacidades tecnológicas acumuladas en los sectores y empresas para poder obtener las mejores oportunidades que ofrece la economía crecientemente globalizada. Desde esta perspectiva, son dos las áreas que demandan una actuación política de nuevo cuño: el aumento de la capacidad de atracción y absorción de tecnología y el fomento de la internacionalización activa.

Respecto a la capacidad de atracción, el punto nuclear es la constatación del hecho de que las empresas internacionales más dinámicas tienen unas estrategias de inversión en las que predominan la búsqueda de ventajas creadas, principalmente las que se relacionan con lo que ya se conoce como «economía del conocimiento». Por tanto, la posibilidad de captar parte significativa de ese nuevo flujo inversor pasa por que las condiciones locales sean atractivas en función de la capacidad tecnológica propia y la modernización de su sistema de innovación, con papeles más abiertos e interactivos entre las instituciones públicas de investigación y las empresas. Estrechamente relacionada con esta atracción está la necesidad de que el sistema propio, y fundamentalmente las empresas, sean capaces de absorber eficazmente el flujo de conocimientos tecnológicos que genera el sistema a escala internacional, y especialmente la tecnología que explícita o implícitamente traen consigo las inversiones exteriores de empresas que localizan al menos parte de su actividad tecnológica en territorio español. Para ello, deben incrementarse la capacitación propia y fomentarse programas de desarrollo para empresas que se integran en redes de grandes empresas multinacionales.

Finalmente, la innovación tecnológica se efectúa hoy en contextos económicos amplios que permitan poner en valor los resultados alcanzados y también captar los nuevos activos de conocimiento allí donde se encuentren. Por ello, las políticas de fomento de la innovación tecnológica deben ir claramente en paralelo con una política económica en la que la presencia internacional sea determinante. Internacionalización que no solo consiste en la inversión directa, sino que debe tenerse en cuenta que todavía son mayoría importante las empresas que no exportan o lo hacen de manera ocasional, y que para muchas pequeñas empresas la proyección en los merca-

dos internacionales debe contemplar otros aspectos como la participación en programas de cooperación o los intercambios de tecnología.

NOTAS

(*) Este artículo forma parte del proyecto «Patrones de innovación de las empresas españolas. Similitudes y diferencias con empresas europeas», financiado por la CICYT (n.º SEC97-1361-C02-02).

(1) Está relativamente extendida la idea de que las patentes son un indicador de *output* frente a los *inputs* que medirían las actividades en I+D. Sin embargo, es más conveniente utilizar las patentes como un indicador de actividad tecnológica, ya que en muchos casos no se patentan procesos o productos finalizados y listos para su comercialización, sino que las empresas patentan también en medio del proceso de investigación.

(2) Para ello, se estima el siguiente índice $(P_{ei} / P_{wi}) / (P_{et} / P_{wt})$, siendo *i* el sector de actividad, *e* España, *w* el mundo y *t* el total respectivo. Si el índice supera la unidad, la posición de la correspondiente rama es mejor que la del promedio y, por tanto, se trata de un sector con *ventajas relativas*. Por el contrario, si el índice es inferior a la unidad, existen *desventajas relativas*. Es importante señalar que la información de base no está clasificada por sectores económicos, sino por campos tecnológicos, lo que exige una posterior transformación a una clasificación sectorial para que puedan ser comparados con otras estadísticas económicas. Por otra parte, a los efectos de una mayor claridad expositiva, hemos considerados como campos sin ventajas ni desventajas aquellos en los que el índice se sitúa entre 0,9 y 1,10.

(3) Los datos básicos son también de patentes en EE.UU. Sin embargo, en este caso, se distribuyen según tipos de productos en lugar de según campos tecnológicos. Por ello, los datos para la economía española no son directamente comparables con los expresados en el cuadro n.º 2.

(4) Partiendo de la base de datos de la OCDE, se estima un índice similar al anterior, con la siguiente expresión: $(I + D)_{ij} / (I + D)_{it} / (I + D)_{tj} / (I + D)_{tt}$, siendo *i* el sector, *j* el país y *t* el total de los países analizados. Si se alcanza un valor superior a la unidad, quiere decir que el sector *i*, en el país *j* asigna relativamente mas recursos a la I+D que el conjunto de los países con el que se compara. Lo contrario ocurre si el índice alcanza un valor inferior a la unidad. La desagregación empleada es la de producto anteriormente comentada.

(5) En este caso, además, debe tenerse en cuenta que las magnitudes sectoriales de origen son muy reducidas tanto en patentes como en I+D, lo que nos impone cautela a la hora de extraer conclusiones definitivas.

(6) Se trata del proyecto «Technology, economic integration and social cohesion», que, dentro del Programa Socioeconómico con Fines Propios (TSER), coordina la Universidad de Maastricht, y en el que este autor dirige un grupo de trabajo de la Universidad Complutense.

(7) Sobre los detalles técnicos, puede consultarse el trabajo de Molero, Casado y Granda (1998).

(8) La fuente originaria para la mayoría de las variables es la OCDE. Para la estructura productiva industrial, *Structure Statistics,* para la I+D, *Basic Science and Technology statistics* y para las inversiones, *International Direct Investments.* Los datos de patentes proceden de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos, en particular, la base de datos *Patenting Trends in the United States, State/Country Report 1963/1995.*

BIBLIOGRAFÍA

Amendola *et al.* (1992), «International patterns of technological accumulation and trade», *Journal of International and Comparative Economics,* vol. 1.

Archibugi, D., y Pianta, M. (1992), *The technological specialization of advanced countries,* Kluwer.

Bajo, O., y López, C. (1996), «La inversión extranjera directa en la industria manufacturera española», Papeles de Economía Española, n.º 66.

Barcenilla, S. (1999), «Tecnología y comercio en la UE: aspectos macro y microeconómicos», ponencia presentada al *II Encuentro de Economía Aplicada,* Zaragoza 3-5 Junio.

Barré, R. (1996), «Relationships between multinational firms and strategies and national innovation systems: a model an empirical analysis», en OECD, *Innovation, patents and technological strategies,* París.

Buesa, M., y Molero, J. (1998), *Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización,* Civitas, Madrid.

— (1999), «Innovación y competitividad en Madrid», Papeles de Economía Española, *Economía de las Comunidades Autónomas,* Madrid.

Campa, J. M., y Guillen, M. F. (1996), «Evolución y determinantes de la inversión directa en el extranjero», Papeles de Economía Española, n.º 66.

Carrera, M. (1992), «Los factores tecnológicos en la explicación del comercio», *Información Comercial Española,* n.º 705.

Casado, M. (1995), «La capacidad tecnológica de la industria española. Un balance de la transferencia de tecnología», *Información Comercial Española*, n.º 740.

Cazorla, L. (1997), «La inversión directa de la PYME industrial española en países en vías de desarrollo: un análisis de los factores determinantes», *Información Comercial Española,* n.º 761.

Dosi, G. *et al.* (1988), *Technical change and economic theory,* Pinter, Londres.

Dosi, G.; Pavitt, K., y Soete (1990), *The economics of technical change and international trade,* Harvester, Nueva York.

Dunning, J. (1988), *Explaining international production,* Unwin Hyman, Londres.

— (1993), *The globalizasion of business,* Routledge, Londres.

Dunning, J., y Narula, R. (ed) (1996), *Foreign direct investment and governments,* Routledge, Londres.

Durán, J. J. (1987), «Decisiones de inversión directa en el exterior de la empresa española, 1979-1985)», *Información Comercial Española.*, n.º 643.

— (1997), «Experiencia internacional e intención de inversión directa de la empresa española en el sudeste asiático», *Información Comercial Española,* n.º 761.

European Commission (1998), *Second report on S&T indicators, 1997,* Luxemburgo.

Fagerberg, J. *et al.* (1998), *Technology and intenational trade,* Edward Elgar.

Fernández, C. M., y Casado, M. (1995), «La internacionalización de las empresas innovadoras madrileñas», *Información Comercial Española,* n.º 726.

Fonfría, A. (1998), *Patrones de innovación e internacionalización de las empresas innovadoras españolas,* tesis doctoral, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.

Freeman, Ch. (1995), «The national systems of innovation in historical perspective», *Cambridge Journal of Economics,* n.º 19.

Freeman, Ch., y Soete, L. (1997), *The economics of industrial innovation,* Pinter, Londres.

Hobday, M. (1995), *Innovation in the East Asia. The challenge to Japan,* Edward Elgar, Londres

Lundvall, B. A. (1992), *National systems of innovation: Towards a theory on innovation and interactive learning,* Pinter Publishers, Londres.

Malerba, F., y Orsénigo, L. (1995), «Schumpeterian patterns of innovation», *Cambridge Journal of economics,* n.º 19.

Martín, C., y Velázquez, J. (1996), «Una estimación de la presencia de capital extranjero en la economía española y de alguna de sus consecuencias», Papeles de Economía Española, n.º 66.

Maté, J. M. (1996), «La inversión directa española en el exterior», Papeles de Economía Española, n.º 66.

Molero, J. (1996), «La exportación de tecnología como factor estratégico del desarrollo industrial: un análisis sectorial», *Información Comercial Española,* n.º 752.

— (1998), «Patterns of internationalization of Spanish innovatory firms», *Research Policy,* n.º 27.

MOLERO, J.; CASADO, M., y GRANDA, I. (1998), «Technological specialisation and path of internationalisation: a comparative analysis of European economies», ponencia presentada a la conferencia sobre *EU Integration in the context of globalization,* South Bank University, Londres, 9-10 enero.

NARULA, R. (1996), *Multinational investment and economic structure,* Routledge, Londres.

ORSÉNIGO, L. (1988), *The emergence of biotechnology,* Pinter, Londres.

PATEL, P., y PAVITT, K. (1988), «The international distribution of technological activities», *Oxford Review of Economic Policy,* volumen 4.

— (1995), «Patterns of technological activity: their measurement and interpretation», en P. STONEMAN (ed).

PAVITT, K. (1987), «International patterns of technological accumulation», en HOOD y VAHLNE (ed.), *Strategies of global competition,* Croom Helm, Londres.

SOETE, L. (1987), «The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered», *Research Policy,* vol 16.

STONEMAN, P. (ed.) (1995), *Handbook of the economics of innovation and technological change,* Balckwell, Oxford.

Resumen

En este trabajo, se analizan las relaciones existentes entre las ventajas tecnológicas de carácter sectorial y el proceso de internacionalización de la economía española, especialmente de su industria manufacturera. Tras la estimación de aquellas ventajas y de su comparación con las que muestran otros países europeos, la asociación con la presencia en el escenario internacional se hace dentro de un modelo tipológico que busca discutir los puntos fuertes y débiles de la experiencia española en el contexto de otras economías del continente. La constatación del carácter poco vertebrado de la experiencia de España conduce a discutir algunos elementos de reflexión sobre la orientación de la política tecnológica y los instrumentos de fomento de la expansión internacional.

Palabras clave: innovación tecnológica, competitividad.

Abstract

This article analyses the relations between the technological advantages of a sectorial nature and the process of internationalisation of the Spanish economy, especially of its manufacturing industry. After estimation of those advantages and their comparison with those displayed by other European countries, association with presence on the international scene is done within a typological model that seeks to discuss the strong and weak points of the Spanish experience in the context of other continental economies. Confirmation of the invertebrate nature of the Spanish experience leads to discussion of certain elements of reflection on the orientation of technological policy and the instruments for fomenting international expansion.

Key words: technological innovation, competitiveness.

JEL classification: O30, O31.

¿EXISTEN DIFERENCIAS INTERNACIONALES EN LA EFICIENCIA DEL GASTO EN I+D?

Jorge CRESPO GALÁN
Francisco J. VELÁZQUEZ ANGONA (*)

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del cambio técnico como motor del crecimiento económico resulta, hoy en día, indiscutible. No obstante, la idea no es nueva. Ya en las primeras formulaciones de los modelos de crecimiento exógeno se daba un papel relevante al cambio técnico, aunque no fue hasta los años setenta cuando se introdujo el capital tecnológico como un factor productivo más. Los posteriores desarrollos de la teoría del crecimiento endógeno reforzaron estas convicciones.

En la actualidad, todas las contrastaciones de los modelos de crecimiento económico incorporan, de una u otra forma, el capital tecnológico, encontrando la mayoría de ellas una influencia positiva de los indicadores de intensidad tecnológica en todos los países en que ésta se ha contrastado. Sin embargo, el análisis de la distribución geográfica de los gastos en I+D revela que éstos se concentran en un reducido grupo de países de elevado nivel de renta de la Europa central y nórdica y, principalmente, en Estados Unidos y Japón. El resto de países, incluso dentro del conjunto de los desarrollados, presentan indicadores de esfuerzo tecnológico sustancialmente inferiores.

La razón de estas diferencias en la cuantía de los recursos destinados a innovación debería responder a divergencias en el impacto que estas actividades tienen sobre la productividad, rentabilidad o competitividad de las empresas. Además, el contexto institucional —mercado financiero, apoyo público, etc.— puede hacer diferir la eficiencia de estas inversiones. También puede argumentarse que el motivo de esta concentración se deriva de la existencia de rendimientos crecientes a escala o la existencia de umbrales que hacen variar el impacto de los gastos en I+D en función de la cuantía acumulada previamente.

Así, el objetivo de este artículo es tratar de comprobar si existen diferencias internacionales en la eficiencia del gasto en I+D, es decir, si su impacto sobre la productividad difiere entre países, incluso dentro de un colectivo bastante homogéneo como son los de la Unión Europea (UE). Para ello, en el siguiente apartado, tras hacer un breve repaso de los procedimientos utilizados para contrastar el impacto de los gastos en I+D sobre la productividad, se propone un método basado en el utilizado por Lev y Sougiannis (1996) que, además de evitar los problemas de medición del *stock* de capital tecnológico, permite obtener indicadores complementarios sobre la distribución temporal de este efecto. En el tercer apartado, una vez descritos los datos utilizados, se discute el procedimiento de estimación, así como los principales resultados. Finalmente, se ofrece una síntesis de las conclusiones extraídas y algunas recomendaciones para la política tecnológica.

II. UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LOS GASTOS EN I+D SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y SU DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO

Desde que Solow (1957) insinuara que una parte del crecimiento económico no explicado por la variación de los factores productivos podría derivarse de las diferencias cualitativas existentes entre las distintas generaciones de capital físico —lo que hoy llamaríamos cambio técnico incorporado—, se han desarrollado, al menos, dos vías para el análisis de la incidencia económica de las innovaciones. La primera de ellas —el estudio histórico de casos— consiste en analizar la contribución al cambio técnico de una determinada invención desde su nacimiento, así como tratar de evaluar su impacto económico, tal como se hace en Griliches (1958) o en Mansfield *et al.* (1977). La segunda aproximación —los estudios econométricos— trata de establecer alguna relación entre la intensidad del proceso innovador, medido bien a través de sus *inputs* —gastos en I+D, pagos tecnológicos, etc.— o sus *outputs* —patentes, citaciones—, y algunas variables de resultados: rentabilidad, productividad, competitividad, incremento del empleo, etcétera.

Resulta evidente que el estudio histórico de casos presenta importantes limitaciones si se pretende, como ocurre en este trabajo, extraer conclusiones generales sobre el impacto que tiene el proceso innovador sobre el crecimiento económico. Así, a las dificultades que conlleva el seguimiento histórico de una innovación, se añaden las críticas a las que están expuestos sus resultados al no ser representativos, ya que suelen centrarse en invenciones importantes y exitosas, lo cual in-

troduce sesgos en las conclusiones alcanzadas (Griliches, 1995).

La segunda vía de análisis también presenta inconvenientes derivados de las dificultades en la medición de la importancia del proceso innovador, tanto si se hace en función de sus *outputs* como de sus *inputs.* En efecto, son muchos los trabajos que han tratado de evaluar de forma precisa el *output* del proceso de innovación, principalmente a través de las patentes, encontrándose con los problemas originados por la variabilidad en la propensión a patentar entre empresas y sectores, así como, en los casos en que se pretende establecer comparaciones internacionales, por las diferencias existentes como consecuencia de los distintos sistemas de patentes. Además, el uso de las patentes como único indicador de *output* resulta muy restrictivo, pues existen otras formas de protección de las innovaciones —secreto, bajos precios, rápido lanzamiento al mercado de nuevos productos— y no siempre todas las invenciones son patentables (OCDE, 1994). Por ello, la medición del *output* del proceso innovador se ha convertido en un tema de estudio en sí mismo.

Las limitaciones en la medición e interpretación del *output* han contribuido a incrementar la utilización de los *inputs* del proceso de innovación en el análisis de sus efectos sobre el crecimiento económico. Sin embargo, esta opción tampoco se encuentra exenta de dificultades. Así, la medición del conjunto de recursos destinados al proceso de innovación tecnológica sólo se ha comenzado a realizar, de forma sistemática y homogénea, en algunos de los países de la OCDE a partir de la publicación del *Manual de Oslo* en 1992 (1).

La restricción que supone no disponer de información comparable internacionalmente, unida al hecho de que una parte de los gastos de innovación correspondería a los pagos realizados para la adquisición de tecnología generada con antelación en otro sector económico (2) —lo que podría ocasionar una doble contabilización del esfuerzo inversor en el caso de estudios agregados—, ha conducido a orientar los trabajos realizados en este ámbito hacia el análisis del efecto de los gastos en I+D sobre el crecimiento económico, pues la información disponible sigue las directrices establecidas en el *Manual Frascati* desde los años setenta, lo que dota de homogeneidad temporal, sectorial e internacional a las series de datos utilizadas (3).

En lo referente a la elección de la variable representativa del crecimiento económico, la mayoría de los estudios han optado por la productividad del trabajo debido, al menos, a dos razones. En primer lugar, porque la relación entre esta variable y el gasto en I+D puede deducirse, de forma sencilla, a partir de una función de producción en la que se considere al capital tecnológico —acumulación de inversiones en I+D— como un factor productivo más (4). En segundo lugar, porque resulta inmediato establecer una relación entre el incremento de la productividad del trabajo y el crecimiento económico, pues el PIB per cápita se obtiene, directamente, multiplicando la productividad del trabajo y la tasa de empleo. Por el contrario, la relación entre otras variables candidatas —como la rentabilidad o la competitividad— y el PIB per cápita es más indirecta.

La influencia del capital tecnológico sobre el crecimiento de la productividad ha suscitado interés desde finales de los años sesenta (5). Como se señala en Nadiri (1993), por lo general, se parte de una función de producción Cobb-Douglas, cuyos argumentos son los factores convencionales —*stock* de capital físico y trabajo— y el *stock* de capital tecnológico o, alternativamente, se puede explicar el crecimiento de la productividad total de los factores convencionales —o residuo de Solow— por la *ratio* entre el gasto en I+D y la producción.

No obstante, es preferible la primera aproximación, puesto que, como se ha mencionado anteriormente, la variable que participa directamente en el PIB per cápita es la productividad del trabajo y, además, porque parece más realista considerar al capital tecnológico como un factor productivo más. Ahora bien, la medición del capital tecnológico ha significado, en general, la adopción de un conjunto de supuestos no siempre contrastados. Así, el cálculo de cualquier *stock* de capital —y, en concreto, el tecnológico— suele seguir la metodología del inventario perpetuo. Ello requiere tener series de inversión muy largas o un *stock* de capital inicial —que se estima a partir de algún supuesto sobre la evolución temporal de la *ratio* entre el capital tecnológico y la producción—, así como establecer la cuantía y distribución temporal de la depreciación. En este sentido, por ejemplo, Mansfield (1980) supone que el *stock* de capital tecnológico varía al ritmo que lo hace la inversión en I+D; Cuneo y Mairesse (1983) y Griliches (1986) suponen una tasa de depreciación del 15 por 100; Mohnen *et al.* (1986) y Bernstein y Nadiri (1989) consideran una tasa de depreciación del 10 por 100 (6).

Así, con el objeto de establecer la influencia del capital tecnológico sobre la productividad y, en la medida de lo posible, solventar algunos de los pro-

blemas señalados con anterioridad en este trabajo, se parte de una relación lineal como la propuesta por Lev y Sougiannis (1996) de la forma:

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot K_{it} + \gamma \cdot T_{it} + \varepsilon_{it} \qquad [1]$$

donde Y es la productividad del trabajo, K es la *ratio* entre el *stock* de capital físico y el empleo y T es la *ratio* entre el *stock* de capital tecnológico (KT) y el empleo; los subíndices i, t hacen referencia, respectivamente, al sector y año. El *stock* de capital tecnológico (KT) puede obtenerse siguiendo el método del inventario perpetuo del modo siguiente:

$$KT_{it} = \sum_{j=0}^{\infty} gid_{t-j} \cdot g_j \cdot d_j \cdot \frac{P_t}{P_{t-j}} \qquad [2]$$

donde *gid* son los gastos en I+D, g es la función de supervivencia (o proporción de la inversión que todavía está en uso en el período t, con un valor inicial de 1), d es la función de persistencia del activo (o proporción del activo en uso no depreciado con un valor inicial igual a 1) y P es el nivel de precios de los gastos en I+D.

Sustituyendo [2] en [1] y suponiendo, por simplicidad expositiva, que todas las variables están en términos reales, se obtiene:

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot K_{it} + \gamma \cdot \sum_{j=0}^{\infty} G_{t-j} \cdot g_j \cdot d_j + \varepsilon_{it} \qquad [3]$$

donde G es la *ratio* entre los gastos en I+D y el empleo (7).

Ahora bien, no parece lógico suponer que la inversión tecnológica tenga un efecto constante sobre el crecimiento económico durante todo su período de permanencia. Es más, un hecho aceptado es la existencia de un período en que estas inversiones no tienen ningún efecto, o incluso tienen un efecto negativo, debido a la existencia de costes de ajuste u otro tipo de obstáculos (8). Por tanto, es razonable suponer que cada retardo del gasto en I+D lleve asociado un parámetro γ distinto, siendo el que se presenta en [3] un efecto promedio. De este modo, la expresión anterior puede transformarse en:

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot K_{it} + \sum_{j=0}^{\infty} \gamma_j \cdot G_{t-j} + \varepsilon_{it} \qquad [4]$$

donde γ_j recoge, además, el efecto de la depreciación y retiro del gasto en I+D invertido en el período $t-j$. Nótese que al evaluar el efecto de un flujo temporal previo de gastos en I+D sobre la productividad del trabajo contemporánea, su probable reducción a lo largo del tiempo, como consecuencia de la depreciación o del retiro de parte del *stock* de I+D, debe ser tomada en consideración al medir su impacto económico (9).

Al estimar la expresión [4], se obtiene —a través de la suma de los parámetros γ_j estadísticamente significativos— el efecto total que tiene una unidad de gasto en I+D por unidad de trabajo sobre la productividad, durante todo su período de permanencia, considerando su distribución temporal. Ello permite, por tanto, calcular una tasa interna de retorno (TIR) para medir el impacto de los gastos en I+D sobre la productividad (10). En concreto, se trata de obtener la TIR que cumpla la condición:

$$1 = \sum_{j=-0}^{\infty} \frac{\gamma_j}{(1 + TIR)^j} \qquad [5]$$

Además, el procedimiento propuesto posibilita, a diferencia del utilizado en la mayoría de los estudios, averiguar el período de maduración de los gastos en I+D —calculado como el número de años que transcurren desde que se realiza la inversión hasta que ésta genera un incremento estadísticamente significativo de la productividad— y el período de permanencia del efecto —medido a través del tiempo que transcurre desde que se detecta un efecto positivo estadísticamente significativo del gasto en I+D sobre la productividad hasta que éste desaparece. Igualmente, permite comprobar si existen costes de ajuste iniciales que coartan la incidencia de los gastos de I+D en la productividad —identificados como efectos negativos en los primeros desfases, estadísticamente significativos.

III. DATOS, MÉTODO DE ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

La información utilizada para estimar la expresión [4] ha sido obtenida de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS (BDS-DEE-FUNCAS), que cubre el período temporal 1973-1995 (11). La productividad se ha medido como el cociente entre el valor añadido bruto real a precios de mercado y el número de horas trabajadas anualmente por los ocupados de cada sector —que se obtiene como producto del número de ocupados y las horas anuales medias trabajadas por los empleados, calculadas en Maté (1999). El *stock* de capital físico se ha medido siguiendo el método iterativo del inventario perpetuo (12), estimándose el *stock* de capital inicial a través del procedimiento de Harberger (1978) y utilizando el deflactor de la formación bruta de capital fijo como índice de precios; por último, las tasas de

depreciación se han tomado de Beutel *et al.* (1992), Velázquez (1995) y EUROSTAT (1997).

Como el objetivo del artículo es comprobar la existencia de diferencias internacionales de eficiencia de los gastos en I+D en el seno de la UE, se han seleccionado cuatro países, de los cuales dos son representativos de una capacidad tecnológica superior a la media comunitaria (Alemania y Francia) y otros dos inferior a la media (España e Italia). La información utilizada se encuentra desagregada siguiendo la clasificación NACE-CLIO R-25. No obstante, debido a los problemas que plantea la desagregación de los gastos en I+D en el caso de algunos sectores de servicios, se ha prescindido de las ramas de comercio, recuperación y reparación; alojamiento y restauración, e instituciones de crédito y seguros. En los casos de Alemania y Francia también se ha excluido el sector de comunicaciones. Finalmente, se ha eliminado el sector de servicios no destinados a la venta, ya que sus gastos en I+D incluyen buena parte de los que se destinan a financiar la investigación básica y, en consecuencia, no tienen efecto directo sobre la productividad de su sector.

Inicialmente, se ha procedido a estimar la expresión [4] para cada país por separado, por mínimos cuadrados ordinarios, suponiendo que una estructura que considere quince años —catorce desfases más el dato contemporáneo— en los gastos en I+D es suficiente para captar su influencia sobre la productividad. Ello ha limitado considerablemente el período temporal disponible a 1987-1995 (13).

No obstante, la estimación de la estructura de retardos de la expresión [4] puede conllevar problemas de multicolinealidad, dado que el esfuerzo tecnológico realizado por los sectores —medido como los gastos en I+D sobre empleo— es relativamente estable en el tiempo (Lev y Sougiannis, 1996). Una posible solución a este problema consiste en la reducción del número de parámetros a estimar imponiendo, a priori, alguna estructura a los retardos del gasto en I+D. En concreto, en este trabajo se ha utilizado el procedimiento propuesto por Almon (1965) —que supone una estructura polinómica a los retardos de la variable explicativa—, pero utilizando el método de computación introducido por Cooper (1972), que supera la inestabilidad numérica del procedimiento original (Hall y Cummins, 1991) (14).

Además, existen indicios fundados para pensar que las estadísticas sobre los gastos en I+D no están exentas de problemas derivados tanto de posibles limitaciones asociadas a la cumplimentación de las encuestas, mediante las que se recaba la información de las propias empresas, como por el hecho de que los datos sectoriales se obtengan a partir de muestras no suficientemente representativas (15).

Por otro lado, puede existir un problema de simultaneidad entre la producción —o productividad— y los recursos destinados a las actividades de I+D, ya que si la inversión en estas actividades contribuye al crecimiento de la productividad, éste posibilita la realización de gastos en I+D (16).

Ambos problemas conducen a estimadores inconsistentes. Para solucionarlos, se va a utilizar el método de variables instrumentales mediante una estimación de mínimos cuadrados en dos etapas. En la primera, se procede a estimar la relación entre los gastos en I+D sobre empleo —medido en horas— de cada sector y país, y el valor de dicho indicador para la misma actividad de los otros tres países incluidos en este estudio, de la forma:

$$G_{it} = \rho_0 + \rho_1 \cdot GR_{it} + u_{it} \qquad [6]$$

donde

$$GR_{itp} = \frac{1}{3} \cdot \sum_{g \neq p} G_{itg}$$

refiriéndose los subíndices *i*, *t* al sector y período, y *g*, *p* hacen referencia a los países: *p* al país que se analiza y *g* al resto de países.

La elección de este instrumento ha venido motivada por dos razones. En primer lugar, se dan comportamientos similares en el esfuerzo tecnológico relativo de cada actividad en los distintos países (17). En segundo lugar, existen indicios para pensar que este indicador relativo al resto de países se encuentra incorrelacionado con el residuo, ya que no va a verse influido por un *shock* que afectara a uno solo de los países analizados sin tener efectos en los otros.

En la segunda etapa, se estima la ecuación [4] pero sustituyendo los gastos en I+D por las predicciones obtenidas en la primera etapa. Además, en las estimaciones se han utilizado *dummies* temporales con el objeto de controlar las oscilaciones cíclicas de la productividad. En el caso francés, se ha introducido una *dummy* para el sector energético, dada la especificidad de éste (18). Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro n.º 1.

En los casos de Italia y Alemania, el número de retardos inicialmente considerados no fue suficiente para encontrar un coeficiente estadísticamente no significativo que indicara el fin del período de

CUADRO N.º 1

ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL GASTO EN I+D SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

	España	*Italia*	*Francia*	*Alemania*
Constante	0,01	0,01	0,02	0,01
	(11,47)	(2,96)	(15,47)	(6,21)
K	0,09	0,24	0,11	0,13
	(34,65)	(16,30)	(18,53)	(22,95)
G	–12,92	–14,06	–0,95	0,81
	(–2,80)	(–3,33)	(–1,67)	(0,98)
G (–1)	–8,92	–11,26	–0,34	–0,24
	(–3,34)	(–4,27)	(–1,02)	(–0,45)
G (–2)	–5,35	–8,59	0,17	–1,09
	(–3,46)	(–5,05)	(1,03)	(–2,81)
G (–3)	–2,21	–6,02	0,57	–1,72
	(–1,26)	(–3,54)	(3,53)	(–4,34)
G (–4)	0,50	–3,58	0,87	–2,14
	(0,20)	(–1,63)	(3,45)	(–4,40)
G (–5)	2,77	–1,24	1,06	–2,35
	(0,91)	(–0,47)	(3,24)	(–4,08)
G (–6)	4,62	0,97	1,14	–2,34
	(1,40)	(0,33)	(3,10)	(–3,70)
G (–7)	6,03	3,08	1,12	–2,12
	(1,87)	(1,04)	(3,00)	(–3,28)
G (–8)	7,01	5,06	0,99	–1,69
	(2,45)	(1,83)	(2,91)	(–2,73)
G (–9)	7,56	6,94	0,76	–1,04
	(3,35)	(2,93)	(2,71)	(–1,88)
G (–10)	7,68	8,70	0,42	–0,19
	(4,36)	(4,52)	(2,00)	(–0,39)
G (–11)	7,36	10,34	–0,02	0,88
	(3,34)	(5,51)	(–0,11)	(2,10)
G (–12)	6,62	11,87	–0,57	2,17
	(1,78)	(4,46)	(–1,64)	(4,44)
G (–13)	5,44	13,28	–1,23	3,66
	(0,93)	(3,22)	(–2,15)	(5,22)
G (–14)	3,83	14,58	–1,99	5,37
	(0,45)	(2,42)	(–2,34)	(5,26)
G (–15)	—	15,76	—	7,29
		(1,90)		(5,15)
G (–16)	—	—	—	9,43
				(5,02)
G (–17)	—	—	—	11,78
				(4,91)
S2	—	—	0,05	
			(26,03)	
R^2 Ajustado	0,90	0,71	0,94	0,85
Número sectores/n.º años	21/9	21/8	20/9	20/6
Número observaciones	189	168	180	120
REGRESIONES AUXILIARES: INSTRUMENTACIÓN DEL GASTO EN I+D				
Constante	0,00003	–0,00048	0,00067	0,001
	(0,26)	(–4,24)	(3,59)	(3,42)
GR	0,28	0,76	1,62	1,50
	(28,76)	(73,99)	(78,18)	(48,26)
R^2 Ajustado	0,63	0,92	0,93	0,83
Número observaciones	483	483	460	460

t–*ratio* entre paréntesis.

permanencia de los efectos del gasto en I+D sobre la productividad del trabajo. Por ello, en estos dos casos se amplió el número de desfases considerados hasta conseguirlo. A este respecto, en Italia fue suficiente con incluir quince retardos, sin embargo, en el caso de Alemania, ampliando en tres el número de desfases, no se consiguió el objetivo buscado (19). No obstante, dado que el número de grados de libertad es ya muy reducido, se ha dado como definitiva la estimación con diecisiete retardos.

Con los resultados obtenidos, se ha procedido a calcular los indicadores de la importancia y distribución temporal de la eficiencia del gasto en I+D que se describieron en la sección anterior, y que se presentan resumidos en el cuadro n.º 2 y el gráfico 1. Lo primero que llama la atención es el amplio período de maduración de los gastos en I+D, excepto en el caso de Francia. No obstante, hay que señalar que tal período —el lapso de tiempo que transcurre hasta que el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad es positivo y significativo— capta tanto el desfase entre el momento en que se produce el gasto y aquel en que se registra un incremento significativo de la productividad de las empresas inversoras como, en cierta forma, el tiempo que se precisa para que tenga lugar la difusión de la tecnología entre las empresas del sector. De hecho, en algunos trabajos que han analizado el tiempo que transcurre entre la aparición de una invención y la obtención de efectos económicos relevantes sobre la productividad se han encontrado desfases de hasta dos décadas (Adams, 1990).

Otro hecho destacable es que la permanencia del efecto parece tener una relación directa con el esfuerzo tecnológico realizado por el país. Así, España, que tiene el menor *stock* de capital tecnológico del conjunto de países seleccionados (20), es el país en que el efecto del gasto en I+D sobre la productividad tiene una menor persistencia.

En cuanto a la importancia del impacto de los gastos en I+D sobre la productividad, los resultados obtenidos deben tomarse con cierta cautela. Así, los coeficientes estimados deben interpretarse como la cuantía en que se incrementa la productividad al realizarse una inversión unitaria en I+D por hora trabajada (21). Por tanto, la suma de todos los coeficientes estadísticamente significativos indica la magnitud del incremento absoluto de la productividad derivado de una inversión unitaria en I+D. El país donde el impacto es mayor es Alemania, con 27,13 euros de incremento de la productividad horaria, frente a España, donde éste se reduce a 2,42 euros de incremento de la productividad.

Ahora bien, este efecto total tiene una composición y distribución temporal diferente en cada país, como se observa en el gráfico 1. Así, España e Italia se caracterizan por tener un impacto negativo inicial muy importante (–33,9 y –27,2 euros, respectivamente) que limita el efecto total. Esta situación es especialmente preocupante en el caso de España, donde el efecto global (2,42 euros) se ve claramente restringido por los efectos iniciales negativos. En la situación contraria se encuentra Francia que, aunque tiene un efecto positivo total cercano a un cuarto del español (6,94 euros), al no poseer una influencia negativa inicial obtiene un impacto total sobre la productividad del trabajo casi triple al de España.

Sería de gran interés disponer de una explicación precisa a esta diferente composición del efecto total; lamentablemente, sólo tenemos algunas

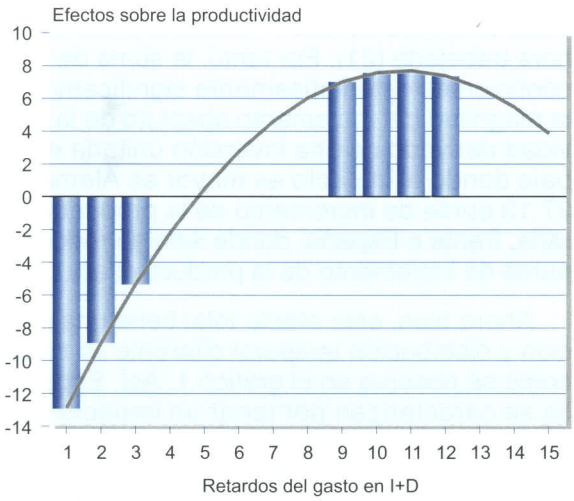
CUADRO N.º 2

INDICADORES DE LA IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DEL EFECTO DE LOS GASTOS EN I+D SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

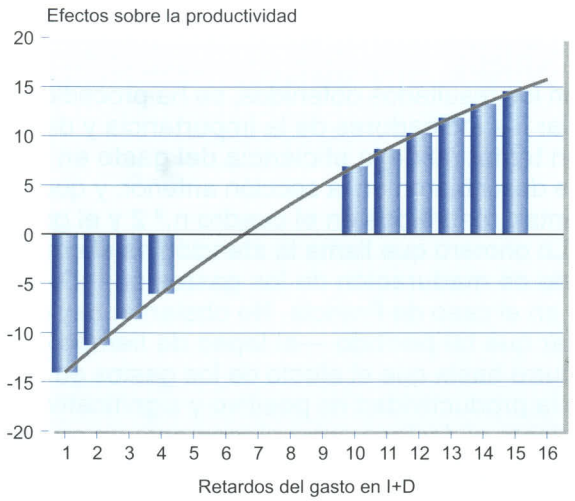
	España	*Italia*	*Francia*	*Alemania*
Período maduración	8	9	3	11
Efecto total por euro invertido	2,42	25,78	6,94	27,15
• Positivo	29,62	65,71	6,94	40,59
• Negativo	–27,20	–39,93	—	–13,45
Permanencia del efecto	4	6	8	7
Efecto máximo	7,68	11,87	1,14	11,78
Efecto mínimo	–12,92	–14,06	0,42	–2,35
TIR (porcentaje)	0,6	4,5	40,2	10,3

GRÁFICO 1
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DEL EFECTO DE LOS GASTOS EN I+D SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

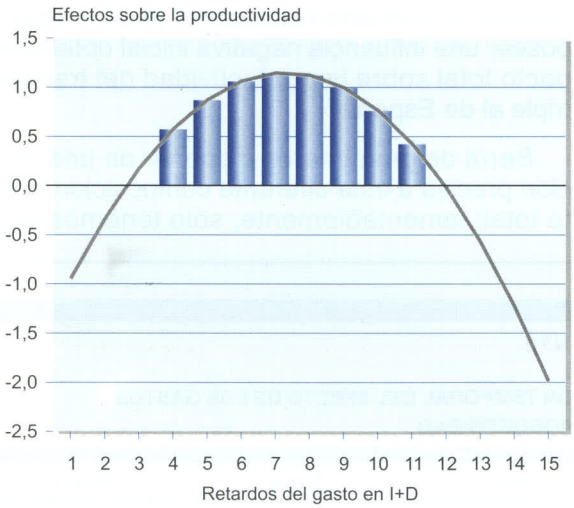
ESPAÑA



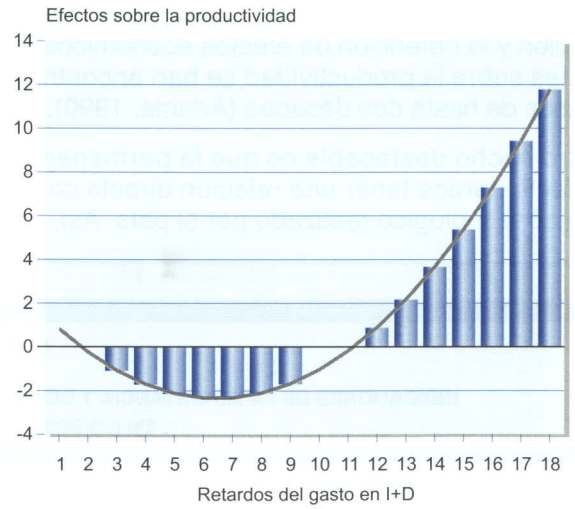
ITALIA



FRANCIA



ALEMANIA



Nota: El eje de retardos se ha configurado de modo que el primero de ellos se corresponde con el gasto en I+D contemporáneo. Las barras representan el valor de los coeficientes de los retardos que son estadísticamente significativos al 95 por 100.

intuiciones al respecto. Así, pensamos que los efectos iniciales negativos sobre la productividad del trabajo pueden derivarse de, al menos, dos tipos de circunstancias.

En primer lugar, y dado que las actividades de I+D detraen recursos —por ejemplo, trabajadores— de las empresas durante un buen número de años en que no se obtienen efectos palpables sobre la productividad —período de maduración—, es probable que en este período tenga lugar una disminución del valor añadido y, por tanto, una reducción de su productividad aparente.

En segundo lugar, cabría mencionar el que, sin duda, es uno de los principales obstáculos para la realización de este tipo de actividades: su financiación, debido tanto al largo período de maduración y el elevado riesgo que conllevan como a la existencia de costes de ajuste. Además, parece razonable afirmar que estos problemas se agravan en aquellos países donde: *a)* existen mayores imperfecciones en los mercados financieros, principalmente cuando las instituciones de capital riesgo y los mercados secundarios se encuentran menos desarrollados; *b)* el apoyo público a la I+D realizada por las empresas es inferior en términos absolutos; *c)* el nivel de capital tecnológico es menor, dado que existiendo efectos umbral importantes o, incluso, rendimientos crecientes a escala en este factor, la rentabilidad del mismo aumenta con la cantidad acumulada previamente; *d)* y, derivado del anterior, el estadio tecnológico es menor, pues las innovaciones supondrán cambios más radicales con mayores costes de ajuste derivados de los déficit en la formación de los trabajadores (capital humano). De lo anterior se infiere que la realización de las actividades en I+D será seguramente más costosa en las economías donde se dé con mayor intensidad alguno(s) de estos factores y, en consecuencia, en ellas se producirán caídas en la productividad del trabajo durante los momentos iniciales de las inversiones en I+D.

En respuesta a los obstáculos que dificultan la realización de las actividades de I+D, las empresas reducirán este tipo de inversiones y sólo llevarán a cabo aquéllas que presenten una alta rentabilidad, tengan menor período de maduración y ofrezcan un riesgo inferior. Es decir, se inclinarán por la investigación más aplicada frente a la básica. Éste parece ser el caso de España e Italia donde, al existir el efecto inicial negativo de los gastos en I+D sobre la productividad, eligen proyectos de I+D con un impacto mayor, a tenor de los importantes efectos positivos obtenidos durante el período de permanencia, y seleccionan inversiones con menores períodos de maduración frente, por ejemplo, al caso alemán, lo que parece evidenciar la preferencia por la investigación más aplicada. Ello es consistente, en el caso español, con el insuficiente desarrollo de las sociedades de capital riesgo y de los mercados secundarios (22), el menor apoyo público, en términos absolutos, al gasto en I+D empresarial y la existencia de desfases tecnológico y de formación de la población activa frente a Alemania y Francia (23).

Llegados a este punto, conviene calcular las TIR de los efectos de las inversiones en I+D sobre la productividad, dado que las cuantías totales obtenidas de incremento de la productividad se producen en períodos de tiempo diferentes y con efectos iniciales especialmente negativos en Italia y España.

Los resultados obtenidos para las TIR muestran que el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad guarda una estrecha relación con el nivel de capital tecnológico acumulado. España e Italia, los países relativamente más atrasados tecnológicamente, presentan TIR por debajo del 5 por 100: en torno al 0,6 por 100 para España y 4,5 por 100para Italia. En contraposición, Francia y Alemania presentan rentabilidades reales muy elevadas (24).

La diferencia entre el impacto total y la tasa interna de retorno es especialmente llamativa en los casos de Italia y Francia, aunque se debe al mismo fenómeno. Italia es un país con un efecto positivo elevado, pero concentrado entre los retardos nueve y catorce, y con un impacto inicial muy negativo. Ello supone que las empresas deben asumir un coste financiero inicial muy importante y, en consecuencia, una reducción drástica de la TIR. El caso contrario es Francia que, aunque ofrece un impacto positivo menor, al estar éste próximo a la fecha de inversión —comienza en el tercer año— y tener un período de permanencia largo —ocho años—, sin sufrir un impacto inicial negativo, consigue el mayor efecto sobre la productividad, salvo, probablemente, Alemania (25).

En consecuencia, de los resultados antedichos puede deducirse que la eficiencia de los gastos en I+D difiere entre países y parece depender, sobre todo, de la capitalización tecnológica que presentan las economías. Ello parece apuntar hacia la existencia de efectos umbral o de rendimientos crecientes a escala en el capital tecnológico, que favorecen su acumulación en los países que parten de una mejor situación relativa. Igualmente, también parece deducirse de los resultados que las diferencias en los factores institucionales relaciona-

dos con el desarrollo de los mercados financieros, la actuación pública y las dotaciones de capital humano podrían estar detrás del distinto impacto de los gastos en I+D sobre la productividad. No obstante, ello requeriría un análisis más profundo de estos factores, que queda fuera del objetivo de este trabajo.

IV. CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo ha sido comprobar la existencia de diferencias internacionales de eficiencia del gasto en I+D, a partir de la medición de su impacto sobre la productividad del trabajo, que justifiquen las divergencias en la cuantía de los recursos que destinan las empresas de cada país a la innovación.

Para ello, se ha considerado conveniente seguir la propuesta metodológica de Lev y Sougiannis (1996) que posibilita, además de calcular el impacto de estas actividades sobre la productividad, conocer su distribución temporal. Ello ha permitido obtener indicadores complementarios de la importancia de este efecto, como son sus períodos de maduración y permanencia, así como calcular, de forma precisa, tasas internas de retorno (TIR), que es un indicador que sintetiza la información sobre la magnitud del impacto y su distribución temporal.

La evaluación de la eficiencia del gasto en I+D se ha realizado a partir de la información de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS (BDS-DEE-FUNCAS) que cubre el período temporal 1973-1995 y utiliza la clasificación NACE-CLIO R-25. Como sólo se pretende obtener evidencia internacional de estas diferencias de eficiencia en el contexto de la UE, se han seleccionado dos países que realizan un esfuerzo tecnológico superior a la media comunitaria (Alemania y Francia) y otros dos cuyo esfuerzo es inferior (Italia y España).

Los resultados obtenidos indican que en todos los países estudiados el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad es positivo, aunque también se obtiene que su período de maduración se sitúa en torno a los ocho años, excepto en el caso de Francia, en que se reduce hasta tres. El resto de indicadores expresivos de la importancia del efecto estudiado —y en especial la TIR— muestran que este impacto es mayor en aquellas economías que tienen un nivel de capitalización tecnológica superior. Este resultado parece indicar que existen rendimientos crecientes a escala o efectos umbral en el capital tecnológico, lo que coincide con los planteamientos de los modelos de crecimiento endógeno.

Ahora bien, también se constata que los reducidos efectos obtenidos en los países con niveles de capitalización tecnológica más bajos —España e Italia— obedecen a la existencia de un efecto inicial negativo de los gastos en I+D sobre la productividad —posiblemente derivado de problemas institucionales o de costes de ajuste—, que obligan a las empresas a llevar a cabo sólo las actividades tecnológicas que conlleven rentabilidades elevadas, presenten poco riesgo y tengan un período de maduración pequeño.

Estos resultados sugieren la conveniencia de aumentar tanto el número de empresas que hacen I+D como las cantidades invertidas por aquellas que destinan recursos por debajo de ciertos umbrales. Por ello, pueden sugerirse dos líneas de actuación para la política tecnológica. La primera —la adopción de medidas horizontales— debe facilitar el establecimiento de un marco jurídico y, sobre todo, fiscal adecuado para las sociedades de capital-riesgo y para los mercados secundarios que permita captar recursos para las actividades innovadoras.

La segunda vía de actuación —la vía financiera— debe centrarse en la elaboración de programas específicos de apoyo a la innovación para las PYME. Es decir, el sector público debería atender prioritariamente a aquellas empresas que, en caso de no ser apoyadas, no realizarían actividades innovadoras o reducirían sustancialmente la cuantía invertida. Las políticas del tipo «café para todos» no parecen ser las más adecuadas, puesto que favorecen a las empresas —grandes— con capacidad financiera para acometer los proyectos de I+D —pudiendo resultar, entonces, la financiación pública sustitutiva de la privada— en detrimento de aquellas empresas (PYME) que requieran necesariamente del apoyo público.

NOTAS

(*) Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Carmela Martín por los múltiples y valiosos comentarios que nos ha hecho durante la elaboración de este artículo. Igualmente, agradecemos a Patxi Perales la ayuda que nos ha prestado en el tratamiento de la información de base utilizada.

(1) El *Manual de Oslo* es un documento de la familia de los «manuales de Frascati» que se publicó por vez primera, como documento de la OCDE, en 1992. La edición consolidada del mismo ha sido recientemente publicada (véase OCDE, 1997). En este sentido, la Encuesta Europea de Innovación que ha llevado a cabo la Comisión Europea para los años 1992 y 1996 utiliza los conceptos del *Manual de Oslo,* al igual que la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las Empresas de 1992, 1994 y 1996 realizada por el INE en España.

(2) Los gastos en innovación tecnológica incluyen, según el *Manual de Oslo,* además de los gastos en I+D, la adquisición de tecnología no incorporada, la compra de maquinaria y equipo con mejora tecnológica conectada con innovaciones de producto o proceso, la mejora del equipo e ingeniería industrial, el diseño industrial, la comercialización de nuevos productos, y la formación de los trabajadores relacionada con la introducción de nuevos productos y procesos.

(3) Recientemente, la OCDE ha comenzado a publicar las series analíticas de gastos en I+D realizados por las empresas que son internacionalmente comparables y siguen una clasificación homogénea (ISIC revisión 2). Más detalles pueden encontrarse en OCDE (1998b).

(4) En GRILICHES (1995) se ofrece un resumen de los trabajos que incorporan el capital tecnológico en la función de producción.

(5) En MANSFIELD (1972) pueden consultarse los trabajos realizados a finales de la década de los sesenta y principios de los setenta sobre el tema. Análisis comparativos de los trabajos realizados y de sus principales conclusiones se ofrecen en NADIRI (1980), MOHNEN (1990), MAIRESSE y SASSENOU (1991), GRILICHES (1991), NADIRI (1993), NSF (1996) y COMISIÓN EUROPEA (1997).

(6) Un resumen de estos trabajos, donde puede constatarse la heterogeneidad de los supuestos establecidos en las mediciones del *stock* de capital tecnológico, puede encontrarse en NADIRI (1993).

(7) Nótese que G debería definirse como el cociente entre los gastos en I+D del período $t-j$ y el empleo del período t. No obstante, por simplicidad en la interpretación de resultados, se va a utilizar la *ratio* entre los valores contemporáneos de ambas variables.

(8) RAVENSCRAFT y SCHERER (1992) o MOHNEN *et al.* (1986), realizan estudios a nivel sectorial sobre el retardo medio existente entre la realización del gasto en I+D y la obtención de resultados económicos. Los primeros concluyen que el retardo medio se sitúa entre los cuatro y los seis años, los segundos obtienen un retardo de entre cinco y diez años, dependiendo del país.

(9) De hecho, este procedimiento se utiliza en el trabajo de LEV y SOUGIANNIS (1996) para calcular estructuras temporales de depreciación. Nótese que bajo el supuesto de igualdad temporal de γ; y comparando [3] y [4], se obtiene:

$$\gamma_j = \gamma \cdot g_j \cdot d_j$$

donde, por tanto, para el total de retardos, e introduciendo la restricción de que en toda la vida útil el activo debe depreciarse totalmente, resulta inmediata la obtención de los productos $g_j \cdot d_j$ para todos los retardos.

(10) La introducción de la TIR en este contexto no resulta excepcional. De hecho, una gran parte de los trabajos que evalúan el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad calculan tasas de retorno incluso a partir de las elasticidades. No obstante, al no determinarse la estructura temporal de dicho impacto, las tasas de retorno calculadas suelen exagerar el efecto de la I+D, pues, en general, se supone que éste es contemporáneo.

(11) En el apéndice se ofrece una explicación detallada de las fuentes originarias empleadas para construir las variables utilizadas en este estudio.

(12) Para una comparación entre la versión iterativa y la general del método del inventario perpetuo, puede consultarse MARTÍN MARCOS y MORENO (1992).

(13) Por tanto, se cuenta con un total de 189 observaciones en los casos de España e Italia (correspondientes a 21 sectores y 9 años), y de 180 en los casos de Francia y Alemania (20 sectores y 9 años).

(14) Para un análisis más detallado de los métodos de retardos distribuidos polinómicamente, véase MADDALA (1992).

(15) Por ejemplo, la estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico del INE se realizaba, hasta 1993, sólo a empresas que llevaban a cabo actividades de I+D de forma sistemática, y que en algún momento habían recibido, o solicitado, ayudas al sector público (MARTÍN y VELÁZQUEZ, 1993). De hecho, estos problemas de medida genéricos a gran parte de los países se incorporan en las notas metodológicas a las estadísticas internacionales de I+D (véase, por ejemplo, OCDE, 1998a).

(16) En GRILICHES (1995) se ofrece una discusión sobre el problema de simultaneidad en este tipo de relaciones y sus consecuencias sobre las estimaciones.

(17) De hecho, la estructura sectorial de los gastos en I+D es bastante homogénea entre países desarrollados (HATZICHRONOGLOU, 1997).

(18) El sector público francés ha jugado un papel fundamental en su sector energético y, más concretamente, en relación con la energía nuclear, potenciando su utilización e invirtiendo grandes sumas en la realización de actividades de I+D. En OCDE (1999) se ofrece un análisis del sistema francés de innovación donde pueden verse las especificidades que éste posee.

(19) De hecho, ampliando el número de retardos hasta 21 —el máximo posible— no se obtiene un parámetro no significativo.

(20) En MARTÍN y VELÁZQUEZ (1998) se ofrecen estimaciones del *stock* de capital tecnológico de los países de la Unión Europea para 1996. Tomando el valor correspondiente a Alemania como 100, se obtiene un *stock* relativo de capital tecnológico sobre el PIB de 92, 44 y 26 para Francia, Italia y España respectivamente.

(21) Es decir, no pueden ser interpretados como variaciones porcentuales en la variable dependiente ante incrementos relativos de las independientes, al no tratarse de elasticidades.

(22) En MARTÍ (1995) se realiza un análisis detallado de las sociedades de capital riesgo en España.

(23) En efecto, el porcentaje de población en edad de trabajar de España con formación equivalente a estudios superiores se sitúa en torno al 50 por 100 de la que presenta Alemania (MARTÍN y VELÁZQUEZ, 1998).

(24) En CUNEO y MAIRESSE (1983) y MOHNEN *et al.* (1986) se obtienen resultados similares para Francia y Alemania.

(25) Los resultados referidos a Alemania deben tomarse con cautela, dado que con la información disponible no se capta el período de permanencia de los efectos en su integridad. No obstante, puede asegurarse que la TIR es, por lo menos, del 10 por 100.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, J. D. (1990), «Fundamental stocks of knowledge and productivity growth», *Journal of Political Economy,* vol. 98, n.º 4, páginas 673-702.

ALMON, S. (1965), «The distributed lag between capital appropiations and expenditures», *Econometrica,* vol. 33, págs. 178-196.

BERNSTEIN, J. I., y NADIRI, M. I. (1989), «Rates of return on physical and R&D capital and structure of the production process: Cross section and time series evidence», en RAJ, B. (ed.), *Advances in Econometrics and Modelling*, Kluwer Academic Publishers, Londres, páginas 169-187.

BEUTEL, J. *et al.* (1992), «Capital stock data for the European Communities. Part 1: Manual», *Report to the Statistical Office of the European Communities,* mimeo.

COMISIÓN EUROPEA (1997), *Second European Report on S&T Indicators, 1997*, Comisión Europea, Luxemburgo.

COOPER, J. P. (1972), «Two approaches to polynomial distributed lag estimation: An expository note and comment», *The American Statistician,* junio, págs. 32-35.

CUNEO, P., y MAIRESSE, J. (1983), «Productivity and R&D at the firm level in french manufacturing», *Working paper,* n.º 1068, National Bureau of Economic Research (NBER), Cambridge, MA.

EUROSTAT (1997), *The Capital Stock in the European Union. Structural Diagnosis and Analytical Aspects*, EUROSTAT, Luxemburgo.

GRILICHES, Z. (1958), «Research cost and social returns: Hybrid corn and related innovations», *Journal of Political Economy*, vol. 66, número 5, págs. 419-431.

— (1986), «Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970's», *American Economic Review,* vol. 76, n.º 1, páginas 141-154.

— (1991), «The search for R&D Spillovers», *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94, suplemento 1992, págs. 29-47.

— (1995), «R&D and productivity: Econometric results and measurement issues», en STONEMAN, P. (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Blackwell, Oxford, páginas 52-89.

HALL, B. H., y CUMMINS, C. (1991), *Tsp User's Guide.Version 4.2*, TSP International, Palo Alto, CA.

HARBERGER, A. C. (1978), «A primer on inflation», *Journal of Money, Credit and Banking,* vol. 10, n.º 4, noviembre, págs. 505-521.

HATZICHRONOGLOU, T. (1997), «Revision of the high-technology sector and product classification», *STI working paper* 59918, OCDE, París.

LEV, B., y SOUGIANNIS, T. (1996), «The capitalization, amortization, and value-relevance of R&D», *Journal of Accounting and Economics*, número 21, págs. 107-138.

MADDALA, G. (1992), *Introduction to Econometrics*, 2.ª edición, Macmillan, Nueva York.

MAIRESSE, J., y SASSENOU, M. (1991), «Recherche-developpement et productivite: un panorama des etudes econometriques», en DE BANDT, J., y FORAY, D. (eds.), *Recherche et technologie*, Economica, Paris.

MANSFIELD, E. (1972), «Contribution of research and development to economic growth of the United States», *Papers and Proceedings of a Colloquium on Research and Development and Economic Growth Productivity*, National Science Foundation, Washington, DC.

— (1980), «Basic research and productivity increase in manufacturing», *American Economic Review,* vol. 70, págs. 863-873.

MANSFIELD, E. *et al.* (1977), «Social and private rates of return from industrial innovations», *Quarterly Journal of Economics,* vol. 91, número 2, págs. 221-240.

MARTÍ, J. (1995), «El capital riesgo en España. 1994-1995», *Estudios e Informes sobre la PYME,* n.º 9508, IMPI, MINER.

MARTÍN MARCOS, A., y MORENO, L. (1992), «Medidas del *stock* de capital a partir de datos contables», en MATO, G., y SALAS, V. (dir.), *Valoración Económica del Beneficio y el Capital*, Mundiprensa-Fedea, Madrid.

MARTÍN, C., y VELÁZQUEZ, F. J. (1993), «El capital extranjero y el comercio exterior de las empresas manufactureras», PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, n.º 53, págs. 221-234.

— (1998), «Productividad y factores determinantes», en MARTÍN, C., *España en la nueva Europa*, Alianza Economía, Alianza Editorial, Madrid, págs. 31-48.

MATÉ, J. (1999), «Convergencia en la productividad horaria sectorial de los países de la UE, EE.UU. y Japón», *Documentos de trabajo,* n.º 147, FUNCAS.

MOHNEN, P. (1990), «R&D and productivity growth: A survey of the literature», *Cahier de Recherche,* n.º 57, CERPE, Universite du Quebec a Montreal.

MOHNEN, P. A.; NADIRI, M. I., y PRUCHA, I. R. (1986), «R&D, production structure and rates of return in the U.S., japanese and german manufacturing sectors», *European Economic Review,* vol. 30, páginas 749-771.

NADIRI, M. I. (1980), «Contributions and determinants of research and development expenditures in the U.S. manufacturing industries», en VON FURSTENBERG, G. M. (ed.), *Capital, Efficiency and Growth*, Ballinger, Cambridge, MA, págs. 361-392.

— (1993), «Innovations and technological spillovers», *Working paper,* n.º 4423, National Bureau of Economic Research (NBER), Cambridge, MA.

NSF (1996), *Science & Engineering Indicators 1996*, National Science Board, Arlington, Virginia.

OCDE (1994), *The Measurement of Scientific and Technological Activities: Using Patent Data as Science and Technology Indicators-Patent Manual*, OCDE, París.

— (1997), *Oslo Manual. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, OCDE-EUROSTAT, París.

— (1998a), *Basic Science and Technology Statistics*, OCDE, París.

— (1998b), *Research and Development in Industry 1975-96*, OCDE, París.

— (1999), *OECD Economic Surveys: France. Structural Policies Research and Innovation, 1999*, OCDE, París.

RAVENSCRAFT, D., y SCHERER, F. M. (1992), «The lag structure of returns to R&D», *Applied Economics*, n.º 14, págs. 603-620.

SOLOW, R. M. (1957), «Technical change and the aggregate production function», *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n.º 3, páginas 312-320.

VELÁZQUEZ, F. J. (1995), «Medición y evolución sectorial del *stock* de capital en España y los países centrales de la Unión Europea», *Documentos de trabajo,* n.º 119, Fundación FIES.

APÉNDICE

Variables utilizadas de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS (BDS-DEE-FUNCAS)

Las fuentes primarias utilizadas para la construcción de las variables sectoriales incluidas en este trabajo son las siguientes:

Valor añadido bruto nominal a precios de mercado y deflactor del valor añadido bruto nominal a precios de mercado: EUROSTAT, *National Accounts-ESA:* Detailed Tables by Branch; OCDE, *National Accounts.* Volume II: Detailed Tables; OCDE, *Services. Statistics on Value Added and Employment,* y elaboración del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

Empleo: EUROSTAT, *National Accounts-ESA:* Detailed Tables by Branch; OCDE, *National Accounts.* Volume II: Detailed Tables; OCDE, *Services. Statistics on Value Added and Employment,* y elaboración del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

Horas anuales de trabajo de los empleados: EUROSTAT, *Labour Cost. Principal Results;* EUROSTAT, *Work Organization and Working Hours 1983-92;* OIT, *Anuario de Estadísticas del Trabajo;* EUROSTAT, *Labour Force Survey,* y elaboración del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS. (Para obtener más detalles sobre el procedimiento de cálculo de esta variable, puede consultarse Maté, 1999).

Formación bruta de capital fijo en términos nominales y deflactor de la formación bruta de capital fijo: EUROSTAT, *National Accounts-ESA:* Detailed Tables by Branch; OCDE, *National Accounts.* Volume I. Detailed Tables; OCDE, *National Accounts.* Volume II. Detailed Tables; OCDE, *STAN Database for Industrial Analysis,* y elaboración del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

Gastos en actividades de I+D: OCDE, *Research and Development Expenditure in Industry;* OCDE, *Basic Science and Technology Statistics;* OCDE, *Main Science and Technology Indicators;* UNESCO, *Anuario estadístico,* y elaboración del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

Tasas de depreciación del capital físico: EUROSTAT (1997), Beutel, J. *et al.* (1992) y Velázquez (1995).

Resumen

El objetivo de este trabajo es obtener evidencia de la existencia de diferencias internacionales en la eficiencia del gasto en I+D, medida a partir de su impacto sobre la productividad. El procedimiento utilizado para ello permite obtener indicadores de la importancia de este impacto, así como su distribución temporal. Los resultados obtenidos indican que en todos los países estudiados el efecto de los gastos en I+D sobre la productividad es positivo y creciente con el nivel de capitalización tecnológica previo, lo que indica la presencia de rendimientos crecientes a escala, así como de costes de ajuste en estas inversiones.

Palabras clave: gastos en I+D, productividad, tasa interna de retorno, período de maduración, costes de ajuste.

Abstract

The aim of this study is to obtain evidence of the existence of differences in R&D spending efficiency, measured on the basis of its impact on productivity. The procedure used for this allows us to obtain indicators of the importance of this impact, as well as its time distribution. The results obtained indicate that in all the countries studied the effect of R&D spending on productivity is positive and rising with the level of prior technological capitalisation, which indicates the presence of increasing scale returns and adjustment costs in these investments.

Key words: R&D costs, productivity, internal rate of return, maturation period, adjustment costs.

JEL classification: O33, O49.

II. DETERMINANTES Y EFECTOS ECONÓMICOS DEL CAMBIO TÉCNICO

UNA NOTA SOBRE LA RENTABILIDAD SOCIAL DEL I+D Y EL NIVEL ÓPTIMO DE GASTO

Ángel DE LA FUENTE (*)

I. INTRODUCCIÓN

La identificación de los determinantes del ritmo de crecimiento de una economía es una cuestión clave para la formulación de la política económica. En los últimos años, el estudio de este tema ha ocupado un lugar importante en la investigación económica. Así, junto con numerosos trabajos teóricos que han dado un nuevo impulso a la teoría del crecimiento, encontramos en la literatura reciente un buen número de estudios empíricos que intentan cuantificar la importancia de las distintas fuentes del crecimiento y el impacto de diversas variables de política económica sobre el mismo, en un esfuerzo por ofrecer respuestas concretas a los problemas que se plantean a los gestores públicos.

Una de las características más destacadas de esta nueva literatura de crecimiento es el consenso emergente sobre la importancia de la inversión en capital tecnológico (y humano) como uno de los motores fundamentales del crecimiento económico. A nivel teórico, el análisis económico identifica el esfuerzo tecnológico como un factor potencialmente importante para el proceso de crecimiento y sugiere que éste podría verse obstaculizado por fallos de mercado que requerirían una intervención pública con vistas a conseguir un resultado eficiente. La evidencia empírica disponible, en líneas generales, tiende a confirmar estas conclusiones. La inversión en capital tecnológico contribuye de forma significativa al crecimiento, y su rentabilidad social parece ser significativamente mayor que su rentabilidad privada —lo que constituye evidencia de la existencia de efectos externos positivos (esto es, beneficios no apropiables por el investigador), que hacen que el nivel de inversión tecnológica tienda a ser inferior al óptimo (1).

En esta nota se realiza una estimación del tamaño de la brecha entre la rentabilidad social y privada del gasto en I+D y del nivel de subinversión que ésta genera en una muestra de países industriales entre los que se incluye España. El cálculo se realiza a partir de los resultados de la estimación de una función de producción agregada para los países de la OCDE en la que se incorpora el gasto acumulado en investigación como un *input* productivo.

II. LA RENTABILIDAD SOCIAL DEL I+D Y EL NIVEL ÓPTIMO DE GASTO

En De la Fuente (1998a,b) se estima una ecuación de convergencia para los países de la OCDE siguiendo la metodología propuesta por Mankiw, Romer y Weil (1992). La estimación permite recuperar los parámetros de una función de producción agregada de la forma

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha_k} H_{it}^{\alpha_h} R_{it}^{\alpha_r} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha_k-\alpha_h-\alpha_r} \qquad [1]$$

donde K, H y R son los *stocks* de capital físico, humano y tecnológico, respectivamente, L es el nivel de empleo y A_{it} un indicador del nivel de eficiencia técnica que aumenta con el tiempo a una tasa exponencial y refleja las mejoras en la eficiencia productiva no debidas a la inversión propia en I+D. Los coeficientes α_i ($i = k, r, l$) miden la elasticidad del producto total con respecto a las dotaciones de los distintos factores. Así, por ejemplo, un incremento del *stock* de capital tecnológico del 1 por 100 resultaría —manteniendo constantes las dotaciones de los otros factores y el nivel de eficiencia técnica— en un incremento del α_r por 100 en el producto agregado.

Los principales resultados de la estimación se resumen en el cuadro n.º 1. Cabe destacar que los coeficientes estimados son estadísticamente significativos y presentan el signo esperado y magnitudes razonables. El coeficiente del *stock* de capital tecnológico en la función de producción, en concreto, indica que la inversión en I+D tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento de la productividad. Su tamaño sugiere, además, que la rentabilidad social de este tipo de inversión es muy considerable.

La función de producción agregada que hemos estimado puede utilizarse para cuantificar la «rentabilidad social» de la inversión en distintos factores productivos, identificando así aquellas áreas en las que una reasignación de los recursos disponibles redundaría en una mayor tasa de crecimiento de la renta y el bienestar. Si dispusiéramos de datos fiables sobre los *stocks* de los distintos tipos de capital, podríamos calcular sus productos marginales, obteniendo así una estimación directa de su rentabilidad social, medida por su contribución al producto nacional por peseta invertida.

CUADRO N.º 1

PARÁMETROS ESTIMADOS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

Variable:		*Coef.*	*(t)*
Capital físico	α_k	0,3065	(5,07)
Capital humano	α_h	0,2041	(3,74)
Capital tecnológico	α_r	0,0603	(2,22)

En la ausencia de esta información, tenemos que conformarnos con procedimientos más indirectos que permiten, sin embargo, obtener al menos una aproximación de las magnitudes de interés. Con este objetivo, sean s_k, s_h y s_r la inversión en capital físico, humano y tecnológico medidas como fracción del PIB. Es fácil ver que la política óptima consistiría en invertir en primer lugar en los factores relativamente más escasos, hasta igualar los productos marginales netos de todos los activos para, a continuación, incrementar los distintos *stocks* a una misma tasa, manteniendo sus proporciones constantes. En este segundo estadio, la inversión en cada activo debería ser proporcional a su coeficiente en la función de producción, de tal forma que, a largo plazo, debería cumplirse:

$$\frac{s_i}{s_j} = \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \qquad \text{para } i, j = k, r, h \qquad [2]$$

De acuerdo con nuestras estimaciones de los parámetros relevantes, la *ratio* óptima entre inversión en I+D y en capital físico sería aproximadamente igual a 1/5. Los valores observados de la *ratio* entre los dos tipos de inversión son considerablemente inferiores a este valor óptimo en prácticamente todos los países de nuestra muestra, lo que sugiere que, pese a la intervención pública en este campo, las economías occidentales continúan dedicando un volumen excesivamente bajo de recursos a la innovación tecnológica.

El cuadro n.º 2 muestra las tasas de inversión en capital físico *(s_k)* y tecnológico *(s_r)* observadas en los países de nuestra muestra durante el período 1990-95, así como el valor de la segunda variable expresado como porcentaje de su nivel óptimo. El rango de valores de esta *ratio* oscila entre el 0,825 de Suecia y el 0,132 de Grecia, adoptando un valor medio de 0,429 en el conjunto de la muestra. Así pues, el país promedio de la OCDE invierte en I+D menos de la mitad de lo que debería —una

CUADRO N.º 2

INVERSIÓN EN I+D COMO FRACCIÓN DEL ÓPTIMO Y SU RENTABILIDAD SOCIAL

	s_k	s_r	s_r, *porcentaje óptimo*	ρ_r/ρ_k
Japón	30,38	2,98	49,90	2,00
Suecia	18,12	2,94	82,57	1,21
Alemania	19,99	2,87	73,01	1,37
Suiza	27,59	2,86	52,59	1,90
Estados Unidos	17,75	2,76	79,11	1,26
Francia	20,19	2,33	58,67	1,70
Reino Unido	16,12	2,22	69,96	1,43
Holanda	18,46	2,12	58,36	1,71
Noruega	23,39	1,89	41,15	2,43
Finlandia	21,88	1,83	42,49	2,35
Bélgica	19,37	1,70	44,57	2,24
Dinamarca	18,24	1,55	43,19	2,32
Austria	25,20	1,37	27,69	3,61
Canadá	22,62	1,35	30,31	3,30
Australia	20,70	1,30	31,96	3,13
Italia	19,19	1,24	32,84	3,04
Nueva Zelanda	18,13	0,87	24,39	4,10
Irlanda	17,30	0,84	24,54	4,07
España	**20,78**	**0,75**	**18,43**	**5,43**
Portugal	21,75	0,50	11,78	8,49
Grecia	17,86	0,46	13,23	7,56
Promedio	**20,72**	**1,75**	**42,93**	**2,33**

cifra que no llega al 20 por 100 en el caso de España.

Una forma alternativa de cuantificar el nivel de subinversión en I+D consiste en calcular su rentabilidad social. Para ello seguiremos el procedimiento sugerido por Lichtenberg (1992). Diferenciando la función de producción [1] con respecto a K y R, es fácil comprobar que el cociente de los productos marginales de estos dos tipos de capital viene dado por

$$\frac{\rho_R}{\rho_K} = \frac{\alpha_r}{\alpha_k} \frac{K}{R}$$

Aunque no disponemos de datos fiables sobre los *stocks* de capital físico y tecnológico, el cociente K/R será aproximadamente igual a s_k/s_r si esta *ratio* se ha mantenido aproximadamente estable durante un período lo suficientemente largo de tiempo. La última columna del cuadro n.º 2 muestra el valor de la *ratio* ρ_R / ρ_k para cada país, calculada bajo este supuesto. En promedio, la rentabilidad social de la inversión en capital tecnológico es más del doble de la rentabilidad de la inversión en activos físicos. En el caso de España y los otros países mediterráneos, la diferencia es mucho mayor.

III. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La teoría económica sugiere que una economía de mercado tenderá a invertir demasiado poco en actividades tecnológicas (2). La principal razón tiene que ver con la dificultad de apropiación de los beneficios económicos de la investigación. El problema es especialmente grave en el caso de la investigación básica, donde las aplicaciones prácticas de los nuevos resultados son muchas veces inciertas y se manifiestan con un retraso considerable. Pero, incluso en campos más aplicados, parte del valor económico de una innovación tiende a «escaparse» hacia proveedores, clientes o competidores que pueden beneficiarse de los resultados sin necesidad de invertir en su generación. En términos económicos, diríamos que la innovación tiende a generar «efectos externos» que introducen una cuña entre su rentabilidad social y su rentabilidad privada, reduciendo el incentivo de los agentes económicos a invertir en este tipo de actividades. En la ausencia de una intervención pública correctora, el resultado final será un nivel de inversión subóptimamente bajo.

Los gobiernos de los países industriales, sin embargo, intervienen activamente en este campo mediante una política tecnológica que se traduce tanto en una considerable actividad pública en el campo de la investigación como en el fomento de la investigación privada a través de diversos incentivos. Nuestros resultados sugieren que, pese a ello, el nivel de inversión tecnológica es inferior al óptimo incluso en los países más avanzados y, ciertamente, en el nuestro.

De acuerdo con nuestras estimaciones, la rentabilidad social de la inversión tecnológica (medida por su contribución al incremento del producto nacional) sería aproximadamente el doble de la rentabilidad de la inversión en capital privado en el promedio de la OCDE. Si suponemos que esta segunda cifra no anda muy lejos de la rentabilidad privada de la inversión en I+D (porque, en caso contrario, las empresas tendrían un fuerte incentivo a cambiar la composición de sus inversiones entre activos físicos y tecnológicos), la conclusión ha de ser que los efectos externos del gasto en I+D son muy sustanciales. A partir de estas cifras, resulta posible calcular el nivel óptimo de inversión tecnológica, que, de acuerdo con nuestros cálculos, estaría en torno al doble del gasto observado para el país medio de la OCDE. En el caso español, la brecha entre la rentabilidad privada y la social es aún mayor, y el nivel actual de gasto se sitúa tan sólo en torno a la cuarta parte del óptimo.

NOTAS

(*) Este trabajo resume algunos de los resultados del estudio *Innovación tecnológica y crecimiento económico* realizado para la Fundación COTEC. Agradezco también el apoyo financiero del Ministerio de Educación y Cultura a través del proyecto de investigación DGICYT n.º PB95-0130 y la asistencia en la investigación de Juan Antonio Duro y Gloria del Ángel.

(1) Véase De la Fuente (1998a) para un panorama de la literatura relevante.

(2) Véanse por ejemplo Arrow (1962) y Nelson (1969).

BIBLIOGRAFÍA

Arrow, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en *Collected Papers of Kenneth J. Arrow,* vol. 5: *Production and Capital,* Harvard U. Press, 1985.

De la Fuente, A (1998a), *Innovación tecnológica y crecimiento económico,* Fundación COTEC, Colección Estudios, n.º 11, Madrid.

— (1998b), «¿Convergencia real? España en la OCDE», *Moneda y Crédito,* 207, págs. 1-57.

Lichtenberg, F. (1992), «R&D investment and international productivity differences», *NBER Working Paper,* n.º 4161.

Mankiw, G.; Romer, D., y Weil, D. (1992), «A contribution to the empirics of economic growth», *Quarterly Journal of Economics,* CVII, páginas 407-37.

Nelson, R.. (1969), «The simple economics of basic scientific research», *Journal of Political Economy*, 68, págs. 297-306.

Resumen

En esta nota se presenta una estimación de la brecha entre la rentabilidad social y privada de la inversión tecnológica y del nivel de subinversión que esto implica. Los cálculos se realizan a partir de la estimación de una función de producción agregada para una muestra de países de la OCDE en la que se incluye España.

Palabras clave: I+D, inversión óptima, crecimiento.

Abstract

In this note we present an estimate of the gap between the social and private rates of return on technological investment and of the degree of underinvestment induced by this gap. Our calculations are based on an estimation of an aggregate production function for a sample of OECD countries.

Key words: R&D, optimum investment, growth.

JEL classification: O30.

INNOVACIÓN Y SALARIOS EN LA MANUFACTURA ESPAÑOLA

Ester MARTÍNEZ-ROS
Vicente SALAS FUMÁS

I. INTRODUCCIÓN

EXISTE evidencia empírica que sugiere que las empresas que realizan innovaciones de producto y/o proceso retribuyen más a sus trabajadores que las empresas no innovadoras (1). Al parecer, los trabajadores están en condiciones de capturar parte de las rentas que genera la innovación lo cual, en una primera lectura, podría llevar a la conclusión de que el eventual reparto de las rentas de la innovación con los trabajadores constituye un freno para la puesta en marcha de actividades innovadoras. Frente a esta interpretación es posible postular una hipótesis alternativa: las empresas ofrecen a los trabajadores compartir las rentas de la innovación como un incentivo para que se involucren en dicha innovación y contribuyan a elevar el ritmo de introducción de nuevos productos y procesos en la empresa.

Contribuir a esclarecer cuál de las dos explicaciones está realmente detrás de la evidencia empírica inicial es importante porque, en un caso, «los trabajadores capturan las rentas de la innovación» cualquier iniciativa conducente a aumentar el poder de los trabajadores en la empresa, mayor participación por ejemplo, iría en detrimento de actividades, como la innovación, que pueden generar rentas susceptibles de captura. Por el contrario, si con la expectativa de una mayor renta salarial *ex post* se consigue incentivar la actividad innovadora a través de una participación activa de los trabajadores en la empresa, entonces mayores salarios pueden ir asociados con más actividad innovadora y más creación de riqueza, pasando a convertir la experiencia en un resultado de suma positiva donde mejoran las rentas del trabajo y los beneficios del capital (2).

El presente trabajo tiene por objeto avanzar en dicho esclarecimiento proporcionando evidencia empírica sobre la influencia de la innovación en las rentas de los trabajadores, y al mismo tiempo la posible influencia de unas rentas salariales mayores sobre la actividad innovadora de las empresas. El análisis empírico se realiza a partir de la información contenida en la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE), y en particular, utilizando como medida de innovación por parte de las empresas la realización de innovaciones de producto y/o de proceso. Utilizar este indicador de *output* para la actividad innovadora es especialmente relevante en el contexto del presente trabajo, porque es de esperar que si la empresa tiene establecido algún mecanismo para impulsar la participación de sus trabajadores con ánimo, implícito o explícito, de que de esa participación resulten mejoras en productos y procesos (más allá de las que se obtienen a partir de la actividad estructurada de investigación y desarrollo), el resultado final se manifestará en tales innovaciones. Contrástese, por ejemplo, con la utilización del número de patentes como medida del *output* innovador, variable que depende de las actividades formales de I+D y los recursos invertidos en ellas, pero menos de la participación de los trabajadores.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. En el apartado II, se explican los antecedentes y fundamentos teóricos; la descripción de los datos y la medida de las variables se realiza en el apartado III; la metodología econométrica utilizada se describe en el IV; la presentación y discusión de los resultados se hace en el V; finalmente, las principales conclusiones se formulan en el apartado VI.

II. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este apartado, se revisan los fundamentos teóricos de la relación entre innovación y rentas salariales, así como los principales determinantes de la actividad innovadora de las empresas, a los que se añadirán las rentas de los trabajadores.

1. Salarios e innovación empresarial

La influencia del cambio técnico en las rentas de los trabajadores ha sido objeto de investigación en trabajos microeconómicos recientes (véanse por ejemplo, Bartel y Lichtenberg, 1990, y Bound y Johnson, 1992). La evidencia apunta hacia una relación positiva entre innovaciones y salarios, evidencia que se ha explicado en términos de complementariedades entre innovación y capital humano, una mayor calidad de los recursos humanos en las empresas más innovadoras o una mayor productividad, consecuencia de mayor esfuerzo por parte de los trabajadores. Desde esta perspectiva, las mayores rentas sala-

riales resultantes de la innovación no son más que la parte de ganancias de productividad que se consiguen con el progreso técnico, distribuidas a los trabajadores.

Otra corriente de literatura considera, en cambio, que los trabajadores consiguen capturar parte de las cuasi-rentas de la empresa como consecuencia del poder negociador que su organización sindical, por ejemplo, les asegura. En un trabajo pionero, Connolly y otros (1986) detectan que las empresas donde los trabajadores están organizados en sindicatos obtienen menos beneficios que las empresas sin sindicalización de los trabajadores. Al mismo tiempo, la presencia de sindicatos reduce la aportación de esfuerzo en I+D a los beneficios de las empresas. Por tanto, dichos autores concluyen que los trabajadores, a través de su organización sindical, consiguen capturar parte de los beneficios de la empresa, en particular aquellos atribuibles a cuasi-rentas que resultan de su esfuerzo innovador (3). El mismo trabajo encuentra también que la innovación (esfuerzo en I+D) es menor en empresas con mayor poder sindical, con lo cual la captura de cuasi-rentas atribuibles a la innovación por parte de los trabajadores puede ser contraria a la eficiencia dinámica. Menezes-Filho y otros (1998), en cambio, no obtienen evidencia alguna de la influencia de la sindicalización de los trabajadores en los gastos en I+D de las empresas en el Reino Unido, cuando se controla por las oportunidades tecnológicas de los sectores productivos.

Nuestro trabajo plantea unos objetivos similares a los de los trabajos citados, pero con variaciones metodológicas sustanciales. En primer lugar, se miden directamente las rentas potencialmente capturadas por los trabajadores en términos de diferencias entre salarios percibidos y salarios predichos, dadas unas características de la empresa y del sector donde desarrolla sus actividades. Segundo, la variable dependiente de innovación no es el esfuerzo en I+D, sino la probabilidad de que la empresa realice una innovación de producto o de proceso, para un esfuerzo en I+D dado. Por estas razones, el trabajo tiene relación con Van Reenen (1996), quien analiza, con resultados positivos, la relación entre salarios y actividad innovadora de las empresas. Sin embargo, Van Reenen no se ocupa de comprobar los efectos de las rentas capturadas por los trabajadores sobre la actividad innovadora de las empresas.

Formalmente, nuestra ecuación de salarios está inspirada en el resultado de Layard y otros (1991), donde los salarios observados son el resultado de una negociación modelizada según Nash, sobre las cuasi-rentas generadas por la empresa, bien a partir de recursos específicos (como los que se emplean en producir innovaciones), bien a partir de poder monopolístico en el mercado de productos, o bien a partir de una mayor capacidad innovadora (rentas schumpeterianas). Basándonos en estas premisas, escribimos,

$$W = F(\bar{\omega}, s, I, X) \qquad [1]$$

donde W es el salario observado, $\bar{\omega}$ es el salario de oportunidad, s es el poder negociador de los trabajadores, I es la variable de innovación y X es un vector de otras variables relevantes que aproximan las oportunidades de generar rentas distintas de las atribuibles a la innovación (poder de mercado, por ejemplo). El apartado empírico describe con más detenimiento estas variables.

2. La generación de innovaciones

La segunda cuestión que se aborda en el trabajo es la influencia de la retribución de los trabajadores en la actividad innovadora de las empresas. Para ello, es necesario disponer de un modelo explicativo de las innovaciones que incorpore también las consecuencias de la política retributiva de la empresa.

Las explicaciones *ex ante* de la actividad innovadora de la empresa se han resumido en variables que reflejan características de la propia empresa y características del mercado (sector) al que la empresa pertenece; en Levin *y otros* (1985) y Symeonidis (1996), se encuentran resúmenes compresivos de esta literatura.

En primer lugar, la capacidad de una empresa para innovar en productos y/o procesos dependerá del *stock* de capital tecnológico acumulado en el tiempo, principalmente a través de la inversión en actividades de investigación y desarrollo. Otras características de la empresa a tener en cuenta serán su tamaño, la intensidad de capital, el grado de integración vertical y la diferenciación de sus productos. En general, se espera un efecto positivo de estas variables en la generación de innovaciones.

La relación entre capital tecnológico y actividad innovadora no necesita mayor explicación, pues la capacidad para generar innovaciones debe estar, lógicamente, asociada positivamente con los recursos invertidos para conseguir esa capacidad. De no ser así, la empresa habría invertido inútilmente en dichos recursos. El mayor tamaño de la empresa puede favorecer la introducción de innovaciones, para un *stock* de capital tecnológi-

co dado, si dicho tamaño facilita el acceso a los recursos financieros necesarios para traducir el conocimiento en nuevos productos o procesos. La intensidad de capital incentivará la innovación si tales innovaciones son complementarias con la inversión física y las empresas perciben que las inversiones en activos físicos actúan como barrera a la entrada. Las empresas más integradas verticalmente tienen más incentivos a innovar, porque los beneficios de la innovación pueden repercutirse en un mayor número de actividades. Finalmente, empresas con productos más estandarizados pueden tener más incentivos a innovar porque la innovación es un camino para intentar diferenciar esos productos.

Las características del mercado que suponemos influyen en la generación de innovaciones por parte de las empresas son las oportunidades tecnológicas y la competencia. La oportunidad tecnológica se asocia con el esfuerzo tecnológico medio que realizan todas las empresas en un determinado mercado. Más oportunidades tecnológicas suponen más conocimiento acumulado en el mercado, del cual pueden beneficiarse las empresas a la hora de traducir sus conocimientos en innovaciones de producto o proceso. Por otra parte, ese conocimiento acumulado en el sector puede reducir la propensión innovadora si facilita una más rápida imitación por parte de las empresas rivales. El efecto neto final es, pues, incierto.

Algo similar ocurre con la relación entre generación de innovaciones y competencia en el mercado. Desde Schumpeter (1942) existe una corriente de pensamiento que asocia positivamente la producción de innovaciones con niveles no muy intensos de competencia entre las empresas, pues de este modo se aseguran unas rentas no despreciables para la actividad innovadora. Arrow (1962), en cambio, argumenta a favor de una relación positiva entre competencia en el mercado y propensión innovadora, dado que las ganancias esperadas de innovar son mayores si existe competencia que si la industria donde va a implantarse la innovación se encuentra inicialmente en régimen de monopolio.

En cuanto al efecto de la variable rentas de los trabajadores en la función de producción de innovaciones, está, en principio, indeterminado, pues depende de si tales rentas son el resultado de un proceso de «captura» de rentas por los trabajadores no deseada por la dirección o, por el contrario, resultan de una política de recursos humanos explícita a través de la cual la empresa comparte voluntariamente las rentas de la innovación con los trabajadores como una forma de motivarlos y fomentar su participación en la innovación.

Después de lo dicho, la segunda ecuación para el contraste empírico se expresa por:

$$I = H(G, r, Y, Z) \qquad [2]$$

donde I es la variable que mide la actividad innovadora, G es el *stock* de capital tecnológico, r son las rentas percibidas por los trabajadores, Y es un vector de variables referidas a características de la empresa y Z son las variables sobre características del mercado.

III. DATOS Y VARIABLES

Para el análisis empírico, se ha utilizado la ESEE durante el período 1990-1993. La base de datos consta de aproximadamente 2.500 empresas por año, que tras una selección de aquellas empresas que proporcionan información de todas las variables a lo largo del período, se obtiene una muestra de 923 empresas por año. A continuación, se explica la construcción de las principales variables a utilizar en este estudio.

1. Ecuación de salarios

La variable dependiente se construye dividiendo los gastos de personal por el número de trabajadores de cada empresa y año. Posteriormente, el salario medio se expresa en logaritmos (W).

Como aproximaciones del salario de oportunidad, se incluyen el salario medio de la industria (AW) y la cualificación media de la plantilla de la empresa, estimada en términos de proporción de ingenieros y licenciados (PIL) y proporción de titulados medios (PTIM).

El poder negociador de los trabajadores no se puede medir directamente porque no se dispone de datos sobre el grado de sindicalización de la plantilla, por ejemplo. Se puede suponer, sin embargo, que el tamaño de la empresa estará positivamente asociado con el poder negociador de los trabajadores y, por ello, se incluye entre las variables explicativas la cuota de mercado de cada empresa (CUOTA), obtenida como cociente entre sus ventas y las totales del sector a que pertenece. Se busca con ello normalizar el tamaño en términos relativos al tamaño del sector donde la empresa se encuentra. Uno de los problemas asociados a esta variable es que puede ser endógena y, por lo tanto, determinada conjuntamente con la variable dependiente. Para evitar que el coefi-

ciente estimado de CUOTA sea inconsistente, instrumentaremos la variable con sus valores pasados.

Las condiciones competitivas del mercado donde opera la empresa se aproximan a través de dos variables: concentración y crecimiento de la demanda. La concentración, medida como CR4 (ventas de las cuatro empresas más grandes en relación al total del mercado), se asocia en principio con menor competencia y más beneficios susceptibles de captura por los trabajadores; es decir, esperamos que los salarios sean mayores en sectores más concentrados. De igual forma que con la cuota de mercado, la concentración también puede presentar problemas de endogeneidad, por lo que utilizaremos la variable retrasada un periodo como instrumento más adecuado.

El crecimiento de la demanda se mide a través de la variable RECES, que toma valor 1 si la empresa afirma que su mercado está en recesión y 0 en los demás casos. Esperaríamos que en los mercados recesivos la competencia fuera más intensa, y con ello las rentas incorporadas al salario menores (efecto negativo de RECES sobre los salarios).

Por último, la variable INNOVA captura la decisión de la empresa en el período de introducir o no una determinada innovación (en el epígrafe siguiente se describe la variable con más detalle). En principio, esperamos, como se ha constatado en la literatura previa, un efecto positivo de INNOVA en los salarios.

2. Ecuación de innovación

La variable dependiente es ahora la decisión de la empresa de introducir o no una innovación y la naturaleza de ésta, si la innovación es de proceso o de producto. INNOVA, por tanto, es una variable dicotómica que toma valor 1 si la empresa dice que en el período ha introducido una innovación, y 0 en el resto de los casos. La variable tiene, como ya se dijo, algunas ventajas, pero también limitaciones. La innovación no está supeditada a que se realice más o menos I+D por parte de las empresas ni a que se llegue hasta patentar el nuevo producto o proceso. Esto es importante en el contexto de la presente investigación, porque la participación de los trabajadores en la actividad innovadora de la empresa se realiza fuera de la estructura formal de innovación que la empresa tenga establecida (laboratorio de investigación, diseño, desarrollo,...). Sin embargo, no tenemos información ni del número ni de la importancia de la innovación que se lleva a cabo.

La ecuación [2] a estimar puede interpretarse como una función de producción de innovaciones en la que interviene, entre otras variables, el *stock* de capital tecnológico de la empresa. Dicho capital se recoge a través de la variable *G,* la cual se construye utilizando el esfuerzo en I+D de la empresa depreciado a una tasa δ (Griliches y Mairesse, 1984, y Hall, 1990):

$$G_{it} = S_{it} + (1 - \delta)\, G_{it} - 1 \quad [3]$$

donde S_{it} son los gastos en I+D de la empresa *i* en el período *t. G* es una variable que podría considerarse endógena en nuestro modelo, por lo que debemos utilizar algún instrumento que subsane dicho problema. La construcción del instrumento *GINST* ha consistido en, una vez obtenida la variable *G*, se ha obtenido su predicción mediante la estimación de *G* en función de variables exógenas como variables ficticias temporales y sectoriales, características de la empresa y del mercado y el *stock* de conocimiento pasado, bajo el supuesto de que no existe autocorrelación en el término de error.

Las rentas percibidas por los trabajadores (RDIF) se construyen siguiendo un proceso con dos etapas. En la primera etapa, se estiman los salarios en función de las variables exógenas del modelo y se obtienen los salarios predichos, pero distinguiendo entre salarios predichos para empresas que innovan y para empresas que no innovan. En la segunda etapa, se obtiene la diferencia entre el salario observado y el salario predicho, o renta diferencial. Bajo la hipótesis de «poder» de los trabajadores y captura de rentas, la variable renta diferencial debe tener un efecto negativo en la introducción de innovaciones. Si la participación de los trabajadores en las rentas de innovación actúa como incentivo a una mayor implicación en la actividad innovadora, entonces el signo será positivo.

Como controles de las características empresariales se utilizan: el tamaño medido a través del logaritmo del número de trabajadores (LEMP); capital físico sobre ventas (KSA); grado de integración vertical (CISP), en sentido inverso, construido como el porcentaje de compras intermedias sobre total de producción; estandarización del producto (EP), variable ficticia que toma valor 1 si la empresa fabrica un producto estándar; actividad exportadora (DEXP) con valor 1 si exporta, y 0 en caso contrario, y por último, información acerca de la participación extranjera en el capital social de la empresa (CAPEXT), medida a través de una variable ficticia que toma valor 1 si la empresa está participada

con más del 50 por 100, y 0 en caso contrario. El signo esperado de LEMP, DEXP y CAPEXT es positivo, mientras que para CISP es negativo. En cuanto a la variable intensidad de capital (KSA) no es posible teóricamente asignarle un efecto claro, positivo o negativo, sobre la innovación. Por último, se espera un efecto positivo de la estandarización de producto (EP) sobre la innovación si las empresas perciben la innovación como un medio para aislar el producto de la competencia en precios.

Entre las variables explicativas que controlan por las características del mercado se incluyen la oportunidad tecnológica, la rivalidad tecnológica y el crecimiento. La oportunidad tecnológica del sector de actividad a que pertenece la empresa se mide a través del *stock* de capital tecnológico calculado a partir de G_i, sumando los valores correspondientes a todas las empresas del mismo sector, excepto el de la empresa *i*. La suma resultante se normaliza después por el total de ventas del sector. La variable oportunidad tecnológica, identificada por SPILL, tiene un efecto ambiguo sobre la introducción de innovaciones una vez controlamos por el gasto en I+D de la empresa *i*, G_i. Si el mayor capital tecnológico de un sector facilita la imitación de innovaciones por las empresas rivales, entonces esperamos un signo negativo para su coeficiente. Por el contrario, el signo de su coeficiente será positivo si las empresas aprovechan el conocimiento generado en el sector para facilitar e impulsar su propia innovación.

El grado de competencia en el mercado se aproxima, en relación inversa, por el margen bruto de explotación medio del sector, AVGMBE. En principio, un mayor margen supone menos competencia y más estímulos a la innovación desde la perspectiva de Schumpeter (1942). Sin embargo, en condiciones de elevado poder monopolístico, las empresas pueden perder los estímulos a innovar. Además, Arrow (1962) argumenta que en mercados donde la competencia es mayor se incrementan los estímulos a innovar porque los beneficios potenciales son mayores (menor efecto reemplazamiento). Atendiendo a estos argumentos, se introduce también en el modelo la variable margen al cuadrado, AVGMBE2. Si los efectos contrapuestos existen, es de esperar una relación no lineal de la variable AVGMBE con la probabilidad de innovar.

La variable RECES se incluye en la ecuación de innovación para contrastar si existen efectos de demanda, como apunta Schmookler (1966), en la decisión de innovar. En caso afirmativo, esperamos un coeficiente negativo para la variable, pues en mercados en recesión (expectativas de crecimiento negativo) los incentivos a introducir innovaciones serán menores. En ambas ecuaciones se controla por efecto sector y efecto temporal, incluyéndose en las estimaciones variables ficticias sectoriales y temporales.

En el cuadro n.º 1 se presentan los descriptivos de las principales variables explicativas del estudio, distinguiendo dos grupos de empresas: aquellas que innovan y las que no lo hacen.

Los resultados descriptivos nos permiten entrever las diferentes características de las empresas innovadoras con respecto a las no innovadoras. Es de destacar que las empresas innovadoras tienen una mayor proporción de personal cualificado, pagan salarios más altos, sus mercados están un poco más concentrados, tienen más capital tecnológico y están localizadas en sectores con mayores oportunidades tecnológicas, son más grandes y más exportadoras, y sin embargo, su capital físico es menor, tal vez a consecuencia de que parte de sus decisiones de inversión se dirigen a los intangibles como la I+D.

IV. METODOLOGÍA

La estimación de las dos ecuaciones planteadas, salarios e innovación, puede hacerse de forma separada o de forma simultánea, dependiendo del supuesto económico que se realice. Desde nuestro punto de vista, las empresas toman conjuntamente decisiones de innovación y retribución de los recursos humanos. Por lo tanto, el tratamiento econométrico a utilizar va a ser una estimación simultánea de ambas ecuaciones teniendo presente que trataremos con una variable dependiente limitada (innovación) y con una continua (salarios), y que en la ecuación de salarios se incluye una variable endógena con problemas de observabilidad. La implicación más inmediata es que la estimación deberá realizarse en dos etapas. La literatura ofrece ejemplos de este tipo de planteamientos (Nelson y Olson, 1978; Amemiya, 1978; Heckman, 1978, o Lee, 1978 y 1981). Para el caso español, existen trabajos como Ortí y Miravete (1991), Labeaga y Martínez-Ros (1994) o Escribano (1995) en los que se aplican modelos de características similares.

Las formas estructurales (FE) se pueden expresar:

$$W_{it} = \alpha_1 I^*_{it} + \beta'_1 X_{1it} + u_{1it} \quad [4a]$$

$$I^*_{it} = \alpha_2 r_{it-1} + \beta'_2 X_{2it-1} + \beta'_3 X_{3it-1} + u_{2it} \quad [4b]$$

donde, en nuestro caso, W_{it} es salario e I^*_{it} es indicador de inno-

CUADRO N.º 1

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS PARA EMPRESAS QUE INNOVAN Y QUE NO INNOVAN

	EMPRESAS INNOVADORAS NÚMERO OBSERVACIONES: 1.499		*EMPRESAS NO INNOVADORAS NÚMERO OBSERVACIONES: 2.193*	
	Media	*Desv. Est.*	*Media*	*Desv. Est.*
W	1,124	0,420	0,932	0,466
AW	1,044	0,201	0,987	0,204
PIL	0,037	0,059	0,024	0,049
PTIM	0,046	0,057	0,035	0,054
PNT	0,916	0,089	0,941	0,083
CUOTA	0,051	0,154	0,023	0,089
CR4	0,233	0,212	0,203	0,199
KSA	2,654	10,45	8,884	35,08
GINST	1,897	3,394	0,738	1,645
SPILL	0,021	0,016	0,016	0,014
DEXP	0,711	0,453	0,429	0,494
AVGMBE	0,102	0,033	0,109	0,036
LEMP	4,857	1,615	3,953	1,472
EP	0,666	0,472	0,657	0,475
CISP	0,588	0,237	0,599	0,193
CAPEXT	0,298	0,458	0,164	0,371
RECES	0,363	0,481	0,341	0,474
RDIF	–0,022	0,351	–0,039	0,391

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Encuesta sobre estrategias empresariales.*

vaciones, X_{1it} es un vector de variables exógenas, incluyendo salario alternativo y poder negociador de los sindicatos, r_{it-1} son las rentas capturadas por los trabajadores, X_{2it-1} es un vector de variables referidas a la empresa (incluido el conocimiento tecnológico), y X_{3it-1} es un vector de las características del mercado. Además, asumiremos que $u_i = (u_{1i}, u_{2i})$ se distribuye como una $N(0, \Sigma)$. Para la segunda ecuación, se supondrá un proceso general que relaciona la variable latente con la observada:

$$I_{it} = g(I^*_{it}) \qquad [5]$$

siendo $g(.)$ una regla de observabilidad que, bajo el supuesto de que u_2 sigue una distribución normal, genera un modelo de elección discreta tipo *probit.* Los parámetros del sistema están identificados bajo condiciones de rango y supuestos adecuados de normalización, ya que en este caso, para identificar los parámetros de la ecuación [4b] se supone que la varianza de dicha distribución es unitaria. La forma reducida (FR) del sistema se puede escribir como:

$$W = Z\Pi_1 + v_1 \qquad [6a]$$

$$I^* = Z\Pi_2 + v_2 \qquad [6b]$$

Siendo Z la matriz de variables exógeneas de orden NTxK.

Para la estimación del sistema de ecuaciones, utilizaremos un método bietápico, con alguna peculiaridad respecto a procedimientos similares propuestos en la literatura ya mencionados, y que se explica a continuación. La variable dependiente de la ecuación [6a] es continua, por lo que dicha ecuación puede ser estimada de forma consistente por MCO. Sin embargo, es difícil admitir que algunas de las variables de la ecuación [4a] sean exógenas, en particular CUOTA y CR4. Por tanto, la FR se estimará excluyendo dichas variables de la misma, mientras que en las estimaciones de la segunda etapa de la ecuación [4a] se emplean instrumentos para ambas variables. Como ya se ha señalado con anterioridad, es relativamente sencillo encontrar instrumentos internos para CUOTA y CR4 cuando, como en el caso que nos ocupa, se dispone de varias observaciones temporales para cada empresa; así, el pasado de dichas variables suele ser generalmente un buen instrumento. No es éste el caso cuando se trata de instrumentar una variable dicotómica. Con un porcentaje pequeño de empresas innovadoras y con cambios de régimen frecuentes entre innovación - no innovación, el pasado del indicador de innovación no es un buen instrumento. Además, es difícil justificar que innovaciones pasadas no tengan incidencia sobre

los salarios contemporáneos. Por ello, utilizaremos el valor predicho para el indicador obtenido tras estimar por máxima verosimilitud la ecuación [6b].

Es obvio que el sistema [4a]-[4b] se puede estimar por procedimientos alternativos, como el de máxima verosimilitud con información completa (Maddala, 1983), o por procedimientos marginales (Blundell y Smith, 1989). Sin embargo, el procedimiento en dos etapas que se utiliza proporciona estimadores consistentes y tiene la característica de la sencillez. En resumen, tras estimar la FR, obtenemos los valores predichos para salarios ($Z\hat{\Pi}_1$) e indicador de innovaciones ($Z\hat{\Pi}_2$). El primero se utiliza para calcular la variable renta diferencial (r_{it}), mientras que mediante el segundo se instrumenta la variable de innovación en la ecuación de salarios. Es decir, al margen de que la FE se estima por variables instrumentales (instrumentando CUOTA y CR4 mediante sus valores retardados), el procedimiento de estimación utilizado es similar al propuesto por Nelson y Olson (1978).

V. RESULTADOS

Los resultados de la estimación empírica se presentan en los cuadros n.os 2 y 3. El primero incluye estimaciones, de acuerdo con la metodología descrita en el epígrafe anterior, de las ecuaciones [1] y [2], sin distinguir entre innovación de producto o de proceso. El cuadro n.º 3 descompone la ecuación de innovación en innovaciones de producto e innovaciones de proceso. En ambos cuadros se presentan, junto a los resultados, los porcentajes de aciertos, es decir, el porcentaje de observaciones correctamente predichas por los modelos, y dos contrastes, uno de la bondad del ajuste y otro de significatividad conjunta de las variables incluidas en las especificaciones. Se puede afirmar que dado el porcentaje de empresas que innovan (25 por 100), el modelo predice correctamente. Además, se han calculado dichos porcentajes cambiando el modelo teórico, utilizando 0,25 (proporción muestral) en lugar de 0,50 (proporción teórica) para distinguir entre los regímenes innovación-no innovación. Los valores de los estadísticos son muy similares a los presentados en los cuadros. En general, los tests presentados avalan la especificación utilizada para los modelos que han sido estimados.

CUADRO N.º 2

ESTIMACIÓN DE LAS ECUACIONES SIMULTÁNEAS DE SALARIOS E INNOVACIÓN (*)

ECUACIÓN DE SALARIOS
VARIABLE DEPENDIENTE: W

Variable	*Coeficiente*	*t-ratio*
Constante	0,108	0,344
INNOVA	0,281	19,317
PIL	1,808	13,879
PTIM	0,762	5,827
AW	0,827	1,916
RECES	0,063	4,639
CUOTA	0,444	6,181
CR4	0,026	0,305

Instrumentos: Indicador de innovaciones predicho (INNOVA), CUOTA $_{t-1}$ y CR4 $_{t-1}$

ECUACIÓN DE INNOVACIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: INNOVA

Variable	*Coeficiente*	*t-ratio*
Constante	–1,095	3,916
$RDIF_{t-1}$	0,157	2,155
KSA_{t-1}	–0,005	3,238
$GINST_{t-1}$	0,090	6,800
$SPILL_{t-1}/10$	–1,322	1,861
$DEXP_{t-1}$	0,405	6,610
$AVGMBE_{t-1}$	5,350	1,467
$AVGMBE2_{t-1}$	–22,086	1,494
$LEMP_{t-1}$	0,133	6,123
EP_{t-1}	0,043	0,742
$RECES_{t-1}$	–0,096	1,689
$CISP_{t-1}$	–0,150	1,166
$CAPEXT_{t-1}$	0,009	0,125
Contrastes:		
Pseudo R^2:	0,104	
$\chi^2(18)$	395,75	
Porcentaje correctamente predicho:	55,77	

Nota:
(*) Método de estimación en dos etapas: En la segunda etapa se estiman las formas reducidas de la siguiente forma: a la ecuación de salarios se aplica variables instrumentales, no sólo para tener en cuenta la endogeneidad de INNOVA (que se instrumenta mediante el indicador predicho en la primera etapa), sino que, además, CUOTA y CR4 se instrumentan con sus valores retardados. La ecuación de innovaciones se estima instrumentando RDIF, utilizando para su construcción el valor predicho para los salarios en la primera etapa.

El nivel de salarios está positiva y significativamente asociado con la actividad innovadora de las empresas, una vez controlamos por los salarios de oportunidad y las características de la empresa y del sector (parte superior del cuadro n.º 2). Se confirma así la expectativa de una transferencia de rentas generadas por la innovación a los trabajadores, en forma de mayores salarios. Al mismo tiempo, las rentas diferenciales de los trabajadores también inciden positivamente en la probabilidad de innovar (coeficiente positivo y significativo de la variable $RDIF_{t-1}$ en la parte inferior del cuadro n.º 2). Por lo tanto, según estos resultados, la transferencia de rentas a los trabajadores tiende a influir positivamente en la actividad innovadora de las empresas.

El cuadro n.º 2 nos dice también que el salario está positivamente asociado con las variables que miden valores de oportunidad (PIL, PTIM, AW), tal como era de esperar. El tamaño relativo de la empresa también influye positivamente en el salario, en línea con la evidencia empírica de otros trabajos sobre el *size-wage effect;* Brown y Medoff, 1989). Sin embargo, la concentración del mercado no parece influir en el nivel salarial cuando se controla por el resto de variables, resultado que coincide con otras evidencias (Hirsch, 1990).

Contrariamente a lo esperado, las empresas en mercados más recesivos pagan salarios más altos. Tal vez esta evidencia refleje que en mercados más maduros se concentran empresas con tecnologías más tradicionales y trabajadores más organizados y reivindicativos, con poder negociador para fijar salarios al margen de las condiciones competitivas del mercado. En cualquier caso, el resultado merece un análisis más pormenorizado en el futuro.

Mayor capital tecnológico de la empresa aumenta la probabilidad de innovar, resultado previsible si consideramos que los recursos destinados a I+D constituyen el *input* del proceso innovador, y la introducción de nuevos productos y procesos, el *output* de dicho proceso. Sin embargo, el atractivo tecnológico del sector, recogido en la variable SPILL, tiene un efecto negativo en la probabilidad de innovar, lo cual indica que la evidencia empírica opta por la hipótesis de que un mayor atractivo tecnológico del sector frena la introducción de innovaciones porque se anticipa una mayor capacidad de imitación por parte de las empresas competidoras.

La probabilidad de innovar está influida positivamente por el tamaño del mercado (exportación) y por el tamaño de la empresa, medido por el número de trabajadores. La intensidad de capital y la situación recesiva del mercado influyen negativamente en la probabilidad de innovar. Por otra parte, la relación no lineal entre probabilidad de innovar y competencia en el mercado se ve tendencialmente corroborada por los signos de los coeficientes AVGMBE y AVGMBE2. Partiendo de una alta intensidad competitiva (márgenes medios sectoriales bajos), la transición hacia una menor competencia aumenta la probabilidad de innovar aunque a un ritmo decreciente y con un máximo en márgenes algo superiores al 10 por 100; a partir de ese punto, márgenes más altos (menos competencia) tienden a afectar negativamente a la probabilidad de innovar (4).

Cuando la ecuación de innovación se estima distinguiendo entre innovaciones de producto y de proceso (cuadros n.os 3a y 3b), las conclusiones generales apenas se modifican.

La única variación destacable es que la variable estandarización de producto (EP) aparece con un coeficiente positivo y significativo en la ecuación de innovación de producto, y con coeficiente negativo y significativo en la ecuación de proceso. De acuerdo con este resultado, las empresas que venden productos estandarizados son más proclives a introducir innovaciones en sus productos, probablemente con el ánimo de incorporar en ellos elementos de diferenciación y atenuar la competencia en precios. En cambio, la estandarización de producto influye negativamente en la innovación de proceso, tal vez porque en estas empresas los procesos productivos son más rígidos y permiten pocas innovaciones incrementales. Nótese también que la variable de competencia, margen medio del sector, es más significativa en las innovaciones de producto que en las de proceso.

VI. CONCLUSIÓN

Este trabajo aporta evidencia empírica —extraída de una muestra de empresas manufactureras españolas— sobre la hipótesis de que la introducción de innovaciones de producto y proceso, por parte de dichas empresas, repercute en unos mayores niveles salariales medios para sus trabajadores. Al mismo tiempo, parece que unos niveles salariales medios superiores a los previstos, para unas características dadas de la plantilla, la empresa y el mercado, influyen positivamente en la probabilidad de que la empresa innove. En la medida en que el salario diferencial (observado menos predicho) incluye las rentas de la innovación transferidas a los trabajadores,

CUADRO N.º 3a

RESULTADOS DISTINGUIENDO POR TIPO DE INNOVACIÓN (*)

ECUACIÓN DE INNOVACIÓN DE PRODUCTO
VARIABLE DEPENDIENTE: IPROD

Variable	*Coeficiente*	*t-ratio*
Constante	–1,856	6,121
$RDIF_{t-1}$	0,236	3,045
KSA_{t-1}	–0,006	2,709
$GINST_{t-1}$	0,053	5,368
$SPILL_{t-1}$ / 10	–0,501	0,682
$DEXP_{t-1}$	0,479	7,193
$AVGMBE_{t-1}$	7,368	1,846
$AVGMBE2_{t-1}$	–27,646	1,699
$LEMP_{t-1}$	0,105	4,667
EP_{t-1}	0,302	4,791
$RECES_{t-1}$	–0,139	2,268
$CISP_{t-1}$	–0,185	1,447
$CAPEXT_{t-1}$	0,036	0,503
Contrastes:		
Pseudo R^2:	0,104	
χ^2:	339,6	
Porcentaje de aciertos	55,82	

Nota:
(*) Método de estimación en dos etapas: En la segunda etapa se estiman las formas reducidas de la siguiente forma: a la ecuación de salarios se aplica variables instrumentales, no sólo para tener en cuenta la endogeneidad de INNOVA (que se instrumenta mediante el indicador predicho en la primera etapa), sino que, además, CUOTA y CR4 se instrumentan con sus valores retardados. La ecuación de innovaciones se estima instrumentando RDIF, utilizando para su construcción el valor predicho para los salarios en la primera etapa.

nuestros resultados sugieren que los mayores salarios percibidos por los trabajadores de las empresas innovadoras no actúan como detrimento de la introducción de innovaciones, es decir, no son contrarios a la eficiencia dinámica de las empresas.

Nuestros resultados difieren de otros anteriores obtenidos en empresas americanas (Conolly y otros, 1986), donde se concluye que los sindicatos consiguen capturar para los trabajadores parte de las rentas atribuibles a inversiones en I+D y, al mismo tiempo, las empresas con mayor presencia sindical tienen una menor propensión a invertir en I+D que las empresas donde la presencia de sindicatos es menor, es decir, que la apropiación de rentas de la innovación por los trabajadores repercute negativamente en la eficiencia dinámica de las empresas. Menezes-Filho y otros (1998), en cambio, no encuentran evidencia de que la sindicalización de los trabajadores afecte al esfuerzo en I+D en una muestra de empresas del Reino Unido. La comparación debe tener en cuenta, sin embargo, las diferencias metodológicas entre los distintos trabajos. Conolly y otros comprueban que la sindicalización de los trabajadores repercute en unos menores beneficios de la empresa, pero no se constata explícitamente la relación entre innovación y salarios de los trabajadores. Por otra parte, la innovación se mide en términos de esfuerzo de I+D *(inputs),* mientras que en nuestro trabajo la innovación se mide en términos de *output.* La evidencia sobre una asociación positiva entre salarios y actividad innovadora de las empresas coincide con la que obtiene Van Reenen (1996) para una muestra de empresas del Reino Unido, aunque Van Reenen no analiza la posible relación entre salarios y actividad innovadora de las empresas.

La investigación realizada y los resultados obtenidos tienen especial relevancia porque sugieren que las empresas innovadoras podrían estar impulsando una política de «compartir» las rentas de la innovación con los trabajadores, con el propósito de conseguir una mayor implicación de éstos en dicha innovación. La política de colaboración entre empresa y trabajadores, como fórmula para impulsar la innovación de productos y procesos, contrasta con la perspectiva de confrontación que ha dominado en la literatura previa. La conclusión debe tomarse con cautela, a la espera de otras investigaciones posteriores, porque se llega a ella por inferencia desde los resultados econométricos, pero no por la observación directa de prácticas retributivas y políticas de impulso de la participación de los trabajadores en la empresa. Podría ocurrir, por ejemplo, que la renta diferencial estimada que reciben los trabajadores de cada empresa estuviera correlacionada con una variable omitida en el modelo, la cual también influyera en la misma dirección sobre la probabilidad de innovar. La única forma de estar seguros de que esto no ocurre es observar directamente prácticas de gestión de recursos humanos y políticas de innovación de las empresas.

Junto al tema central de investigación, el trabajo proporciona evidencia empírica adicional de cierto interés sobre los determinantes de los salarios y la innovación entre las empresas manufactureras españolas. En este

CUADRO N.º 3b

RESULTADOS DISTINGUIENDO POR TIPO DE INNOVACIÓN (*)

ECUACIÓN DE INNOVACIÓN DE PROCESO
VARIABLE DEPENDIENTE: IPROD

Variable	*Coeficiente*	*t-ratio*
Constante	–1,242	4,377
$RDIF_{t-1}$	0,138	1,836
KSA_{t-1}	–0,004	2,363
$GINST_{t-1}$	0,051	4,696
$SPILL_{t-1}$ / 10	–0,968	1,355
$DEXP_{t-1}$	0,243	3,829
$AVGMBE_{t-1}$	3,566	0,964
$AVGMBE2_{t-1}$	–15,851	1,056
$LEMP_{t-1}$	0,188	8,622
EP_{t-1}	–0,184	3,135
$RECES_{t-1}$	–0,103	1,773
$CISP_{t-1}$	–0,141	1,096
$CAPEXT_{t-1}$	0,054	0,766
Contrastes:		
Pseudo R^2:	0,092	
χ^2:	329,4	
Porcentaje de aciertos:	55,58	

Notas:
(*) Método de estimación en dos etapas: En la segunda etapa se estiman las formas reducidas de la siguiente forma: a la ecuación de salarios se aplica variables instrumentales, no sólo para tener en cuenta la endogeneidad de INNOVA (que se instrumenta mediante el indicador predicho en la primera etapa), sino que, además, CUOTA y CR4 se instrumentan con sus valores retardados. La ecuación de innovaciones se estima instrumentando RDIF, utilizando para su construcción el valor predicho para los salarios en la primera etapa.

sentido, se constata que los salarios medios aumentan con el tamaño relativo de las empresas, después de controlar por diferencias en la formación media de la plantilla. La concentración del mercado, sin embargo, no parece influir en las diferencias salariales medias después de controlar por la cuota de mercado de las empresas. Finalmente, el salario medio es más alto entre empresas cuyos mercados están en recesión que en el resto de empresas. Este resultado alerta sobre la falta de flexibilidad en la retribución de los trabajadores en relación con las condiciones de entorno de las empresas. Es de esperar que los mercados recesivos predominen en sectores y tecnologías maduras, con trabajadores más antiguos y salarios que reflejan esa antigüedad. La rigidez retributiva será, sin duda, un lastre para la supervivencia de la empresa en los mercados con crecimiento negativo de la demanda.

Con respecto a la introducción de innovaciones, controlando por el capital tecnológico de las empresas, se observa que la probabilidad de introducir innovaciones aumenta con el tamaño del mercado y su crecimiento (estímulos de demanda), así como con el tamaño de la empresa. Por otra parte, la intensificación en capital físico de los procesos productivos parece ser sustitutiva de la innovación de productos y procesos. La evidencia apunta también que la probabilidad de innovar en productos se hace máxima en mercados con una rivalidad competitiva intermedia. Por último, el atractivo tecnológico del sector influye negativamente en la introducción de innovaciones para un capital tecnológico dado de la empresa, resultado que se interpreta como una respuesta defensiva de la empresa ante el temor de que el resto de competidores imite rápidamente la innovación. Cuando se distingue entre innovaciones de producto y de proceso, el resultado más destacable, adicional a los anteriores, es el efecto positivo de la estandarización de los productos de la empresa en la probabilidad de introducir innovaciones de producto, previsiblemente con el ánimo de reducir la sustituibilidad con los productos competidores y mejorar el margen de beneficios.

NOTAS

(1) Véase VAN REENEN (1996), para empresas del Reino Unido, y Martínez-Ros (1998) para empresas manufactureras españolas. CONNOLLY y otros (1986) encuentran, en una muestra de empresas americanas, que un mayor poder sindical reduce la contribución de las inversiones en I+D a los beneficios de la empresa, evidencia que interpretan en términos de captura de las cuasi-rentas de la innovación por parte de los trabajadores.

(2) KOCHAN y OSTERMAN (1994) revisan las políticas de los trabajadores en la empresa que contribuyen a mejorar la productividad y las oportunidades de generar riqueza. FREEMAN y LAZEAR (1994) advierten que la participación de los trabajadores en la empresa incrementa su poder negociador, y con ello su participación en las rentas generadas aumenta más deprisa que el crecimiento de la productividad; por esta razón, la dirección de la empresa tendrá incentivos a retrasar la participación de los trabajadores en las decisiones empresariales a pesar de que con ello se mejora la productividad total.

(3) Otros trabajos atribuyen las rentas que capturan los trabajadores a los beneficios extraordinarios que obtienen las empresas con poder de mercado: SALINGER (1984), CLARK (1984). HIRSCH (1990), en cambio, no encuentra evidencias empíricas de que las rentas que capturan los trabajadores provengan del poder de mercado de las empresas. HILDRETH y OSWALD (1997) revisan esta literatura correspondiente a los últimos años y aportan nuevas evidencias para el Reino Unido. Para el caso español, ANDRÉS y GARCÍA (1991), JAUMANDREU y MARTÍNEZ-ROS (1995) e INDAURRETA (1997) aportan diferentes evidencias empíricas sobre los determinantes de las diferencias salariales de las empresas.

(4) Estas conclusiones deben interpretarse con cautela, pues los coeficientes estimados sólo son significativamente distintos de cero al 85 por 100.

BIBLIOGRAFÍA

AMEMIYA, T (1978), «The estimation of a simultaneous equation generalized probit model», *Econometrica,* 46, páginas 1193-1205.

ANDRÉS, J., y GARCÍA, J. (1991), «Una interpretación de las diferencias salariales entre sectores», *Investigaciones Económicas,* XV, n.º 1, págs. 143-147.

ARROW, K, J. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en Universities-National Bureau Commitee for Economic Research, *The rate and direction of inventive activity*, Princeton: Princeton University Press.

BARTEL, A., y LICHTENBERG, F. (1990), «Age of technology and impact on employee wages», *Economics of Innovation and New Technology,* págs. 1-17.

BLUNDELL, R. W., y SMITH, R. J. (1989), «Estimation in a class of simultaneous equation limited dependent variable models», *Review of Economic Studies,* 56, páginas 37-58.

BOUND, J., y JOHNSON, G. (1992), «Changes in the structure of wages in the 1980's: An evaluation of alternative explanations», *American Economic Review,* 82, páginas 371-392.

BROWN, C., y MEDOFF, J. (1989), «The employer size-wage effect», *Journal of Political Economy,* 97, págs. 1.027-1.059.

CLARK, K. (1984), «Unionisation and firm performance: The impact on profits, growth and productivity», *American Economic Review,* vol. 74, págs. 893-919.

CONNOLLY, R.; HIRSCH, B., y HIRSCHEY, M. (1986), «Union rent seeking, Intangible capital and market value of the firm», *Review of Economics and Statistics,* vol. 68, páginas 567-577.

ESCRIBANO, J. (1995), «Análisis simultáneo de las decisiones de exportación, innovación y empleo», Fundación Empresa Pública, *Documento de Trabajo* 9.509.

FREEMAN, R., y LAZEAR, E. (1994), «An economic analysis of works councils», en J. ROGERS y W. STREEK (eds.), *Work Councils: Consultation, Representation and Cooperation in Industrial Relations*, Chicago University Press.

GRILICHES, Z., y MAIRESSE, J. (1984), «Productivity and R&D at the firm level», en Z. GRILICHES (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago University Press.

HALL, B. H. (1990), «The impact of corporate restructuring on industrial research and development», en *Brooking papers on Economic Activity: Microeconomics,* páginas 85-124.

HECKMAN, J. J. (1978), «Dummy endogenous variables in a simultaneous equation system», *Econometrica,* 46, págs. 931-959.

HIRSCH, B. (1990), «Market structure, union rent seeking, and firm profitability», *Economic Letters,* n.º 32, págs. 75-79.

HILDRETH, A., y OSWALD, A. (1997), «Rent-sharing and wages: Evidence from company and establishment panels», *Journal of Labour Economics,* vol. 15, n.º 2, páginas 318-337.

INDAURRETA, A. (1997), *Negociación Colectiva, Rentabilidad Bursátil y Estructura de Capital en España,* tesis doctoral Universidad del País Vasco.

JAUMANDREU, J., y MARTÍNEZ-ROS, E. (1995), «Diferencias de coste laboral en la industria: un modelo empírico y su aplicación a las manufacturas españolas», en J. J. DOLADO y J. F. JIMENO (eds.), *Estudios sobre el funcionamiento del mercado de trabajo español.*

KOCHAN, Th., y OSTERMAN, P. (1994), *The Mutual Gain Enterprise*, Harvard University Press.

LABEAGA, J. M., y MARTÍNEZ-ROS, E. (1994), «Estimación de un modelo de ecuaciones simultáneas con VDL: Una aplicación con datos de la industria española», *Investigaciones Económicas,* XVIII (3), páginas 465-489.

LAYARD, R.; NICKELL, S., y JACKMAN, R. (1991), *Unemploymen Macroeconomic Performance and the Labour Market*, Oxford University Press.

LEVIN, R. C.; COHEN, W. M., y MOWERY, D. C. (1985), «R&D appropiability, opportunity and market structure: New evidence on some schumpeterian hypotheses», *American Economic Review, Papers and Proceedings,* 75, págs. 20-24.

LEE, L. F. (1978), «Unionism and wages rates: A simultaneous equations model with qualitative and limited dependent variables», *International Economic Review,* 19, págs. 415-433.

— (1981), «Simultaneous equation models with discrete and censored variables», en *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*, C. F. MANSKI y D. MCFADDEN (eds.), Cambridge, MIT Press.

MADDALA, G.S. (1983), *Limited Dependent and Qualitative variables in Econometrics*, Cambridge University Press.

MARTÍNEZ-ROS, Ester (1998), «Innovation and rents: Three empirical essays using data from spanish manufacturig firms», tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

MENEZES-FILHO, N.; ULPH, D., y VAN REENEN, J. (1998), «R&D and unionism: Comparative evidence from british companies and establishments», *Industrial and Labour Relations Review,* vol. 52, n.º 1, páginas 45-115.

NELSON, F., y OLSON, L. (1978), «Specification and estimation of a simultaneous equation model with limited-dependent variables», *International Economic Review,* 19, págs. 695-705.

ORTÍ, A., y MIRAVETE, E. J. (1991), «Nivel de actividad, innovación y perfil exportador de las empresas valencianas: Análisis de DIRNOVA'88 mediante un modelo de ecuaciones simultáneas con variables dependientes cualitativas», *Documento de Trabajo,* 202. Universidad de Valencia.

SALINGER, M. (1984), «Tobin's q, unionisation and the concentration-profits relationship», *Rand Journal of Economics,* vol. 15, páginas 159-170.

SCHMOOKLER, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

SCHUMPETER, J. A. (1942), *Capitalism, socialism and democracy*, Nueva York, Harper.

SYMEONIDIS, G. (1996), «Innovation, firm size and market structure: Schumpeterian hypothesis and some new themes», *OCDE Economic Studies,* 27, págs. 35-70.

VAN REENEN, J. (1996), «The creation and capture of rents: Wages and innovation in a panel of UK companies», *Quarterly Journal of Economics,* 121, páginas 195-252.

Resumen

Este artículo trata de esclarecer si la relación positiva entre salarios medios e innovación de las empresas obedece a la captura por parte de los trabajadores de las cuasi-rentas de los recursos específicos dedicados a I+D o, por el contrario, a políticas de empresas que incentivan a los trabajadores para que se involucren más activamente en la introducción exitosa de innovaciones. La evidencia empírica a partir de una muestra de empresas manufactureras españolas no permite rechazar la hipótesis de que las rentas de innovación que se incorporan a los salarios incentivan la innovación y aumentan la eficiencia dinámica de las empresas. Junto a este resultado principal se analizan otros determinantes de los salarios medios y de la producción de innovaciones.

Palabras clave: innovaciones de producto y proceso, rentas de innovación, participación de los trabajadores.

Abstract

This paper investigates whether the empirical evidence about a positive association between innovation and average worker's compensation obeys to the capture by such workers of the quasi-rents generated by the specific assets invested in R&D activities or, to the contrary, to compensation policies by the firm's managers aimed to incentive workers in order to collaborate actively in the introduction of successful product and process innovations. The results from a sample of Spanish manufacturing firms in the early nineties, do not reject the hypothesis that innovation rents transfered to the workers in the form of higher wages affect positively the probability to innovate, i.e., contribute to the dynamics efficiency of the firms in the sample. Together with this main result the paper reports other evidences on the determinants of average wages and the production of innovations by Spanish manufacturing firms.

Key words: product and process innovation, innovation rents, workers participation.

JEL classification: O31.

PRINCIPALES RASGOS DE LOS SECTORES INNOVADORES EN ESPAÑA

UNA EXPLOTACIÓN DE LA *ENCUESTA SOBRE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LAS EMPRESAS*

Jorge CRESPO GALÁN
Francisco J. VELÁZQUEZ ANGONA

I. INTRODUCCIÓN

EL objetivo de esta nota es caracterizar a los sectores industriales españoles en función de su intensidad innovadora, así como ofrecer una evaluación tentativa de la medida en que las distintas actividades innovadoras contribuyen a mejorar su productividad y competitividad.

Para ello, se utilizarán los datos de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* (ESITE) del Instituto Nacional de Estadística (INE), cuya metodología sigue la establecida en el *Manual de Oslo* (1) que se inserta dentro de la Encuesta de innovación europea (EIE), de la que se han realizado dos ediciones en 1992 y 1996 (2). La primera edición de la ESITE, realizada en 1992, resultó fallida a causa de problemas presupuestarios (INE, 1998). Con posterioridad, se han realizado dos ediciones de esta encuesta en 1994 y 1996, que son objeto de este estudio.

Dado que la información contenida en esta encuesta ha tenido una difusión irregular (3), que ésta es una de las pocas encuestas periódicas españolas que —siendo representativa de la población de empresas industriales— analiza en profundidad el proceso de innovación (e incluye tanto a empresas innovadoras como no innovadoras, lo que reduce sustancialmente los sesgos que presentan otras encuestas que se centran exclusivamente en las primeras) y, en fin, que los estudios realizados a partir de ella son escasos (4), parece conveniente utilizar su información para caracterizar de una manera precisa a las empresas innovadoras españolas, así como evaluar la medida en que estas actividades innovadoras afectan a sus resultados. Las desventajas son dos: que no incluye al sector servicios (5) y que sólo se distribuye información referida a agregados sectoriales, ya que, al estar sujeta al secreto estadístico, no ofrece datos de empresas individuales. No obstante, sí se ha podido disponer de esta información con un alto grado de desagregación, en concreto a cuatro dígitos CNAE-93 (a partir de ahora CNAE-4 dígitos) (6).

Por tanto, y con el objetivo señalado, la presente nota va a seguir el siguiente esquema. En el apartado segundo se describe el procedimiento seguido para construir un indicador de intensidad innovadora sectorial y cómo, en función de su valor, se ha establecido una clasificación de los sectores en cuatro grupos de intensidad innovadora. En el tercero se ofrece un análisis de las principales características de los sectores en función de su intensidad innovadora. En el cuarto se trata de evaluar la medida en que estas actividades contribuyen a mejorar los resultados sectoriales. Finalmente, en el quinto apartado, se ofrecen las conclusiones obtenidas en este trabajo.

II. CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES EN FUNCIÓN DE SU INTENSIDAD INNOVADORA

Para establecer un indicador de intensidad innovadora sectorial que considere conjuntamente las distintas formas de adquisición de la tecnología, y el grado de novedad de cada una de ellas, se van a considerar tres variables: 1) gastos internos en I+D; 2) gastos internos más externos en I+D, y 3) el conjunto de todos los gastos en innovación (7). A partir de ellas, pueden construirse seis indicadores distintos de intensidad innovadora para cada sector CNAE-4 dígitos (280 sectores en 1994 y 287 sectores en 1996) relativizando estas variables por el empleo y la cifra de negocio.

A continuación, se ha calculado la distribución de cada uno de estos seis indicadores, asignando a cada sector el valor del cuartil en que se encuentra ubicado, por tanto, números naturales entre 1 y 4. Posteriormente, se ha obtenido un índice de intensidad tecnológica sectorial realizando la media aritmética de los seis valores obtenidos en cada uno de los dos cortes transversales (1994 y 1996) para los que se dispone de información (8). De esa forma, se consigue un indicador de intensidad tecnológica sectorial continuo que se encuentra acotado entre 1 y 4.

Para los sectores en que no se dispone de información relativa a alguna de estas variables, el valor asignado a este indicador

ha sido el que se obtiene como media de las restantes. No obstante, para 18 sectores no se ha podido obtener información de ningún tipo de gasto en innovación, por lo que no se les ha asignado un valor.

A partir de estos indicadores, se han reagrupado los sectores en cuatro categorías, tal como lo hace la OCDE (véase Hatzichronoglou, 1997). Así, se ha considerado que aquellos sectores cuyo índice sectorial se sitúa entre 1 y 1,75 presentan una intensidad innovadora baja; si el valor se sitúa entre 1,75 y 2,50, ésta es media-baja; cuando se encuentre entre 2,50 y 3,25, se dirá que presenta intensidad innovadora media-alta, y si lo hace entre 3,25 y 4, la intensidad innovadora será alta (9). Los sectores que no tienen valor para el índice de intensidad innovadora sectorial se han clasificado utilizando otras variables que se encuentran correlacionadas con la intensidad innovadora, tales como los porcentajes de empresas que han realizado actividades innovadoras, que desarrollan innovaciones de proceso y producto, y que hacen I+D.

De esta forma, se ha establecido una agrupación sectorial partiendo de una desagregación a CNAE-4 dígitos. No obstante, dado que es usual la utilización de clasificaciones sectoriales más agregadas, como la NACE-CLIO R-25 o la utilizada en la propia ESITE, en el apéndice se ofrece el cruce entre éstas últimas clasificaciones y la primera, así como la agrupación de estos sectores en esas mismas categorías.

III. CARACTERÍSTICAS SECTORIALES E INTENSIDAD TECNOLÓGICA

Para comenzar este análisis descriptivo de las características de los sectores industriales en función de los recursos destinados a actividades de innovación, conviene tener una imagen inicial de la importancia de cada una de las agrupaciones sectoriales realizadas en función de la intensidad innovadora. En el cuadro número 1 se observa que mientras el empleo guarda un reparto equilibrado entre agrupaciones (10), la cifra de negocios —que aquí también se identificará con las ventas— y, sobre todo, las exportaciones suponen una proporción creciente con la intensidad innovadora. Ello implica que la productividad y la propensión exportadora aumentan con la intensidad innovadora.

Respecto a características de la propiedad (véase cuadro número 2), tres son los rasgos que se pueden extraer. En primer lugar, se observa que las empresas públicas se concentran en los tramos de intensidad innovadora medios, especialmente en el grupo medio-bajo (2,4 por 100 de las empresas de estos sectores). En segundo lugar, que la concentración de empresas extranjeras —pertenecientes en más del 50 por 100 a no residentes— se da en los sectores de alta intensidad innovadora (4,6 por 100), lo que resulta coherente con las teorías explicativas de la existencia de multinacionales que destacan las ventajas de propiedad, y, entre ellas, a la tecnología, que, por las características de bien público, más se relaciona con la internacionalización. En tercer y último lugar, se aprecia una correlación posi-

CUADRO N.º 1

IMPORTANCIA DE LAS AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA. 1994 Y 1996

	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Porcentaje empleo industrial					
1994	29,5	22,9	24,3	23,3	100,0
1996	30,2	23,1	23,0	23,7	100,0
Porcentaje cifra de negocio industrial					
1994	18,7	19,3	33,6	28,4	100,0
1996	18,6	20,2	31,3	29,9	100,0
Porcentaje exportaciones industriales					
1994	10,0	11,8	22,1	56,1	100,0
1996	9,1	12,9	21,0	57,0	100,0

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996*, y elaboración propia.

CUADRO N.º 2

ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD DE LAS EMPRESAS SEGÚN LA INTENSIDAD TECNOLÓGICA. 1996

	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Porcentaje de empresas públicas	1,0	2,4	1,9	0,6	1,4
Porcentaje de empresas extranjeras	0,3	0,9	1,6	4,6	1,0
Porcentaje de empresas que pertenecen a un grupo de empresas	1,4	2,8	4,6	8,0	2,8

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996*, y elaboración propia.

tiva entre la intensidad innovadora y la pertenencia a un grupo de empresas (11).

Respecto a las diferencias que existen en la cuantía de recursos que destinan las empresas en función de su intensidad innovadora, se observa en el cuadro n.º 3 que la agrupación de sectores de menor intensidad innovadora realizaba en 1996 unos gastos en innovación por ocupado equivalentes al 11 por 100 (14,7 por 100 en 1994) de los que llevaban a cabo los sectores de intensidad innovadora superior. El diferencial se reduce si se consideran éstos relativizados por la cifra de negocios (22,6 por 100 en 1996 y 27,6 por 100 en 1994) como consecuencia de la mayor productividad (12) de los sectores con mayor intensidad innovadora. Las diferencias se amplían notablemente cuando se consideran solamente los gastos en I+D. En efecto, los sectores con menor intensidad innovadora tan sólo dedicaban a I+D un 1,9 por 100 de lo que destinaban en 1996 los de mayor intensidad, medido por ocupado, y en torno al 3,7 por 100 cuando se relativiza por la cifra de negocio (en 1994 se situaban en el 1,1 por 100 y 2,2 por 100, respectivamente).

Un análisis habitual para ofrecer un primer diagnóstico de las causas que explican la cuantía que destinan los sectores a actividades innovadoras consiste en desagregar su esfuerzo tecnológico en la probabilidad —o frecuencia— de realizar actividades innovadoras por parte de las empresas del sector y la cuantía que se destina a estas actividades una vez que han decidido llevarlas a cabo.

Así, es reseñable que la proporción de empresas que adquieren innovaciones aumenta con el grado de intensidad tecnológica. De hecho, este porcentaje suponía, en 1996, en el grupo de intensidad innovadora alta, un 15,5 por 100, mientras en el grupo de menor intensidad era de sólo un 8,8 por 100, (estos mismos porcentajes para 1994 eran 18,4 por 100 y 8,7 por 100).

También puede comprobarse que aunque para el conjunto de la industria el número de empresas que realizaban innovaciones de producto o proceso era menor al de las que adquirían tecnología —en 1996 el 6,9 por 100 de las empresas realizaron innovaciones de producto, el 8 por 100 de proceso, frente al 10,6 por 100 que adquirieron tecnología—, esta situación relativa se altera en función del tipo de sectores considerados. Así, las actividades de alta intensidad innovadora presentan un porcentaje mayor de empresas que realizaban innovaciones (19,1 por 100 de producto y 16,6 por 100 de proceso en 1996) que aquellas que la adquirían (15,5 por 100 en 1996). Por último, respecto a la realización de actividades de I+D, se repite el mismo patrón, pero amplificando aún más las diferencias entre agrupaciones sectoriales. En 1996, el 11,9 por 100 de las empresas de sectores de alta intensidad innovadora llevaban a cabo este tipo de actividades, frente al 0,7 por 100 de las de baja intensidad.

En consecuencia, puede decirse que según aumenta el grado de novedad y riesgo asociado al gasto en innovación se reduce el porcentaje de empresas que lo llevan a cabo, siendo esta reducción mucho más importante en los sectores de menor intensidad innovadora. Por tanto, según el tipo de gasto en innovación de que se trate, la causa del desfase en el esfuerzo tecnológico entre los sectores de alta y baja intensidad innovadora habrá que buscarla en la proporción de empresas que lo realizan o en la cuantía que destinan las que deciden llevarlo a cabo, aumentando la importancia de la primera causa con el grado de novedad y riesgo del gasto (13).

En fin, del análisis de los distintos indicadores de gastos en

CUADRO N.º 3

INDICADORES DE ESFUERZO TECNOLÓGICO DE LAS AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA. 1994 Y 1996

	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Gastos en innovación por ocupado (miles de pesetas)					
1994	94,7	144,5	247,6	646,4	274,5
1996	88,8	168,4	363,2	805,0	339,8
Gastos en innovación sobre ventas (porcentaje)					
1994	0,8	0,9	1,0	2,9	1,5
1996	0,7	0,9	1,3	3,1	1,6
Gastos en I+D por ocupado (miles de pesetas)					
1994	3,4	46,2	59,7	307,7	92,2
1996	6,8	37,5	84,4	357,4	114,1
Gastos en I+D sobre ventas (porcentaje)					
1994	0,03	0,10	0,23	1,36	0,49
1996	0,05	0,20	0,30	1,36	0,55
Empleo en I+D sobre empleo total (porcentaje)					
1994	0,1	0,3	0,7	3,7	1,1
1996	0,1	0,5	0,9	3,5	1,2
Investigadores sobre empleo en I+D (porcentaje)					
1994	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1996	12,4	18,9	25,9	33,1	29,7
Porcentaje de empresas que han adquirido tecnología					
1994	8,7	14,6	16,4	18,4	12,1
1996	8,8	10,8	13,4	15,5	10,6
Porcentaje de empresas que han realizado innovaciones de producto					
1994	5,2	8,8	11,7	19,6	8,3
1996	3,9	7,2	9,9	19,1	6,9
Porcentaje de empresas que han realizado innovaciones de proceso					
1994	5,3	10,7	10,7	16,5	8,3
1996	4,6	8,7	13,1	16,6	8,0
Porcentaje de empresas que han realizado I+D					
1994	0,4	2,4	4,6	13,6	2,7
1996	0,7	3,2	5,9	11,9	3,1

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996*, y elaboración propia.

innovación parece obtenerse que los sectores que realizan un mayor esfuerzo tecnológico también asumen un mayor riesgo al destinar una proporción superior a aquellas actividades —como la realización de gastos en I+D— que implican un mayor grado de innovación, y cuyos resultados son menos inmediatos y más inciertos.

En efecto, al examinar el cuadro n.º 4, que presenta la estructura media —en 1994 y 1996— de los gastos de innovación, se observa que las categorías de gasto que aumentan con la intensidad innovadora son: los gastos externos en I+D, la adquisición de tecnología inmaterial, la ingeniería industrial y, especialmente, los gastos internos en I+D. Respecto a estos últimos, la diferencia es espectacular: los sectores de baja intensidad innovadora destinan a ellos sólo el 5,7 por 100 de sus gastos en innova-

ción, frente al 46 por 100 de los sectores de alta intensidad.

Por su parte, los conceptos en que, porcentualmente, más se centran los sectores de baja intensidad innovadora son el diseño industrial y, sobre todo, la adquisición de maquinaria y equipo para nuevos productos y procesos. En consecuencia, puede afirmarse que estas actividades no sólo destinan menores recursos a innovación, sino que son más dependientes de tecnologías generadas en otros sectores o países. Ello puede atender a dos posibles explicaciones. La primera, que son unos sectores los que generan la tecnología y otros los que la adquieren, y la segunda, que dado que algunos sectores no destinan grandes recursos a innovación, lo mejor es adquirir la tecnología ya creada, debido a la existencia de efectos umbrales, aun a expensas de depender tecnológicamente de otras actividades o países.

IV. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE INTENSIDAD INNOVADORA Y RESULTADOS SECTORIALES

La razón fundamental por la que una empresa decide llevar a cabo cualquier actividad y, entre ellas, la de innovar, no debe ser otra que la de obtener beneficios presentes o futuros derivados de ella. Además, si se considera el elevado riesgo que comporta la actividad innovadora, cabe suponer que sus beneficios potenciales sean también elevados, de forma que compense la rentabilidad que pudiera obtenerse en inversiones alternativas más seguras y la prima de riesgo.

En consecuencia, cabe esperar que los resultados —que aquí identificaremos con la productividad y la propensión exportadora— obtenidos por las empresas innovadoras y, por extensión, por los sectores en que éstas se encuentran, sean mejores.

Con el objeto de realizar una exploración estadística de la relación existente entre la intensidad innovadora y los resultados sectoriales, se han utilizado dos técnicas estadísticas complementarias: el cálculo de los índices de correlación de Pearson y Spearman entre los indicadores de resultados sectoriales y el índice de intensidad innovadora, y el contraste de la igualdad de las medias que los primeros presentan en los grupos de sectores construidos según su intensidad innovadora (14).

Respecto a la relación entre la productividad —*ratio* entre las ventas y el empleo— y la intensidad innovadora, puede comprobarse, a partir de los índices de correlación reflejados en el cuadro n.º 5, que ésta es positiva. En concreto, la productividad de los sectores de alta intensidad innovadora es más del doble de la correspondiente a los de baja intensidad. Los tests de diferencias de medias confirman la relevancia estadística de este diferencial entre los sectores de intensidad tecnológica baja y media-baja, por una parte, y los de media-alta y alta, por otra.

CUADRO N.º 4

ESTRUCTURA DE LOS GASTOS DE INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA DE LOS SECTORES. MEDIA 1994-1996

	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Gastos internos en I+D	5,7	16,7	23,7	46,0	33,6
Gastos externos en I+D	0,8	3,7	6,6	12,1	8,8
Adquisición de tecnología inmaterial	2,2	3,9	5,9	9,2	7,2
Diseño industrial	5,2	3,0	3,6	3,3	3,6
Ingeniería industrial y lanzamiento	0,1	4,5	8,2	8,1	7,2
Maquinaria y equipo	77,5	63,1	47,4	17,4	34,9
Comercialización	7,6	4,3	3,8	3,0	3,8
Formación	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996,* y elaboración propia.

CUADRO N.º 5

TESTS DE DIFERENCIAS DE MEDIAS SOBRE LOS RESULTADOS SECTORIALES DE LAS AGRUPACIONES SEGÚN LA INTENSIDAD TECNOLÓGICA. 1994 Y 1996

Productividad

Tests de igualdad de medias	*AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA*				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Baja		–1,71	**–3,50**	**–4,03**	
Media-baja			**–2,25**	**–2,34**	
Media-alta				**0,55**	
Valores medios (Industria=100)					
1994	63,4	84,2	138,0	122,2	100,0
1996	61,7	87,1	136,2	126,2	100,0

	Pearson	*Spearman*
Correlaciones	0,30 (0,00)	0,28 (0,00)

Propensión exportadora

Tests de igualdad de medias	*AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA*				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Baja		-0,84	**-3,07**	**-7,81**	
Media-baja			**-2,12**	**-6,71**	
Media-alta				**-4,87**	
Valores medios					
1994	9,42	10,76	11,62	34,75	17,62
1996	9,53	12,55	13,12	37,37	19,58

	Pearson	*Spearman*
Correlaciones	0,60 (0,00)	0,47 (0,00)

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996*, y elaboración propia.

La relación entre la intensidad innovadora y la propensión exportadora también es positiva. No obstante, y a diferencia de los resultados obtenidos para la productividad, los tests de medias indican la existencia de tres grupos de sectores relevantes, en los que las actividades de intensidad innovadora baja y media-baja quedarían agrupadas. Es destacable la propensión exportadora que presenta la agrupación de sectores de intensidad innovadora alta, que triplica la del resto de agrupaciones.

Un último aspecto a estudiar es el relativo al impacto de la innovación sobre las ventas de las empresas. Así, del examen del cuadro n.º 6 se deduce que el grupo de sectores en los que las innovaciones más radicales —las denominadas totales— suponen un porcentaje menor sobre las ventas de las empresas es, como cabría esperar, el de baja intensidad innovadora, aumentando esta proporción hasta alcanzar más de un sexto de las ventas para los sectores de alta intensidad innovadora.

Este patrón se reproduce con las innovaciones progresivas, aunque con un mayor peso sobre las ventas que el que corresponde a las totales, en especial en los sectores de intensidad tecnológica media-alta. Sumando ambos porcentajes, se obtiene que el impacto de las innovaciones totales o progresivas alcanza, en media, a más del 21 por 100 de las ventas de los sectores industriales, ascendiendo este valor hasta el 37,8 por 100 para los sectores de intensidad innovadora alta.

Este mismo análisis realizado sólo para las exportaciones ofrece unos resultados semejantes, aunque con un impacto superior. En este sentido, parece lógico que el abastecimiento del merca-

CUADRO N.º 6

IMPACTO DE LA INNOVACIÓN SOBRE LAS VENTAS Y EXPORTACIONES

	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA				*Total*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN LAS VENTAS					
Innovaciones totales de productos (porcentaje de las ventas)					
1994	1,7	4,2	4,8	15,9	7,3
1996	1,9	4,0	4,8	17,6	7,9
Innovaciones progresivas de productos (porcentaje de las ventas)					
1994	5,8	6,4	16,3	13,8	11,7
1996	5,2	8,7	16,3	20,2	13,9
Innovaciones totales y progresivas (porcentaje de las ventas)					
1994	7,5	10,6	21,1	29,7	19,0
1996	7,1	12.7	21,1	37,8	21,8
IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN LAS EXPORTACIONES					
Innovaciones totales de productos (porcentaje de las exportaciones)					
1994	3,3	6,5	7,2	25,2	16,8
1996	3,4	5,8	9,8	21,5	15,4
Innovaciones progresivas de productos (porcentaje de las exportaciones)					
1994	5,4	9,2	9,2	14,8	12,0
1996	5,7	18,5	15,2	25,6	20,7
Innovaciones totales y progresivas (porcentaje de las exportaciones)					
1994	8,7	15,7	16,4	40,0	28,8
1996	9,1	24,3	25,0	47,1	36,1

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996,* y elaboración propia.

do exterior, compuesto fundamentalmente por países más avanzados que el nuestro, requiera un mayor grado de contenido tecnológico que el abastecimiento interno. Así, en media, las innovaciones totales supusieron el 15,4 por 100 de las exportaciones en 1996 y las progresivas el 20,7 por 100, para el conjunto de la industria. Para los sectores de alta intensidad innovadora, el conjunto de innovaciones —totales y progresivas— alcanzaron el 47,1 por 100 de las exportaciones, frente a sólo el 9,1 por 100 en los sectores de baja intensidad innovadora.

V. CONCLUSIONES

El objetivo de esta nota ha sido caracterizar a los sectores industriales españoles en función de su intensidad innovadora y ofrecer una evaluación de la medida en que las actividades innovadoras contribuyen a mejorar la productividad y competitividad. Para ello, se ha utilizado la información de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* del INE.

Para caracterizar a los sectores en función de la cuantía de los recursos que destinan a actividades innovadoras y del tipo de gasto que llevan a cabo, se ha construido un indicador de intensidad tecnológica sectorial y, a partir de él, se han agrupado las ramas productivas en cuatro categorías de intensidad innovadora.

En cuanto a las características diferenciales de los distin-

tos tipos de sectores en función de su intensidad innovadora, se destaca que los sectores de alta intensidad no sólo dedican unos mayores recursos a la innovación, sino que también asumen mayor riesgo al destinar una proporción superior de sus gastos a aquellas actividades que implican un mayor grado de novedad, y cuyos resultados son menos inmediatos y más inciertos.

Del análisis de la relación entre la intensidad innovadora y los resultados sectoriales, se desprende que según aumenta aquella se obtiene, como cabría esperar, una mayor productividad y competitividad —medida por la propensión exportadora. La misma relación directa se da cuando se analiza la proporción que los productos nuevos (innovaciones totales de producto) o mejorados (innovaciones progresivas) representan sobre las ventas en los mercados doméstico y, sobre todo, externo.

NOTAS

(1) De acuerdo con el Manual, se define como empresa innovadora a la que destina cualquier recurso para la obtención o adquisición de nuevos productos o procesos. Véase OCDE y EUROSTAT (1997).

(2) No obstante, a pesar de buscar homogeneidad y comparabilidad entre los países europeos, los datos de la EIE para 1992 —que se denominó «Primera encuesta comunitaria sobre innovación»— son heterogéneos entre países, debido a las diferencias en los procedimientos empleados para la recogida de datos, así como de la población de empresas que trata de representar (véase EUROSTAT, 1997). Parte de estos problemas se han subsanado en la edición de 1996 —que aparecerá con el nombre de «Encuesta comunitaria sobre innovación 1997/1998»—, aunque los resultados todavía no estaban disponibles cuando se terminó este trabajo, sino sólo de manera preliminar y resumida (EUROSTAT, 1999).

(3) Los datos correspondientes a 1992 nunca llegaron a publicarse en España, aunque, mínimamente depurados y con numerosas cautelas, fueron incorporados a la primera edición de la EIE que vio la luz en 1997 (EUROSTAT, 1997). La información relativa a 1994 se publicó casi simultáneamente a la anterior en 1997 (INE, 1997). Finalmente, la relativa a 1996 se publicó en 1998 (INE, 1998).

(4) En este sentido, tan sólo la información de la ESITE para 1994 fue objeto de un análisis descriptivo y estadístico en SÁNCHEZ y CHAMINADE (1998).

(5) La no consideración del sector servicios es una peculiaridad de la encuesta española frente a la del resto de países comunitarios que participan en la EIE para 1996, por lo que cabe esperar que en el futuro el INE aborde el estudio del proceso de innovación en el sector terciario.

(6) No obstante, el INE no ofrece información agregada para aquellos sectores y variables para los que no hay tres o más empresas.

(7) Los gastos de innovación se componen, según el *Manual de Oslo* de los desembolsos realizados en actividades internas y externas de I+D, adquisición de tecnología inmaterial, diseño, ingeniería industrial, lanzamiento de la fabricación, adquisición de maquinaria y equipo relacionados con nuevos productos y procesos, comercialización de nuevos productos y formación relacionada con nuevos productos y procesos.

(8) Obsérvese que el índice de intensidad tecnológica sectorial así construido supone la siguiente ponderación: 3 para los gastos en I+D internos, 2 para los gastos en I+D externos y 1 para el resto de gastos de innovación.

(9) Nótese que dado que el indicador de intensidad innovadora sectorial está acotado entre 1 y 4 (es decir, hay una diferencia de 3 unidades entre el valor máximo y mínimo), para establecer cuatro agrupaciones la longitud de cada uno de los intervalos debe ser de 0,75.

(10) Este reparto equitativo del empleo se deriva de la forma en que se han clasificado los sectores dentro de cada agrupación, ya que se ha tratado de que haya el mismo número de actividades en cada uno de los grupos de intensidad innovadora considerados.

(11) Las *ratios* obtenidas de presencia relativa de los tres tipos de empresas considerados pueden parecer muy bajas comparadas con las derivadas de otras fuentes estadísticas. No obstante, estas diferencias están ocasionadas porque en la ESITE se incluyen las micro-empresas —empresas por debajo de 20 trabajadores— que hacen disminuir sustancialmente estos porcentajes. Por ejemplo, en el caso de las empresas extranjeras, para 1996 y para el total de la industria, el 0,31 por 100 de las empresas con menos de 20 trabajadores podían considerarse extranjeras; este porcentaje aumentaba al 1,98 por 100 para las empresas de 20 a 49 trabajadores, al 13,73 por 100 para las de 50 a 199 trabajadores y al 38,19 por 100 para las de 200 y más trabajadores.

(12) Como aproximación a la productividad se utilizará —ante la imposibilidad de otro indicador mejor— la *ratio* entre la cifra de negocios y empleo.

(13) Por ejemplo, en 1996, los sectores de intensidad innovadora baja realizaban unos gastos en innovación destinados a la compra de equipo iguales a los realizados por los sectores de alta intensidad innovadora (0,54 por 100 de las ventas). Ello pese a que el porcentaje de empresas de los primeros que llevaban a acabo estas inversiones eran el 56,8 por 100 del que se presentaba en los segundos. En consecuencia, las empresas pertenecientes a los sectores menos intensivos que deciden adquirir maquinaria y equipo relacionados con nuevos productos y procesos dedicaban una proporción mayor de sus ventas que aquellas empresas pertenecientes a los sectores de alta intensidad innovadora. Por el contrario, los sectores de intensidad innovadora baja realizan unos gastos en I+D sobre ventas equivalentes al 3,7 por 100 de los realizados en los sectores de intensidad innovadora alta. Ello es fruto de que la frecuencia con que las empresas de los primeros realizan este tipo de actividades es el 5,9 por 100 de la de los segundos, y los recursos que destinan las que realizan estos gastos son del 62,7 por 100.

(14) Para hacer más robustos los resultados obtenidos con estos procedimientos, se ha utilizado, conjuntamente, la información perteneciente a 1994 y 1996, normalizando los datos sectoriales para cada variable por el valor medio que, para cada año, presenta toda la industria.

BIBLIOGRAFÍA

EUROSTAT (1997), *The First Community Innovation Survey,* EUROSTAT, Luxemburgo.

— (1999), «Community innovation survey 1997/1998», *Statistics in Focus, Research and Development,* Theme 9, número 2/1999, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo.

HATZICHRONOGLOU, Thomas (1997), «Revision of the high-technology sector and product classification», *STI Working Paper* 1997/2, OCDE, París.

INE (1997), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994,* Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

— (1998), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996,* Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

OCDE y EUROSTAT (1997), *Oslo Manual. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data,* OCDE y EUROSTAT, París.

SÁNCHEZ, P., y CHAMINADE, C. (1998), «El proceso de innovación en las empresas españolas. Análisis de las encuestas de innovación», *Estudios COTEC,* n.º 14, COTEC, Madrid.

CUADRO A.1

AGRUPACIÓN DE LOS SECTORES INDUSTRIALES DE LA CLASIFICACIÓN NACE-CLIO R-25 SEGÚN SU INTENSIDAD INNOVADORA A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN CNAE-4 DÍGITOS

	PORCENTAJES MEDIOS DE VENTAS Y EMPLEO (*)				
	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA (SECTORES CNAE-4 DÍGITOS)				*IIIS (**)*
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
Intensidad innovadora alta					
Material y equipo eléctrico (9)	0,8	0,0	0,0	99,2	3,98
Material de transporte (10)	0,0	0,0	4,5	95,4	3,95
Productos químicos (5)	3,3	1,1	20,1	75,5	3,68
Máquinas de oficina (8)	1,2	0,0	30,9	67,9	3,65
Máquinas agrícolas e industriales (7)	3,6	6,7	39,3	50,4	3,37
Intensidad innovadora media-alta					
Caucho y plásticos (14)	1,7	2,5	72,3	23,5	3,18
Minerales y metales férreos y no férreos (3)	5,3	11,2	70,3	13,2	2,91
Productos energéticos (2)	3,5	20,5	74,0	1,9	2,74
Intensidad innovadora media-baja					
Minerales y productos no metálicos (4)	40,0	24,5	15,3	20,2	2,16
Productos metálicos (6)	30,2	43,6	23,7	2,5	1,98
Productos alimenticios y tabaco (11)	36,0	40,2	22,4	1,4	1,89
Textiles, cuero y vestido (12)	48,1	28,2	23,6	0,1	1,76
Intensidad innovadora baja					
Papel, artículos de papel e impresión (13)	51,3	36,1	10,4	2,2	1,63
Otros productos manufacturados y madera (15)	57,6	28,3	10,4	3,8	1,60

(*) Media del porcentaje de ventas y empleo, en 1994 y 1996, que suponen las agrupaciones sectoriales construidas a partir de los sectores CNAE-4 dígitos incluidos en los sectores NACE-CLIO R-25.

(**) Indice de Intensidad Innovadora del Sector NACE-CLIO R-25, calculado como media ponderada de las agrupaciones sectoriales construidas a partir de los sectores CNAE-4 dígitos (Baja = 1, Media-baja = 2, Media-alta = 3, Alta = 4) utilizando como ponderación los porcentajes indicados en su columna.

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996*, y elaboración propia.

CUADRO A.2

AGRUPACIÓN DE LOS SECTORES INDUSTRIALES DE LA CLASIFICACIÓN NACE-CLIO R-25 SEGÚN SU INTENSIDAD INNOVADORA A PARTIR DE LA CLASIFICACIÓN CNAE-4 DÍGITOS

SECTORES ESITE (*)	*PORCENTAJES MEDIOS DE VENTAS Y EMPLEO (**)*				*IIIS (**)*
	AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN LA INTENSIDAD INNOVADORA (SECTORES CNAE-4 DÍGITOS)				
	Baja	*Media-baja*	*Media-alta*	*Alta*	
INTENSIDAD INNOVADORA ALTA					
Productos farmacéuticos (12)	0,0	0,0	0,0	100,0	4,00
Componentes electrónicos (21)	0,0	0,0	0,0	100,0	4,00
Aparatos de radio, TV y comunicación (22)	0,0	0,0	0,0	100,0	4,00
Construcción aeronáutica y espacial (26)	0,0	0,0	0,0	100,0	4,00
Maquinaria y material eléctrico (20)	1,2	0,0	0,0	98,8	3,96
Vehículos de motor (24)	0,0	0,0	4,7	95,3	3,95
Construcción naval (25)	0,3	0,0	4,7	95,0	3,95
Otro material de transporte (27)	0,0	0,8	8,4	90,8	3,90
Máquinas de oficina y equipos informáticos (19)	3,2	0,0	8,3	88,4	3,82
Instrumentos médicos y de precisión (23)	0,0	0,0	45,2	54,8	3,55
Química (11)	10,6	1,5	26,4	61,4	3,39
Maquinaria y equipo mecánico (18)	3,6	6,7	39,3	50,4	3,37
INTENSIDAD INNOVADORA MEDIA-ALTA					
Caucho y materias plásticas (13)	1,7	2,5	72,3	23,5	3,18
Productos metalúrgicos férreos (15)	3,1	5,3	73,5	18,1	3,07
Coquerías, refino de petróleo (10)	0,0	0,0	98,4	1,6	3,02
Tabaco (3)	0,0	0,0	100,0	0,0	3,00
Producción y distrib. electricidad, gas y agua (31)	0,3	13,0	86,7	0,0	2,85
Productos metalúrgicos no férreos (16)	11,7	26,2	62,1	0,0	2,50
INTENSIDAD INNOVADORA MEDIA-BAJA					
Otras manufacturas (29)	35,8	10,5	28,3	25,4	2,43
Textil (4)	11,9	54,5	33,3	0,2	2,22
Productos minerales no metálicos (14)	40,0	24,4	15,3	20,2	2,16
Extractivas (1)	17,6	62,3	8,1	12,0	2,15
Papel (8)	8,6	75,7	9,7	5,9	2,13
Reciclaje (30)	0,0	100,0	0,0	0,0	2,00
Productos metálicos (17)	30,2	43,6	23,7	2,5	1,98
Productos alimenticios y bebidas (2)	38,5	43,1	16,9	1,5	1,81
INTENSIDAD INNOVADORA BAJA					
Muebles (28)	41,5	44,1	14,4	0,0	1,73
Confección y peletería (5)	61,5	19,3	19,1	0,0	1,58
Edición, artes gráficas y reproducción (9)	75,9	13,7	10,4	0,0	1,34
Cuero y calzado (6)	85,1	0,0	14,9	0,0	1,30
Madera y corcho (7)	85,0	15,0	0,0	0,0	1,15

(*) Clasificación utilizada en la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las Empresas del INE.

(**) Media del porcentaje de ventas y empleo, en 1994 y 1996, que suponen las agrupaciones sectoriales construidas a partir de los sectores CNAE-4 dígitos incluidos en los sectores ESITE.

(**) Indice de Intensidad Innovadora del Sector ESITE, calculado como media ponderada de las agrupaciones sectoriales construidas a partir de los sectores CNAE-4 dígitos (Baja = 1, Media-baja = 2, Media-alta = 3, Alta = 4) utilizando como ponderación los porcentajes indicados en su columna.

Fuente: INE, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1994 y 1996,* y elaboración propia.

Resumen

El objetivo de esta nota es caracterizar a los sectores industriales españoles según su intensidad innovadora y ofrecer una evaluación de la contribución de las actividades innovadoras a la mejora de los resultados sectoriales —productividad y competitividad. Para ello, se ha utilizado la información de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas.*

Palabras clave: innovación, I+D, productividad, competitividad, industria, España.

Abstract

The purpose of this note is to characterise the Spanish industrial sectors by their degree of innovation and offer an assessment of the contribution of innovating actions to the improvement of the sectoral results —productivity and competitiveness. For this purpose we have use the information of the *Survey on Technological Innovation in Companies.*

Key words: innovation, R&D, productivity, competitiveness, industry, Spain.

JEL classification: O31, O33, L60.

IMPORTACIÓN Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ESPAÑOLA

Xulia GONZÁLEZ CERDEIRA
Luis RODRÍGUEZ ROMERO

I. INTRODUCCIÓN

LAS actividades de I+D permiten incrementar el conocimiento científico y tecnológico, así como potenciar su aplicación a la actividad productiva, dando lugar con ello a crecimientos de la productividad y a una mayor capacidad competitiva de la economía.

En general, se puede constatar que los países que han alcanzado mayores grados de industrialización tienden a realizar un mayor gasto, tanto público como privado, en actividades tecnológicas destinadas a la creación de nuevos productos o a la mejora y transformación de los procesos productivos existentes. Como es bien sabido, España se sitúa en una posición muy desfavorable en cuanto a los recursos destinados a estas actividades en comparación con los países de su entorno. Así, en 1997, el gasto total en actividades de I+D en relación con el PIB no alcanzó en nuestro país un 1 por 100, mientras que la media europea se sitúa en torno al 2 por 100. Esta situación es persistente en el tiempo, habiéndose caracterizado repetidamente desde hace ya algunos años como uno de los rasgos distintivos del proceso de evolución del sector industrial español, y un potencial factor restrictivo de éste (véase Martín y Rodríguez Romero, 1977).

Las dos vías fundamentales con que cuentan las empresas para incrementar su capacidad tecnológica son la generación propia de tecnología y la importación de ésta a través de diferentes medios. La relación entre ambas vías de acceso al cambio técnico es una cuestión que ha preocupado especialmente en aquellos países menos industrializados. En general, los planteamientos más recientes en este campo tienden a enfatizar los factores de complementariedad entre la I+D propia y la importación de tecnología exterior, basándose en que la capacidad tecnológica que adquieren las empresas realizando I+D les permite absorber de forma más efectiva la tecnología importada. A este respecto, se ha insistido repetidamente en la dificultad de emplear y asimilar adecuadamente la tecnología adquirida si no se complementa a través de una capacidad tecnológica propia que permita un adecuado uso de aquélla (Veugelers y Cassiman, 1999). La evidencia empírica disponible parece confirmar esta hipótesis, mostrando ejemplos significativos de cómo el esfuerzo realizado en asimilar tecnología importada puede convertirse en el mejor incentivo para la creación de tecnología propia, especialmente en estados iniciales de industrialización. Japón y otros países del Sudeste asiático se han convertido en el repetido paradigma de esta evidencia.

Dentro de este marco general del tipo de relación entre actividades tecnológicas propias e importadas, el objetivo del presente trabajo es doble. Por una parte, se trata de cuantificar la importancia de ambos tipos de actividades tecnológicas realizadas por las empresas manufactureras españolas, y recoger algunos de sus rasgos diferenciadores. Por otra parte, se adopta un enfoque microeconómico para analizar la decisión de las empresas de importar tecnología y su relación con la generación de tecnología propia.

Dado el importante número de empresas que no realizan ningún tipo de actividad tecnológica, se emplea una metodología que permite un análisis más detallado y específico, diferenciando entre el análisis de las variables que inciden sobre la probabilidad de realizar una actividad tecnológica determinada, por una parte, y los potenciales condicionantes de la entidad del esfuerzo tecnológico efectuado en aquellas empresas que realizan tales actividades, por otra parte.

La fuente de datos empleada en el análisis proviene de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE), realizada por la Fundación Empresa Pública. Dicha encuesta, representativa de la industria manufacturera, cuenta con una completa información acerca de las actividades tecnológicas de las empresas, detallando la cuantía de los recursos invertidos tanto en actividades de I+D propia como en importación de tecnología.

El resto del trabajo se organiza como sigue: en el apartado II se sintetiza la información relativa al número de empresas de la muestra empleada que realizan los distintos tipos de actividades tecnológicas consideradas (I+D e importación de tecnología), cuantificándose los recursos invertidos por aquéllas; en el apartado III, se ponen de manifiesto las diferencias entre empresas que realizan activi-

dades tecnológicas y las que no, en lo referente a la presencia de capital extranjero, el grado de apertura al exterior, los gastos en publicidad efectuados o la financiación pública recibida; en el apartado IV, se analiza el efecto de la I+D propia sobre la importación de tecnología y se resumen las evidencias encontradas a este respecto en otros países; finalmente, en el apartado V, se estudian los principales determinantes de la mayor o menor autonomía tecnológica de las empresas de la muestra analizada. En el apartado VI, se resumen las principales conclusiones del trabajo.

II. IMPORTACIÓN Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA Y SUS DETERMINANTES

En este apartado, se sistematiza la información relativa a la realización de actividades tecnológicas según la ESEE. La muestra que se utiliza está formada por unas 2.000 empresas manufactureras españolas, cuyo último período disponible corresponde a 1997 (1). Se distingue entre la realización de actividades de I+D propias y las de importación de tecnología. Estas dos actividades constituyen el núcleo de lo que se considera como actividades tecnológicas formales, y de su entidad relativa se deduce el tipo básico de estrategia seguida para la consecución del cambio técnico. Las actividades de I+D propias recogen los gastos que las empresas declaran haber realizado tanto por sí mismas como a través de contratos con laboratorios de I+D externos. La importación de tecnología recoge los pagos efectuados en adquisición de tecnología extranjera, así como los realizados en asistencia técnica (2). Gran parte de los estudios empíricos sobre cambio técnico suelen centrarse en una u otras de estas actividades, siendo pocos los trabajos recientes destinados a evaluar la interacción entre ambas dimensiones de las actividades tecnológicas.

El cuadro n.º 1 recoge una primera aproximación sobre los porcentajes de empresas que realizan actividades de I+D o importaciones de tecnología en el período 1991 a 1997, según la información de la ESEE. Como cabía esperar, existe una escasa variabilidad temporal; en todos los períodos, las empresas que realizan actividades de I+D propia son más numerosas que las que importan tecnología, siendo ambos porcentajes significativamente superiores en las empresas de mayor tamaño.

El esquema 1 aporta una primera aproximación sobre los porcentajes de empresas que realizan actividades tecnológicas en el período 1997, distinguiendo entre las que realizan exclusivamente un tipo de actividad (I+D propia o importación de tecnología) y las que realizan ambas de forma simultánea. Este primer nivel de información permite constatar un hecho repetido en todos los estudios empíricos sobre actividades tecnológicas, como es el elevado grado de desigualdad por tramos de tamaño de las empresas en la realización de las mismas. Mientras que un 21 por 100 de las pequeñas empresas realizan en 1997 algún tipo de actividad tecnológica, este porcentaje se incrementa hasta un 76 por 100 en las empresas de más de 200 trabajadores.

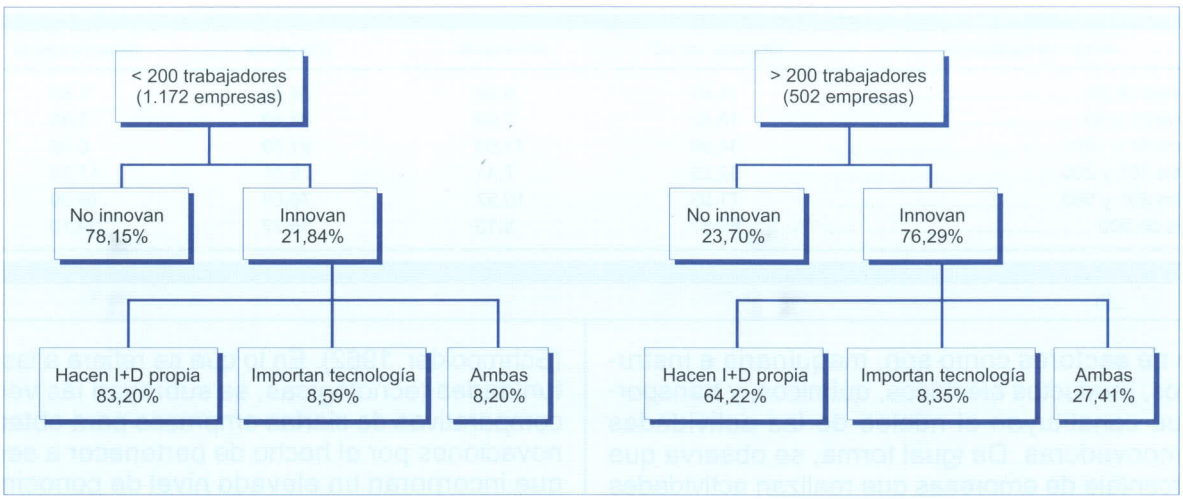
Por lo que respecta a las empresas que realizan actividades tecnológicas, se perfilan, asimismo, comportamientos diferenciados según el tamaño respecto a la combinación entre investigación propia e importación de tecnología. Si bien el porcentaje de empresas que en cada grupo de tamaño

CUADRO N.º 1

ACTIVIDADES DE GENERACIÓN E IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA (1990-1997)
(Porcentaje de empresas)

Años	< DE 200 TRABAJADORES		> DE 200 TRABAJADORES	
	I+D propia	Importación	I+D propia	Importación
1991	19,05	3,12	68,56	30,98
1992	18,06	3,86	67,66	31,19
1993	18,94	3,77	67,35	32,43
1994	18,94	3,97	69,76	28,98
1995	19,63	4,36	66,66	29,19
1996	19,89	3,77	68,51	29,62
1997	19,96	3,66	69,92	27,29

ESQUEMA 1
EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE I+D EN LA MANUFACTURA ESPAÑOLA. 1997



realizan exclusivamente actividades de importación de tecnología es similar (algo más del 8 por 100), no ocurre así en las empresas que simultanean importaciones e I+D propia, existiendo una clara diferencia entre el comportamiento de las de mayor tamaño, en las que dicho porcentaje es un 27 por 100, y las de menor tamaño, en las que se reduce a un 8 por 100.

Esto parece apuntar una pauta diferente de comportamiento según el tamaño de las empresas que realizan actividades tecnológicas, caracterizándose las de mayor tamaño por un mayor uso de la combinación de actividades propias de I+D y de importación de tecnología. De hecho, este resultado no es específico de la economía española, habiendo sido observado recientemente en las empresas manufactureras belgas, en el trabajo de Veugelers y Cassiman (1999).

La existencia de una relación directa entre el tamaño de las empresas y la realización de actividades de I+D resulta una evidencia común a todos los países, contrastada para distintos periodos temporales desde su formulación original por Schumpeter (1942). Los estudios más recientes confirman que las empresas de mayor tamaño son las que presentan una mayor probabilidad de realizar actividades de I+D, disponiéndose de evidencia empírica al respecto para distintos países y periodos temporales (véase, por ejemplo, Cohen y Klepper (1996) o Klette y Griliches (1997), entre otros).

El cuadro n.º 2 ofrece un análisis más detallado de la relación entre el tamaño de la empresa y el tipo de actividad tecnológica realizada por la misma. Como puede comprobarse en dicho cuadro, el porcentaje de empresas que realizan algún tipo de actividad de I+D aumenta en relación con el tamaño de éstas, llegando a representar más del 80 por 100 para las unidades mayores de 500 trabajadores. Cabe señalar que el incremento de tamaño implica un cambio muy significativo en el tipo de estrategia investigadora de las empresas con algún tipo de actividad tecnológica, en la medida en que representa una disminución de la I+D propia y una mayor recurrencia a la combinación entre actividades investigadoras propias e importación de conocimientos exteriores.

A la par que el efecto tamaño, el efecto sectorial parece constituir un elemento básico en la decisión de realizar actividades tecnológicas. Dicho efecto surge de la constatación empírica de un elevado grado de diferenciación sectorial en el dinamismo tecnológico, resultante de la acumulación e interrelación de innovaciones en determinadas áreas o campos específicos. Dichas áreas han resultado cambiantes a lo largo del tiempo, desarrollándose distintos tipos de teorías respecto a sus factores determinantes.

Así, trabajos como el de Patel y Pavitt (1995) muestran como un 75 por 100 de la producción de nueva tecnología se concentra en un reducido nú-

CUADRO N.º 2

IMPORTACIÓN Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN 1997
(Porcentaje de empresas)

Número de trabajadores	*Empresas con I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Menos de 20	11,41	9,26	88,89	1,85
Entre 21 y 50	18,52	7,69	88,46	3,85
Entre 51 y 100	34,95	11,63	81,39	6,98
Entre 101 y 200	52,25	7,41	75,31	17,28
Entre 201 y 500	71,83	10,57	70,04	19,39
Más de 500	83,87	5,13	55,77	39,10

mero de sectores como son: maquinaria e instrumentos, productos eléctricos, químicos, y transporte, que constituyen el núcleo de las actividades más innovadoras. De igual forma, se observa que el porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D presenta importantes variaciones entre sectores. Por ejemplo, Cohen y Klepper (1992), con datos de empresas americanas, obtienen que el porcentaje de empresas que no reportan gastos en I+D varía entre un 5 por 100 y un 50 por 100 en los distintos sectores.

La literatura empírica de innovación ha intentado dar explicación a esta heterogeneidad sectorial a partir de la recurrencia a la diferenciación clásica entre efectos de demanda y efectos de oferta, identificando estos últimos con las distintas oportunidades tecnológicas que presentan las diferentes industrias (3) (véase Cohen, 1995).

Respecto a los efectos de la demanda, se considera que las expectativas de crecimiento sectorial incentivan la realización de actividades de I+D debido a una mayor rentabilidad esperada (Schmookler, 1962). En lo que se refiere a las oportunidades tecnológicas, se subrayan las ventajas comparativas de ciertas empresas para obtener innovaciones por el hecho de pertenecer a sectores que incorporan un elevado nivel de conocimiento científico y tecnológico. En general, la experiencia histórica muestra cómo ambos tipos de sectores tienden a coincidir a lo largo del tiempo

El cuadro n.º 3 pone de manifiesto la confirmación de la pauta general anteriormente detectada sobre el efecto positivo del tamaño de la empresa en lo que respecta tanto a la realización de actividades tecnológicas como a la conjunción de actividades en I+D propia e importación de tecnología. Dicha relación se mantiene para todo tipo de sectores, aun cuando el nivel relativo de referencia disminuye, lógicamente, en función de un menor grado de dinamismo de la demanda y un menor contenido tecnológico (4). Así, el porcentaje de empresas de menor tamaño que realizan algún tipo de actividad tecnológica se reduce desde casi un 50 por 100 en los sectores intensivos en tecnología hasta un 16 por 100 en los sectores con empresas

CUADRO N.º 3

IMPORTACIÓN Y GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA EN 1997
(Porcentaje de empresas)

Tipo de sector	*Número Trabajadores*	*Empresas con I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Sectores de demanda fuerte e intensivos en tecnología	< 200	47,05	9,72	77,77	12,50
	> 200	94,78	11,92	48,62	39,44
Sectores de demanda moderada y tecnología media	< 200	26,36	13,79	81,03	5,17
	> 200	83,96	5,45	64,54	30,00
Sectores de demanda débil y tecnología baja	< 200	15,78	5,55	87,30	7,14
	> 200	64,06	7,93	74,39	17,68

de menores tamaño y grado de sofisticación tecnológica. Por el contrario, estos porcentajes se incrementan para las empresas de mayor tamaño hasta un 95 por 100 (sectores de demanda fuerte) y un 64 por 100 (sectores de demanda débil), respectivamente. El mismo tipo de comportamiento se puede observar en lo que se refiere a la conjunción de actividades de I+D e importación de tecnología.

En cualquier caso, un aspecto destacable, ya constatado en otros estudios, es que la vinculación existente entre el tamaño de las unidades productivas y la realización de actividades tecnológicas no se mantiene si se pasa a considerar la intensidad de éstas.

Así, los resultados recogidos en el cuadro n.º 4 no indican, en principio, ningún tipo de relación entre el tamaño de las unidades analizadas y alguno de los parámetros de su actividad tecnológica, ya sea a través del investigación propia o la importación de tecnología.

En cambio, sí se mantiene la heterogeneidad sectorial en la intensidad de las actividades tecnológicas, ya que son las empresas situadas en sectores de tecnología alta y demanda fuerte (cuadro número 5) las que presentan mayores esfuerzos en I+D.

III. CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS SEGÚN SU ACTIVIDAD TECNOLÓGICA

Dado los resultados obtenidos sobre las distintas pautas en las actividades tecnológicas, parece de interés tratar de obtener algún tipo de caracterización de las principales diferencias entre las empresas según el tipo de actividad tecnológica realizada por éstas. Para ello, se han diferenciado cuatro tipos de empresas, siguiendo la clasificación anterior: empresas sin actividades tecnológicas, empresas que únicamente importan, empresas que únicamente generan y, finalmente, empresas que combinan la generación y la importación de tecnología.

Las características explicativas en las que nos centraremos son las más frecuentemente emplea-

CUADRO N.º 4

GASTOS EN I+D SOBRE VENTAS POR TRAMOS DE TAMAÑO EN 1997
(En porcentaje)

Número de trabajadores	*Empresas con I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Menos de 20	2,19	3,36	2,10	0,97
Entre 21 y 50	1,78	1,31	1,68	4,85
Entre 51 y 100	2,80	3,16	2,53	5,46
Entre 101 y 200	2,16	4,40	1,58	3,73
Entre 201 y 500	1,81	1,29	1,15	4,46
Más de 500	2,58	2,50	1,79	3,73

CUADRO N.º 5

GASTOS EN I+D SOBRE VENTAS POR SECTORES EN 1997
(En porcentaje)

Tipo de sector	*Número Trabajadores*	*Empresas con I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Sectores de demanda fuerte e intensivos en tecnología	< 200	3,21	4,28	2,77	5,09
	> 200	3,08	1,74	1,71	5,17
Sectores de demanda moderada y tecnología media	< 200	2,30	2,19	2,28	2,99
	> 200	2,73	2,50	2,05	4,23
Sectores de demanda débil y tecnología baja	< 200	1,49	2,76	1,26	3,25
	> 200	1,07	1,03	0,83	2,11

das en los estudios sobre determinantes de las actividades tecnológicas: tamaño, presencia de capital extranjero, grado de apertura al exterior aproximado por la propensión exportadora, gastos en publicidad, como indicador del grado de diferenciación de la actividad sectorial involucrada, y financiación pública a la I+D recibida.

En primer lugar el interés se centra en la comparación entre las empresas que no realizan actividades de I+D y aquellas situadas en alguna de las tres clasificaciones.

Las empresas que no realizan ningún tipo de actividad tecnológica cuentan con una menor presencia de capital extranjero, son menos exportadoras y realizan en menor medida gastos en publicidad. Estas regularidades se mantienen independientemente del tamaño, tal y como muestran los cuadros números 6 y 7.

Centrándonos en las diferencias observadas según el tipo de estrategia investigadora llevada a cabo por las empresas, los resultados obtenidos en el cuadro n.º 6 para el conjunto de empresas de menor tamaño (200 o menos trabajadores) indican una mayor presencia de capital extranjero y un mayor grado de diferenciación de productos, medido por la relación entre gastos de publicidad y ventas, en aquellas actividades que emplean la importación de tecnología, ya sea como único medio de acceso al cambio técnico o combinado con actividades de I+D propias. Por otra parte, la propensión exportadora tiende a ser superior en las empresas que desarrollan algún tipo de actividad tecnológica, destacando especialmente aquellas que combinan la generación y la importación de tecnología.

Estas pautas no resultan aplicables, sin embargo, a la empresas de mayor tamaño (cuadro n.º 7), en las que únicamente se percibe una mayor presencia del capital extranjero en las actividades con una mayor recurrencia a la importación de tecnología, sola o combinada con actividades de I+D.

CUADRO N.º 6

CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS. EMPRESAS PEQUEÑAS

Número de trabajadores	*Empresas sin I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Participación de capital extranjero (*)	4,5	43,0	13,7	68,1
Propensión exportadora (*)	9,5	17,8	21,3	29,3
Gastos en publicidad sobre ventas (*).....	0,7	1,8	1,3	3,3
Financiación pública recibida (**)	0,0	0,0	2,77	7,22

(*) En porcentaje.
(**) En millones de pesetas.

CUADRO N.º 7

CARACTERÍSTICAS DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS. EMPRESAS GRANDES

Número de trabajadores	*Empresas sin I+D*	*Sólo importa*	*Sólo genera*	*Genera e importa*
Participación de capital extranjero (*)	27,8	69,6	36,9	56,7
Propensión exportadora (*)	27,4	31,1	35,6	33,9
Gastos en publicidad sobre ventas (*).....	1,3	2,9	2,5	2,9
Financiación pública recibida (**)	0,0	0,0	40,1	120,26

(*) En porcentaje.
(**) En millones de pesetas.

IV. COMPLEMENTARIEDAD ENTRE GENERACIÓN E IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA

Los resultados considerados en los anteriores apartados vienen a cuantificar el papel de la importación de tecnología como medio de acceso al cambio técnico en nuestro país. Más aún, las características de la ESEE permiten apreciar un aspecto adicional de gran importancia, como es el tipo de relación existente entre la importación de tecnología y la realización de actividades tecnológicas propias sobre la base de datos individualizados del comportamiento de las empresas. A este respecto, los resultados obtenidos en los anteriores apartados apuntan la presencia de una posible relación de complementariedad entre las actividades de I+D y la importación de tecnología, que aumentaría con el tamaño de las unidades productivas, el grado de sofisticación tecnológica y el dinamismo de la demanda de la actividad a la que pertenecen. El carácter sustitutivo o complementario entre la importación de tecnología y la generación de tecnología propia constituye de hecho un tema clásico de análisis en las actividades tecnológicas, con una especial relevancia para los países con un menor nivel tecnológico.

En general, parece razonable asumir que las actividades son sustitutivas si se observa que las empresas importadoras de tecnología no realizan actividades de I+D propias, y viceversa. Esto indicaría que las empresas optan entre adquirir tecnología en el extranjero o bien desarrollarla internamente, de tal forma que las importaciones de tecnología reducirían las necesidades (o incentivos) a desarrollar tecnología propia, haciendo más dependientes tecnológicamente a las empresas.

Por otra parte, también se apuntan potenciales razones para avalar la existencia de una complementariedad entre ambos tipos de actividades, en la medida en que las empresas que realizan actividades de I+D propias puedan tener una mayor capacidad para adoptar tecnologías importadas (Patel y Pavitt, 1995). Más aún, la importación de tecnología puede estimular la realización de mayores esfuerzos en I+D propia, con el objetivo de adaptar la tecnología recibida a las condiciones locales, o bien a través de su empleo como punto de partida para nuevos desarrollos.

La relación entre las actividades tecnológicas propias y la importación de tecnología no ha sido suficientemente analizada en lo que se refiere a la industria española, aunque existen numerosos trabajos realizados en otros países. Así, por ejemplo, empleando datos de la industria brasileña, Braga y Willmore (1991) sugieren la existencia de un efecto de complementariedad entre importación de tecnología y esfuerzo tecnológico, debido a que la primera requiere un esfuerzo en I+D por parte de la empresa local para asimilar y adaptar la tecnología a su situación específica: preferencias de los consumidores, tamaño de mercado, coste y cualificación de la mano de obra, presencia y calidad de las materias primas, etcétera.

En la misma línea, los resultados obtenidos por Mohen y Lépine (1991) para doce industrias manufactureras canadienses y François(1985) para grandes empresas francesas apuntan hacia una relación de complementariedad entre ambas fuentes de innovación. Por su parte, Lee (1996) llega a la misma conclusión para las empresas manufactureras coreanas, subrayando el hecho de que las empresas importadoras de tecnología tienden a realizar mayores esfuerzos en I+D propia debido fundamentalmente a que se trata de un complemento para la absorción de la tecnología importada. Por último, el trabajo realizado por Katrak (1997) para empresas eléctricas y electrónicas indias concluye que la importación de tecnología incide positiva y significativamente en la cuantía del gasto realizado en I+D propia, aunque tal incidencia deja de ser significativa en el esfuerzo tecnológico (I+D sobre ventas). Este resultado sugiere, según el autor, que las empresas importadoras de tecnología presentan un crecimiento en las ventas proporcionalmente mayor que en el gasto en I+D, por lo que, aunque la importación de tecnología incrementa el gasto en I+D, no ocurre lo mismo con el esfuerzo tecnológico.

Con objeto de contrastar estas hipótesis en la industria manufacturera española, se ha efectuado un análisis sobre el grado de complementariedad entre los gastos en I+D realizados por las empresas y la importación de tecnología, empleando los referidos datos de la ESEE durante el período 1991 a 1997.

Para ello, se parte de suponer que el gasto en actividades tecnológicas realizado por las empresas es fruto de dos decisiones: por una parte, la decisión de realizar o no dichas actividades y, por otra parte, la decisión de la cuantía del gasto. Para recoger esta idea formalmente en la estimación empírica, se propone una especificación en donde el valor esperado del gasto se descompone de acuerdo a la siguiente expresión:

$$E(y \mid x) = P(y > 0)\, E(y \mid x;\, y > 0) \qquad [1]$$

Donde *y* es el gasto en importación de tecnología en términos de intensidad (es decir, la proporción de gasto respecto al volumen total de ventas) y *x* es un vector de variables explicativas.

El análisis se realiza a partir de la estimación de las dos componentes de la expresión [1], estimando la probabilidad de llevar a cabo actividades de importación de tecnología, $P(y > 0)$ y el valor esperado de la intensidad importadora referido a la muestra de empresas con gasto positivo: $E(y / x; y > 0)$.

En la estimación de la probabilidad de llevar a cabo actividades de importación, $P(y > 0)$, se ha optado por un modelo lineal de probabilidad, en el que la variable dependiente corresponde a una variable dicotómica que toma el valor uno si la empresa ha decidido importar tecnología y cero en caso contrario (5). Con respecto a la estimación del esfuerzo tecnológico, $E(y / x; y > 0)$, se selecciona la muestra de empresas que han importado tecnología, y se realiza una regresión mínimocuadrática donde la variable dependiente es la intensidad importadora. Las variables explicativas empleadas en ambos modelos incluyen un conjunto de 18 variables artificiales correspondientes a otros tantos sectores de actividad (S_j) y 3 variables artificiales: 2 de tamaño para diferenciar las empresas grandes y pequeñas (T_K) y una adicional para cada período que recoge los posibles efectos ciclo (t_e). Con estas variables se intenta captar la heterogeneidad que existe entre tamaños y sectores de actividad. El modelo de probabilidad adopta la siguiente forma (6),

$$P(IMP > 0 \mid S, T, t, ID) = \alpha + \sum_{j=1}^{18} \beta_j S_j + \sum_{k=1}^{2} \delta_k T_k + \sum_{l=1}^{7} \gamma_l t_l + \eta ID$$

Donde *ID* toma el valor 1 si la empresa realiza actividades de I+D propias. La complementariedad en la decisión de ambas actividades daría lugar a un signo positivo en el coeficiente estimado.

En el segundo modelo estimado para la intensidad importadora, la variable dependiente recoge (en logaritmos) el gasto en importación de tecnología sobre ventas. Como variables explicativas se incluyen, además de las variables artificiales de sector, tamaño y año, la variable IDV, que expresa la intensidad de los gastos en I+D propia respecto a las ventas (en logaritmos).

Los resultados de ambas estimaciones se recogen en el cuadro n.º 8. Como se puede comprobar en la primera columna de dicho cuadro, la probabilidad de realizar importaciones de tecnología en nuestro país resulta significativamente mayor para las empresas que realizan actividades de I+D, evaluándose en 7,5 puntos porcentuales su probabili-

CUADRO N.º 8

EFECTOS DE LA I+D SOBRE LA IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA

Variables explicativas	*Decisión de importar tecnología Variable dependiente: IM*	*Intensidad Importadora Variable dependiente: LIMV*
Constante	13,1 (29,49)	–0,607 (–6,52)
ID	7,5 (11,99)	—
LIDV	—	0,139 (2,32)
Tamaño		
< 200 trabajadores	–9,0 (–23,93)	–0,125 (1,48)
≥ 200 trabajadores	9,0 (23,93)	–1,125 (–1,48)
Efectos sector	Incluidos	Incluidos
Efectos temporales	Incluidos	Incluidos
Nº observaciones	13.057	1.549
R^2	7,5	7,1
Significatividad conjunta:		
Efectos sectoriales W (17)	81,00	57,22
Efectos tamaño W (1)	158,93	2,21
Efectos años W (6)	2,92	11,77

Nota: Todos los estadísticos se calculan robustos a heterocedasticidad.

dad adicional de importar tecnología respecto a las empresas que no las realizan. Respecto al efecto del tamaño sobre la decisión de importación de tecnología, se apunta un mayor grado de probabilidad de realización de importaciones en las empresas de mayor tamaño.

Si se atiende al grado de intensidad importadora respecto al nivel de actividad económica, medido por las ventas dentro del colectivo de empresas que realizan importaciones de tecnología, los resultados reflejados en la segunda columna del cuadro número 8 indican un efecto positivo y significativo sobre la misma del grado de intensidad investigadora. Así, un incremento en un 10 por 100 en la intensidad investigadora dará lugar a un aumento de un 1,4 por 100 en la intensidad importadora. El efecto del tamaño, sin embargo, no resulta significativo en este caso, aun cuando el tipo de relación apuntada sigue las mismas pautas que la derivada para la decisión de importar.

En definitiva, los resultados obtenidos parecen confirmar la existencia de un cierto grado de complementariedad entre las decisiones empresariales respecto a la realización de importaciones de tecnología y la intensidad de éstas, por una parte, y el desarrollo de actividades propias de I+D, por otra. Dichos resultados siguen la línea de los referidos anteriormente para países con distinto grado de desarrollo tecnológico y diferentes combinaciones de actividad tecnológica propia e importada, como son Canadá, Corea, Francia o India, pareciendo apuntar, por lo tanto, un aspecto bastante general del proceso de desarrollo tecnológico.

V. GRADO DE DEPENDENCIA TECNOLÓGICA DE LAS EMPRESAS

Una vez establecida la relación de complementariedad entre las actividades tecnológicas propias y la realización de importaciones de tecnología, resulta de interés el análisis de los factores que determinan una mayor o menor dependencia tecnológica del exterior en las empresas que simultanean ambos tipos de actividades. Para ello, se aproxima el grado de dependencia por el porcentaje de los gastos totales en actividades tecnológicas que representan los pagos tecnológicos, es decir: DEP = (IMPTEC / GTID + IMPTEC) * 100.

La especificación del modelo econométrico empleado tiene como variable dependiente DEP, y como explicativas un conjunto de variables artificiales de sector, tamaño y año, a las que se han incorporado cuatro variables adicionales: la propensión exportadora (EXP), variable que toma el valor 1 si la empresa exporta más del 10 por 100 del total de sus ventas; la presencia de capital extranjero (EXT), variable que toma el valor 1 si la empresa considerada tiene más de un 10 por 100 de su capital propiedad de empresas extranjeras; la utilización de fondos públicos para la promoción tecnológica (SUB), variable que toma el valor 1 si la empresa ha recibido algún tipo de financiación pública para actividades de I+D; y, por último, el grado de diferenciación de producto en la actividad de referencia, aproximado por los gastos de publicidad realizados en la misma (PUB). La ecuación a estimar adopta la siguiente forma

$$E(DEP \mid S, T, t, z) = \alpha + \sum_{j=1}^{18} \beta_j S_j + \sum_{k=1}^{2} \delta_k T_k +$$

$$+ \sum_{l=1}^{7} \gamma_l t_l + \delta_1 EXP + \delta_2 EXT + \delta_3 SUB + \delta_4 PUB$$

Los resultados nos permitirán determinar cuáles son los sectores que presentan una mayor dependencia del exterior, si ha habido alguna tendencia temporal en los siete años analizados, si el tamaño de las empresas tiene alguna incidencia a la hora de explicar tal dependencia y cuál es su relación con las cuatro características adicionales consideradas: actividad exportadora, capital extranjero, financiación pública de la I+D y diferenciación de producto.

El cuadro n.º 9 nos muestra los resultados de la estimación planteada. Los efectos sectoriales y de tamaño son conjuntamente significativos, lo cual indica que la dependencia tecnológica de las empresas varía entre sectores y tramos de tamaño. Los efectos individuales en ambos casos son, sin embargo, escasamente significativos, pero, en cualquier caso, apuntan algún resultado de gran interés. Así, por ejemplo, entre los sectores más dependientes en términos relativos de la importación de tecnología, aparte del sector de maquinaria agrícola e industrial, que es el que muestra un mayor grado de dependencia exterior, se encuentran, asimismo, actividades con un grado de dinamismo tecnológico no muy elevado, pero que cuentan con una destacada presencia de capital extranjero, como es el sector de productos alimenticios y tabaco.

De las cuatro características empresariales consideradas, únicamente dos, presencia de capital extranjero y financiación pública de la I+D, resultan significativas. Las empresas extranjeras presentan una mayor dependencia tecnológica del exterior y, como cabría esperar, la recepción de ayudas públicas a la I+D coincide con una menor dependencia.

CUADRO N.º 9

DETERMINANTES DE LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA
Variable dependiente: IMPTEC/GID + IMPTEC

Variables	*Coeficiente*	*T-Ratio*
Constante	35,753	(11,21)
Sectores		
1. Metales férreos y no férreos	5,431	(1,19)
2. Productos minerales no metálicos	7,921	(1,83)
3. Productos químicos	–8,356	(–3,61)
4. Productos metálicos	–6,398	(–1,77)
5. Máquinas de oficina y procesos de datos	–9,604	(–2,74)
6. Maquinaria agrícola e industrial	13,929	(2,52)
7. Material y accesorios eléctricos	–7,521	(–2,88)
8. Vehículos automóviles y motores	–9,399	(–3,10)
9. Otro material de transporte	–6,522	(–1,62)
10. Carne y conservas	6,273	(0,78)
11. Productos alimenticios y tabaco	7,995	(2,52)
12. Bebidas	1,755	(0,28)
13. Textiles y vestido	3,588	(0,89)
14. Cuero, piel y calzado	–7,046	(–0,69)
15. Madera y muebles de madera	–5,689	(–0,31)
16. Papel, artes gráficas y edición	–1,101	(–0,26)
17. Productos de caucho y plástico	0,435	(0,12)
18. Otros productos manufacturados	14,311	(1,35)
Tamaño		
Menos de 200 trabajadores	–2,031	(–1,67)
Más de 200 trabajadores	2,031	(1,67)
Año		
1991	0,282	(0,15)
1992	1,395	(0,74)
1993	1,147	(0,07)
1994	–0,645	(–0,32)
1995	–1,661	(–0,82)
1996	–0,503	(–0,24)
1997	0,985	(0,44)
Empresa exportadora	1,810	(0,97)
Empresa extranjera	17,884	(9,65)
Financiación pública a la I+D	–15,547	(–7,89)
Publicidad	–0,69	(–0,30)
Número de observaciones	1146	
R^2	23,1	
Test de significatividad conjunta:		
Efectos sectoriales F (17,1112)	4,01	
Efectos tamaño F (1,1112)	2,77	
Efectos tiempo F (6,1112)	0,23	

VI. CONSIDERACIONES FINALES

La identificación del tipo de relación entre las decisiones de realizar actividades de I+D por parte de las empresas y su importación de tecnología constituye un aspecto de especial importancia en países, como España, en los que existe un destacado desequilibrio entre ambos aspectos.

En este contexto, el presente trabajo se ha planteado dos objetivos fundamentales. En primer lugar, caracterizar y cuantificar la situación de las em-

presas industriales españolas a este respecto, empleando la riqueza informativa derivada de la ESEE, elaborada por la Fundación Empresa Pública. En segundo lugar, establecer las variables explicativas más relevantes de la actividad tecnológica empresarial, así como el carácter complementario o sustitutivo de la relación entre la I+D y la importación de tecnología.

Respecto a la caracterización de las empresas con actividades tecnológicas, los resultados obtenidos vienen a subrayar la importancia de los condicionantes de sector y tamaño a la hora de determinar la actividad tecnológica de las empresas, concentrándose dicha actividad en un reducido número de actividades intensivas en tecnología y, dentro de éstas, en las empresas con un mayor tamaño.

Las empresas de mayor tamaño tienen una mayor propensión a realizar algún tipo de actividad tecnológica, ya sea I+D propia o importación de tecnología, destacando, así mismo, por una mayor utilización de la combinación de ambas. El sector de actividad económica influye, por su parte, de una forma muy marcada sobre la decisión de realizar actividades tecnológicas, teniendo una mayor incidencia cuanto menor es el tamaño de la empresa.

En cualquier caso, repitiendo resultados obtenidos en otros países, este tipo de relación entre tamaño y actividad tecnológica no se mantiene si se pasa de considerar la decisión de efectuar actividades tecnológicas a analizar el grado de intensidad del esfuerzo tecnológico. Empleando la relación entre gastos tecnológicos y ventas para el colectivo de empresas que realizan algún tipo de actividad tecnológica, las empresas tienden a mostrar intensidades muy semejantes cualquiera que sea su tamaño.

Respecto a la caracterización de las empresas, según el tipo de actividad tecnológica realizada, los resultados apuntan una clara especificidad de las empresas que no realizan ningún tipo de actividad tecnológica tendiendo a mostrar menores grados de: participación de capital extranjero, propensión exportadora y diferenciación de producto, ésta aproximada por la intensidad de gastos de publicidad. Por su parte, el colectivo de empresas que combinan la importación y la generación de tecnología se caracterizan por un comportamiento opuesto, tendiendo a registrar los índices más elevados en cada uno de los anteriores aspectos.

Finalmente, del análisis detallado de la relación entre importaciones de tecnología y gastos en I+D se deriva la existencia de un cierto grado de complementariedad entre ambas vías de acceso al cambio técnico. Así, la propensión a efectuar importaciones de tecnología es claramente superior en las empresas que realizan actividades de I+D que en las que no llevan a cabo algún tipo de actividad tecnológica, manteniendo, asimismo, una relación directa la intensidad de los gastos en importación de tecnología con la intensidad de las actividades propias de I+D.

Este resultado resulta consistente con la existencia del desarrollo de unas capacidades tecnológicas propias basadas en conocimientos adquiridos en el exterior, y sugiere el interés de superar la simple contraposición entre la importación de tecnología y la investigación propia, avanzando en el carácter específico de la relación entre ambas.

NOTAS

(1) Véase FARIÑAS y JAUMANDREU (1995) para una exposición detallada de las características de la ESEE.

(2) Nótese que sólo se considera la tecnología no incorporada, ya que no se tiene en cuenta la tecnología que las empresas adquieren incorporada en bienes de equipo.

(3) COHEN (1995) presenta una revisión de los determinantes de la I+D y las conclusiones de los trabajos empíricos que se han centrado en el estudio de cada uno de ellos.

(4) Esta clasificación sectorial es estándar en la literatura de innovación. Véase por ejemplo la empleada por MARTÍN (1997).

(5) El modelo lineal de probabilidad tiene dos problemas bien conocidos, que son la heterocedasticidad y la obtención de probabilidades estimadas no acotadas entre cero y uno. El primero de ellos se corrige aplicando mínimos cuadrados generalizados teniendo en cuenta la varianza de los errores que es conocida. El segundo problema no aparece en este contexto, dado el carácter dicotómico de las variables en las que se condiciona.

(6) Para evitar la multicolinealidad perfecta que conllevaría la inclusión de los juegos completos de variables artificiales de sector, tamaño y tiempo, se han reparametrizado los coeficientes de acuerdo con el procedimiento de SUITS (1984), de manera que la suma de los mismos sea cero. De esta forma, la interpretación de los parámetros se hace más intuitiva, ya que el punto de referencia es la media, y no la subpoblación omitida, como es habitual.

BIBLIOGRAFÍA

BRAGA, H., y WILLMORE, L. (1991), «Thechnological imports and technological effort: an analysis of their determinants in brazilian firms», *The Journal of Industrial Economics* 19, págs. 155-174.

COHEN, W. (1995), «Empirical studies of innovative activity» *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* editado por P. STONEMAN, Blackwell, Cambridge.

COHEN, W., y KLEPPER (1992), «The anatomy of industry R&D intensity distributions», *American Economic Review,* 82, págs. 773-788.

— (1996), «A reprise of size and R&D», *The Economic Journal* 106, páginas 925-951.

FARIÑAS, J. C., y JAUMANDREU, J. (1995), «La Encuesta Sobre Estrategias Empresariales: características y usos», *Economía Industrial,* 299, págs. 109-120.

FRANÇOIS, J. (1985), «La recherche –développement et les echanges techniques avec l'etranger dans l'industrie française», *Revue Economique,* 41, págs. 501-530.

KATRAK, H. (1997), «Developing countries' imports of technology, in-house technological capabilities and efforts: an analysis of the Indian experience», *Journal of Development Economics*, vol. 53, páginas 67-83.

KLETTE, J., y GRILICHES, Z. (1997), «Empirical patterns of firm growth and R&D investment: a quality ladder model interpretation», *Working Paper,* n.º 6945, NBER.

LEE, J. (1996), «Techology imports and R&D efforts of korean manufacturing firms», *Journal of Development Economics,* vol. 50, páginas 197-200.

MARTÍN, C. (1997), *España en la nueva Europa,* Alianza Editorial.

MARTÍN, C., y RODRÍGUEZ ROMERO, L. (1977), *Cambio técnico y dependencia tecnológica: El caso de España,* Fundación del INI, Serie E.

MOHNEN, P., y LÉPINE, N. (1991), «R&D, R&D spillovers and payment for technology: canadian evidence», *Structural Change and Economics Dynamics,* vol. 2, n.º 1, págs. 213-228.

PATEL, P., y PAVITT, K. (1995): «Patterns of tecnological activity: their measurement and interpretation», en *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* ed. por P. STONEMAN, Blackwell, Cambridge.

SCHMOOKLER, J. (1962), «Economic sources of inventive activity», *Journal of Economic History,* 22, págs. 1-10.

SCHUMPETER, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Routledge, 1992.

SUITS, D. B. (1984), «Dummy variables: mechanics vs. interpretation», *The Review of Economics and Statistics,* 66, págs. 177-180.

VEUGELERS, R., y CASSIMAN, B.(1999), «Make and buy in innovation strategies: evidence from belgian manufacturing firms», *Research Policy,* 28, págs. 63-80.

Resumen

El objetivo de este trabajo es doble: por una parte, cuantificar la importancia de las actividades de I+D e importación de tecnología en las empresas manufactureras españolas; por otra, analizar la decisión de las empresas de importar tecnología y su relación con la generación de tecnología propia. La metodología empleada permite diferenciar entre la probabilidad de realizar una actividad tecnológica determinada y el esfuerzo tecnológico efectuado en aquellas empresas que realizan dicha actividad.

Palabras clave: I+D, importación de tecnología, manufacturas, España.

Abstract

This study has the dual purpose of, on the one hand, assessing the importance of R&D activities and technology import in the Spanish manufacturing industries and, on the other, of analysing the decision of companies to import technology and its relationship with the generation of own technology. The methodology used enables us to differentiate between the probability of carrying on a given technological activity and the technological effort made in those companies that perform this activity.

Key words: R&D, technology import, manufactures, Spain.

JEL classification: O32, L11.

PROGRESO TECNOLÓGICO Y EMPLEO: EVIDENCIA INTERNACIONAL

César ALONSO BORREGO (*)

I. INTRODUCCIÓN

EL proceso de cambio técnico y sus efectos en la economía y, en particular, en el empleo, sigue siendo un tema controvertido, cuyo interés se ha visto reforzado en la última década como resultado de la dinámica de crecimiento de la producción y del empleo dentro de los países de la OCDE. Así, mientras EE.UU. se encuentra en su octavo año de expansión, con una situación próxima al pleno empleo y escasos riesgos inflacionarios, debido, entre otros factores, a los efectos positivos del cambio tecnológico sobre la productividad, el principal motivo de preocupación en Europa sigue siendo el impacto negativo que el cambio técnico puede tener sobre el nivel de empleo, especialmente en una situación en la que las tasas de desempleo se mantienen en niveles relativamente altos.

A la hora de considerar el impacto del cambio técnico sobre el empleo, se ha partido generalmente de la consideración de dos efectos contrapuestos (véase Martín y Rodríguez-Romero, 1983). El primero, un efecto desplazamiento, que haría desaparecer puestos de trabajo gracias al ahorro de mano de obra inducido por el cambio técnico. El segundo, un efecto compensación, que permitiría reemplear a los trabajadores desplazados gracias al aumento en la demanda agregada inducido por el cambio técnico. Sin embargo, existen importantes discrepancias sobre cuál de los dos efectos domina.

Evidentemente, el cambio técnico no tiene por qué afectar de forma homogénea a los factores, dado que su grado de complementariedad diferirá entre éstos. Por ello, la importancia del efecto desplazamiento del empleo dependerá del grado de complementariedad o sustituibilidad del factor trabajo con respecto al cambio técnico. Como el trabajo no es un factor homogéneo (difiere por cualificación) los efectos de desplazamiento del empleo variarán con la cualificación. Además, dichos efectos pueden amplificarse si existen rigideces en el ajuste del precio del factor trabajo. Por último, el cambio técnico tiene una incidencia diferente en distintos sectores.

Bajo el denominado efecto compensación, se agrupa la generación de puestos de trabajo creados por el efecto del cambio técnico sobre el crecimiento global de la producción vía expansión de la demanda, o por el proceso de sustitución de factores. Por supuesto, la magnitud de estos efectos compensadores depende de las características del sector (en concreto, de la elasticidad precio de la demanda, del grado de competencia, etc.). Una vez que se incorpora el cambio técnico, el efecto compensador tiene lugar a medida que los efectos del cambio técnico se hacen notar sobre la demanda, sobre las condiciones del mercado, etc. En este sentido, la intensidad de este efecto y la rapidez con que se produce dependerá también de la capacidad de la economía para ajustarse a las nuevas condiciones.

En este trabajo, se pretende evaluar la importancia del cambio técnico en el nivel de empleo. Para ello, se utiliza un panel de datos de los principales sectores para distintos países de la OCDE para evaluar cómo afecta la intensidad innovadora a las variaciones en el empleo. En el análisis se considera una especificación común para todos los países, pero permitiremos diferencias en los coeficientes que tengan en cuenta tanto las diferencias en el funcionamiento de los mercados como la heterogeneidad en los factores de producción (trabajo, capital físico) debido a su distinta composición. Además, en línea con Machin y Van Reenen (1998), se utiliza información del gasto en I+D a escala sectorial para considerar, a través de dicha medida de cambio técnico, su efecto en el empleo del sector.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma. En el apartado II, se presenta una panorámica sobre las principales contribuciones teóricas y empíricas sobre los efectos del cambio técnico en el crecimiento de la economía; en el III, se describen las principales características de las variables utilizadas; en el IV, se define brevemente el marco de análisis; en el V, se presentan la metodología y los resultados de la estimación, y en el apartado VI, se ofrecen las principales conclusiones.

II. CAMBIO TÉCNICO Y EMPLEO: UNA PANORÁMICA

En el estudio del cambio técnico y sus efectos en la economía cabe distinguir tres grandes corrientes de análisis: el modelo neoclásico representado por Solow, la corriente neokeynesiana, que introduce el concepto de desequilibrio, y por último, el enfoque neo-schumpeteriano, más centrado en

la generación, contenido y difusión del proceso de cambio tecnológico.

En el planteamiento estrictamente neoclásico, los supuestos de flexibilidad de precios y salarios aseguran que los mercados se equilibran y hacen imposible la aparición de desempleo o de problemas de racionamiento. Al margen de las críticas relacionadas con este supuesto, este soporte teórico ha permitido desarrollos teóricos importantes asociados a la interacción de la tecnología con el grado de competencia de los mercados (véase Hall, 1990), o con la importancia del efecto sustitución entre trabajo y ocio. Dichos desarrollos han permitido establecer los efectos de *shocks* tecnológicos en el crecimiento de la producción y del empleo. Trabajos posteriores han puesto el énfasis en la interacción entre externalidades, rendimientos a escala en la función de producción (Romer 1986 y 1990, y Lucas, 1988) y efectos inducidos del cambio tecnológico sobre la economía. Como conclusión, cabría decir que solamente bajo los supuestos de flexibilidad de precios, rendimientos constantes a escala y neutralidad del *shock* tecnológico, dicho *shock* no afecta a la demanda de trabajo. Si, por el contrario, el *shock* está sesgado en favor de alguno de los *inputs* utilizados en la función de producción, la demanda de trabajo podría de hecho aumentar o disminuir en función de las elasticidades de la demanda de factores.

En contraste con este planteamiento, la corriente neokeynesiana ha puesto el énfasis en la existencia de imperfecciones de mercado, problemas de información y/o rigideces de precios que impiden que los mercados se equilibren automáticamente. En estas condiciones, el cambio tecnológico puede tener implicaciones no sólo en el nivel de empleo, sino en la propia dinámica de evolución del desempleo. Neary (1981) y Sinclair (1981) ponen en evidencia que, en presencia de rigideces nominales en los salarios, basta con que la elasticidad de la demanda de trabajo sea mayor que la unidad para que un *shock* tecnológico neutral en el sentido de Hicks aumente la demanda de trabajo y reduzca el desempleo.

Los resultados obtenidos son todavía más precisos cuando se hacen supuestos más estrictos sobre el grado de rigidez de los salarios y de imperfección en los mercados. Barro y Grosman (1971), y Malinvaud (1997), entre otros, consideran la existencia de dos mercados (bienes y trabajo) y dos *inputs,* y concluyen que el efecto de un *shock* tecnológico sobre el empleo puede ser negativo si existe un exceso de oferta en alguno de los dos mercados (bienes o trabajo).

Es difícil, sin embargo, hacer previsiones sobre las implicaciones en el empleo sin tener en cuenta la realidad multisectorial de la economía y la interacción intersectorial en la dinámica de expansión del *shock* tecnológico. Desde esta perspectiva, la senda de evolución de los salarios y la difusión intersectorial de la tecnología son variables clave para determinar el equilibrio final del sistema ante un *shock* tecnológico.

El supuesto común en la discusión realizada hasta ahora es la consideración del *shock* de productividad como un fenómeno exógeno. Conviene, sin embargo, prestar atención a una última línea de investigación que ha tratado de endogeneizar el propio proceso de cambio tecnológico. Dentro de la tradición post-keynesiana, dicha línea de investigación se ha centrado en la determinación de los canales de causalidad que subyacen al cambio tecnológico, aproximando éste a través de las ganancias de productividad. Fagerberg (1991) formaliza de hecho el vínculo entre mecanismo de formación de salarios, cambio tecnológico y crecimiento del empleo, y analiza las interdependencias que surgen entre los mismos. Sylos Labini (1990), por el contrario, desplaza el énfasis a las diferencias de precios relativos de capital y trabajo para explicar el efecto del *shock* de productividad en el empleo. No obstante, los avances realizados en esta línea han seguido dejando abiertas cuestiones tan importantes como la naturaleza del cambio tecnológico, su difusión o, lo que es más importante, la relevancia del sector productivo en la generación de este proceso.

Para responder a estas preguntas, se han utilizado formulaciones más realistas, que consideran el cambio técnico desde una perspectiva amplia, más allá de la medición estricta de las ganancias de productividad. A medida que aumenta el grado de realismo del análisis, resulta más necesario analizar el efecto del *shock* tecnológico a todos los niveles posibles, desde el máximo nivel de agregación hasta el nivel de empresa. Desde esta perspectiva más estructuralista, es posible analizar la interacción del cambio tecnológico con la estructura competitiva del mercado y el proceso de decisión de las empresas. Dentro de esta escuela, el enfoque más puramente schumpeteriano insiste en la interacción entre el cambio tecnológico y la estructura de competencia en un determinado sector o industria, o en la propia dinámica de ciclos de la economía.

La segunda línea de evolución de este enfoque estructuralista está liderada por Hicks (1973), que se centra fundamentalmente en la dinámica tem-

poral del proceso de cambio tecnológico. Su análisis contrasta claramente con el enfoque más tradicional, que considera el aumento de productividad como un proceso monótono y sin grandes rupturas. Por el contrario, este enfoque analiza la evidencia empírica de que el proceso de cambio tecnológico tiende a ocurrir con fuertes discontinuidades, que pueden acabar trasladándose en fuertes ciclos de crecimiento o desaceleración de la actividad económica. El principal aspecto de interés en esta línea es la transición al nuevo estado estacionario tras la aparición de una innovación tecnológica. El efecto, en términos de empleo y producción, depende fundamentalmente de los coeficientes técnicos de las dos tecnologías (la anterior y la posterior a la innovación tecnológica), pero, además, es posible obtener situaciones de sobreajuste (*overshooting*) en el empleo o el desempleo durante el proceso de transición.

Llegados a este punto, es evidente que, al analizar el efecto de la tecnología, es mucho más interesante considerar la complementariedad de los distintos enfoques, utilizando aquellos que se ajustan más directamente al objetivo de la investigación. En esta línea de mayor eclecticismo se encuentran algunos de los intentos más recientes de avanzar en la clarificación de la relación entre tecnología y empleo, buscando vías para contrastar distintas hipótesis dentro de modelos suficientemente flexibles como para poder encuadrar dichas hipótesis.

No obstante, conviene reconocer que no hay una medida que refleje en su totalidad lo que entendemos como «cambio técnico». El concepto de cambio técnico engloba toda una serie de fenómenos que afectan a la estructura productiva de las empresas, entre los que se encuentran las innovaciones tecnológicas que determinan cambios en el proceso de producción (lo que incluye en parte cambios en el capital físico) y en la naturaleza de los productos. Como medición imperfecta de este conjunto de dichas innovaciones tecnológicas, disponemos del gasto en I+D realizado por las empresas que, en presencia del *stock* de capital físico (que captura lo que se conoce como cambio técnico incorporado), permite medir una parte del cambio técnico no incorporado. Dicha variable medirá este componente del cambio técnico con mayor error cuanto menor sea la proporción de gasto que genera innovaciones exitosas. Por otra parte, a la hora de medir cambio técnico con base en el gasto en I+D, se genera también un error, al no tenerse en cuenta las importaciones de tecnología realizadas por las empresas.

Sin embargo, dentro del cambio técnico cabe incluir también cambios en la organización de la producción y en la distribución del producto, cambios en las características del capital humano de los trabajadores, así como cambios en el concepto mismo de empresa. Algunos de estos fenómenos son, en la práctica, imposibles de medir. Esta definición amplia de cambio técnico, que agrupa toda una serie de fenómenos de muy diversa naturaleza, pero íntimamente conectados, ha sido definida por Snower (1998) como «revolución organizativa». Como Snower señala, es prácticamente imposible separar la aparición de los distintos fenómenos que determinan esta revolución organizativa.

Snower (1998) apunta que las posibilidades de aprovechar las sinergias asociadas a los profundos cambios tecnológicos y organizativos dependen, en buena medida, de las características institucionales del mercado de trabajo. En este sentido, las rigideces en el mercado de trabajo asociadas a la fijación de salarios o al ajuste de plantillas, o políticas de fomento del empleo poco adecuadas, pueden impedir que la economía de un país explote plenamente las ventajas de los cambios asociados a la incorporación de nuevas tecnologías. Aquellos países con instituciones laborales más flexibles ante cambios en la organización de la economía estarán en mejores condiciones para aumentar su competitividad relativa.

Los países de la OCDE se han clasificado tradicionalmente en tres grupos de acuerdo con el funcionamiento institucional del mercado de trabajo. En un primer grupo, los países anglosajones se han caracterizado por un mercado de trabajo altamente desregulado, sin fuertes restricciones al despido y con escasa protección al desempleo. En segundo lugar, y en una situación opuesta, se encuentran los países europeos, con fuertes regulaciones institucionales que dificultan el despido de trabajadores, con salario mínimo legal y un generoso sistema público de subsidio al desempleo. Por último, en el caso de Japón, si bien no hay fuertes regulaciones legales, en la práctica existe una arraigada cultura empresarial que lleva a una relación trabajador-empleado casi permanente. Desde los años ochenta, se ha llevado a cabo una importante desregulación del mercado de trabajo en varios países europeos, dirigida a eliminar rigideces que entorpecían los procesos de reestructuración de las empresas. Sin embargo, estas reformas no se han desarrollado con igual intensidad en todos los países europeos, de manera que actualmente existen importantes diferencias entre países en la capacidad de las empresas para reorganizar sus plantillas en el corto plazo. En la discusión de re-

sultados, se tratará de evaluar en qué medida las características del mercado de trabajo permiten explicar las diferencias en las estimaciones para los distintos países.

III. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La base de datos utilizada contiene información para los países de la UE (Bélgica y Luxemburgo unidos), EE.UU. y Japón, con la clasificación sectorial de NACE-CLIO R-25. Las principales variables incluidas son: empleo, horas de trabajo, costes de personal, valor añadido, *stock* de capital físico, gasto en actividades de I+D y *stock* de capital tecnológico obtenidos de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de la Fundación de las Cajas de Ahorros (BDS-DEE-FUNCAS), a partir de información obtenida de EUROSTAT, OCDE y UNESCO.

En el cuadro n.º 1, se presenta la clasificación sectorial utilizada, así como el coeficiente de correlación de rango de Spearman entre el esfuerzo tecnológico (definido como el gasto en I+D por unidad de producto) y el empleo. Este coeficiente ha sido calculado sector a sector y utilizando datos de todos los países considerados (1). Junto a cada coeficiente de correlación de rango, se presenta el p-valor, o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que dicho coeficiente es estadísticamente igual a cero.

En primer lugar, puede verse que la mayor parte de las correlaciones de rango son positivas. Además, en los casos en que aparecen coeficientes negativos, son claramente no significativos, excepto en hostelería (al 3,6 por 100) y transporte interior (al 6,3 por 100).

Dentro de las manufacturas, encontramos correlaciones generalmente menores para los sectores más tradicionales, caracterizados por una intensidad tecnológica baja, destacando la industria textil y la alimenticia. Sin embargo, hay una notable excepción, de acuerdo con esta clasificación, que corresponde a la industria del papel e impresión, donde la correlación de rango entre esfuerzo tecnológico y empleo es bastante elevada. En este sector se han producido cambios técnicos importantes dentro del subsector de la edición gracias a la extensión en el uso de la informática. En todo caso, los sectores típicamente asociados a intensidad

CUADRO N.º 1

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE ESFUERZO TECNOLÓGICO Y EMPLEO POR SECTORES

Sectores	*Coeficiente de Spearman*	*p-valor*
3. Minerales y metales férreos y no férreos	0,1250	0,0394
4. Minerales y productos no metálicos	0,2091	0,0005
5. Productos químicos	0,5459	0,0000
6. Productos metálicos	0,1927	0,0014
7. Maquinaria agrícola e industrial	0,4217	0,0000
8. Máquinas de oficina y proceso de datos	0,3195	0,0000
9. Material y equipo eléctrico	0,4826	0,0000
10. Material de transporte	0,7772	0,0000
11. Productos alimenticios y tabaco	0,0083	0,8912
12. Textiles, cuero y vestido	–0,0471	0,4389
13. Papel, artículos de papel e impresión	0,3038	0,0000
14. Caucho y plásticos	0,2929	0,0000
15. Otros productos manufacturados y madera	0,3360	0,0000
16. Construcción	0,4245	0,0000
17. Comercio, recuperación y reparación	–0,0294	0,6989
18. Alojamiento y restauración	–0,1987	0,0358
19. Transporte interior	–0,1130	0,0627
20. Transporte marítimo y aéreo	0,0840	0,1669
21. Servicios anexos a los transportes	0,0060	0,9209
22. Comunicaciones	0,3668	0,0000
23. Instituciones de crédito y seguros	0,1157	0,1934
24. Otros servicios destinados a la venta	0,2425	0,0001
25. Servicios no destinados a la venta	0,6016	0,0000

tecnológica media y alta son los que presentan mayores correlaciones de rango, destacando los sectores de mayor dinamismo, como material de transporte, químicas, material eléctrico y maquinaria.

Cabe hacer una mención especial a los sectores de comunicaciones y de servicios no financieros, donde encontramos elevadas correlaciones, particularmente en el caso de servicios no destinados a la venta. Precisamente, las actividades de servicios han experimentado un gran desarrollo, adquiriendo una importancia creciente en lo que respecta a su peso en el PIB y en el empleo de buena parte de los países desarrollados. En este sentido, destaca el sector de servicios no destinados a la venta, que presenta una de las correlaciones de rango más elevadas, que, básicamente, se debe al gasto en I+D realizado por el sector público.

Con objeto de describir las características de la estructura productiva de los países considerados, en los cuadros n.os 2 y 3 se presentan, para cada uno de ellos, la distribución sectorial y la variación sectorial del empleo. Con objeto de dar una panorámica más simplificada, los sectores se han agrupado en seis grandes grupos. Los tres primeros corresponden a una agrupación de la industria según su actividad, sea intensiva en tecnología, de tecnología media, o de intensidad tecnológica baja, respectivamente. Los tres restantes corresponden a construcción, comercio y servicios (financieros y no financieros), respectivamente. Dado que no se disponía de la información sobre los sectores de transportes y de comunicaciones para todos los países, éstos han sido excluidos del análisis descriptivo. También se han eliminado del análisis los sectores de agricultura y energía. Se han tomado los años 1980, 1988 y 1995 como años de referencia.

Puede apreciarse que el sector servicios representa el mayor peso en el empleo, con la excepción de Japón, en el que destacan las manufacturas de intensidad tecnológica baja. Asimismo, se aprecia una importante caída en el peso del empleo industrial. En general, el sector manufacturero de baja tecnología es el responsable principal de la caída del empleo industrial, mientras que el sector manufacturero intensivo en tecnología experimenta la menor caída en términos relativos dentro de la industria. La caída del empleo industrial parece mucho más acusada en Reino Unido, Francia e Italia, siendo más moderada en aquellos países europeos que parten de un menor grado de desarrollo industrial (incluso en el caso de Irlanda y Portugal, el empleo industrial aumenta en términos absolutos y relativos). En la segunda parte del período muestral, la caída del empleo industrial se hace más acusada para las actividades intensivas en tecnología.

En el cuadro n.º 4 se presenta, para cada país, la distribución sectorial del gasto en I+D. En el cuadro n.º 5 se presentan las tasas de variación del I+D para los períodos 1980-1988 y 1988-1995. Destacan, como cabe esperar, las industrias de intensidad tecnológica media y alta, así como el sector servicios, como los principales motores de la innovación tecnológica.

También puede apreciarse que la distribución sectorial es más estable para aquellos países que parten de niveles de desarrollo más elevados, con la excepción de Japón, que experimenta un notable incremento en el peso del sector industrial de intensidad tecnológica alta. Un aspecto llamativo es el enorme peso del sector servicios en el caso de países de menor grado de desarrollo, como Grecia, Portugal e Irlanda, frente a la escasa importancia de los sectores industriales. El crecimiento del gasto en I+D en los sectores industriales de estos países está muy por encima de la media, debido en buena parte a los bajos niveles de partida. En este sentido, se observa un enorme incremento en el empleo y en el gasto en I+D en el sector industrial intensivo en tecnología en Irlanda desde finales de los ochenta, que refleja el desarrollo de una incipiente industria de alto contenido tecnológico, con la industria de computadoras a la cabeza.

Por otro lado, destaca el enorme crecimiento en los ochenta del gasto en I+D en los sectores de construcción y comercio, que en el caso del comercio hacen aumentar de forma significativa el peso de este sector en el gasto en I+D. Nótese que, como se ha mencionado anteriormente, este hecho va acompañado de un notable incremento en el peso de estos sectores en el empleo total.

En resumen, parecen existir patrones comunes por sectores en cuanto a sus contribuciones al empleo y al gasto en I+D y en la evolución de éstas. Sin embargo, el mayor crecimiento relativo en el gasto en I+D tiene lugar en los sectores industriales intensivos en tecnología y en el sector comercial, siendo la evolución del empleo en estos sectores más dispar. También cabe destacar que aunque las manufacturas de intensidad tecnológica baja ven disminuir su empleo tanto en términos absolutos como relativos, su gasto en I+D se mantiene relativamente estable. Dichos patrones presentan no obstante diferencias según el grado de desarrollo económico de los países considerados, con la notable excepción de Japón, que presenta un patrón

CUADRO N.º 2

PESO RELATIVO DEL EMPLEO POR SECTORES Y PAÍSES

	SECTORES					
	Tecnología alta	*Tecnología media*	*Tecnología baja*	*Construcción*	*Comercio*	*Servicios*
Año 1980						
Alemania	9,7	14,7	20,6	11,2	7,3	36,5
Austria	7,2	11,2	22,2	11,3	9,2	38,8
Bélgica	5,1	8,4	17,2	10,6	9,3	49,4
Dinamarca	3,8	9,3	14,5	10,6	9,5	52,2
España	4,6	10,8	23,6	14,2	10,2	36,6
Finlandia	3,8	13,3	20,4	11,6	10,6	40,4
Francia	6,2	11,5	17,0	12,1	7,7	45,5
Reino Unido	7,2	12,7	16,5	9,2	9,0	45,4
Grecia	2,8	7,9	24,2	13,5	7,6	44,0
Holanda	5,9	6,9	15,1	12,7	9,1	50,3
Irlanda	5,5	5,9	23,1	13,3	8,0	44,2
Italia	5,9	12,2	23,4	12,3	8,8	37,5
Japón	10,1	15,4	24,0	20,9	11,8	17,9
Portugal	3,4	8,1	29,2	17,9	7,9	33,5
Suecia	6,8	11,9	13,7	8,7	8,1	50,8
EE.UU.	6,6	10,0	14,8	8,4	6,8	53,5
TOTAL	5,7	10,3	20,5	12,6	8,7	42,8
Año 1988						
Alemania	9,9	14,6	17,3	9,3	7,4	41,6
Austria	6,8	10,5	18,6	9,8	10,1	44,2
Bélgica	4,6	7,5	14,0	8,0	8,2	57,6
Dinamarca	4,2	9,2	13,5	9,5	9,6	54,0
España	4,2	9,6	20,1	13,2	8,9	43,9
Finlandia	3,8	10,1	16,5	11,8	10,7	47,1
Francia	5,7	9,1	13,9	10,2	8,0	53,1
Reino Unido	6,2	10,7	13,5	8,7	8,0	52,9
Grecia	2,8	6,9	25,3	11,2	6,9	46,9
Holanda	5,9	6,1	13,0	10,3	9,1	55,6
Irlanda	7,1	5,6	17,5	10,4	7,5	51,9
Italia	4,8	9,7	19,1	10,6	9,7	46,2
Japón	12,1	14,8	23,4	19,8	11,5	18,4
Portugal	3,9	7,2	29,2	14,0	6,3	39,4
Suecia	5,5	11,2	12,3	7,9	8,1	55,0
EE.UU.	5,6	8,8	11,8	8,7	6,4	58,8
TOTAL	5,6	9,3	17,7	11,0	8,5	48,8
Año 1995						
Alemania	8,3	13,3	15,4	9,6	6,8	46,6
Austria	6,1	10,1	14,7	10,5	10,3	48,3
Bélgica	4,6	7,2	13,0	8,7	8,0	58,4
Dinamarca	3,9	8,9	12,5	8,6	9,2	56,9
España	3,7	8,7	17,1	13,2	8,7	48,7
Finlandia	3,5	10,2	14,7	8,7	10,6	52,3
Francia	5,0	7,9	11,7	8,9	7,8	58,6
Reino Unido	5,7	9,7	12,4	7,7	8,8	55,7
Grecia	2,8	7,0	24,8	11,1	6,9	47,4
Holanda	5,0	6,1	12,3	9,8	9,4	57,5
Irlanda	8,6	6,8	15,3	10,1	8,3	50,9
Italia	4,3	8,7	17,4	10,7	9,6	49,3
Japón	11,4	14,5	22,3	21,7	11,7	18,4
Portugal	3,6	5,9	29,2	13,3	5,4	42,6
Suecia	5,0	9,7	10,8	6,9	8,3	59,3
EE.UU.	4,5	7,9	10,1	7,6	6,4	63,5
TOTAL	5,2	8,7	16,0	10,7	8,4	51,8

CUADRO N.º 3

VARIACIÓN DEL EMPLEO POR SECTORES
(En porcentaje)

	SECTORES					
	Tecnología alta	*Tecnología media*	*Tecnología baja*	*Construcción*	*Comercio*	*Servicios*
1980-1988						
Alemania	4,8	2,1	–12,3	–14,9	1,8	12,9
Austria	–6,2	–7,8	–17,4	–11,8	8,4	11,2
Bélgica	–7,8	–6,3	–14,4	–18,4	–12,4	13,3
Dinamarca	18,6	11,5	6,9	11,8	10,0	9,7
España	4,1	3,7	–2,5	8,1	–6,8	23,0
Finlandia	6,5	–20,2	–14,1	8,6	4,6	18,1
Francia	–4,3	–18,0	–13,9	–12,7	6,3	16,5
Reino Unido	–10,6	–12,3	–14,8	–0,1	–6,3	20,3
Grecia	3,5	–11,0	7,0	–15,4	–5,9	9,7
Holanda	5,8	–4,1	–6,6	–4,6	4,9	13,0
Irlanda	15,1	–12,0	–29,8	–25,1	–12,8	8,5
Italia	–7,8	–14,0	–12,8	–10,7	12,5	22,9
Japón	15,0	0,4	2,2	0,0	2,3	4,4
Portugal	29,5	10,8	19,6	–4,4	–3,5	33,1
Suecia	–14,4	2,4	–1,7	–4,2	4,6	11,2
EE.UU.	–3,2	1,3	–7,9	20,5	7,3	21,6
1988-1995						
Alemania	–13,6	–5,3	–7,7	7,8	–3,8	15,5
Austria	–5,7	2,0	–17,6	12,8	7,5	14,7
Bélgica	2,2	–0,9	–4,8	10,7	0,6	4,2
Dinamarca	–8,4	–4,9	–9,5	–12,4	–6,2	3,5
España	–2,9	–0,6	–6,1	10,1	7,5	20,3
Finlandia	–23,2	–13,0	–25,1	–43,3	–14,1	–3,2
Francia	–8,3	–9,7	–13,1	–8,8	1,4	14,0
Reino Unido	–12,5	–14,3	–12,6	–17,4	5,5	0,7
Grecia	15,1	15,9	11,8	12,8	13,4	14,9
Holanda	–8,2	7,7	3,3	3,0	12,3	12,0
Irlanda	34,4	36,2	3,2	13,7	25,8	14,5
Italia	–11,9	–12,0	–10,5	–0,7	–2,0	5,2
Japón	–0,8	3,5	0,8	14,4	7,9	6,0
Portugal	–3,6	–17,3	3,4	–1,4	–12,3	10,9
Suecia	–19,4	–22,9	–21,7	–22,0	–5,9	–1,2
EE.UU.	–11,4	–1,2	–6,2	–4,5	9,2	16,8

diferenciado respecto a los restantes países. Como comentario general, si bien el crecimiento en el empleo en algunos sectores va acompañado de un aumento importante en el esfuerzo innovador, no parece existir una relación muy estrecha para todos los sectores y países considerados entre I+D y empleo. La evidencia descriptiva preliminar sugiere que el I+D no tiene un efecto homogéneo, de manera que si bien en algunos casos aparece como claramente complementario al empleo, en otros cabe pensar que los cambios tecnológicos asociados a la inversión en I+D conducen a ahorros sustanciales de mano de obra.

IV. MARCO TEÓRICO

La decisión de empleo de las empresas que configuran cada sector se encuadra en un contexto de maximización del valor presente descontado de los beneficios presentes y futuros en términos reales, dadas las restricciones que determinan la tecnología y los costes de ajustar los distintos factores de producción. La solución de este problema genera una función de demanda de trabajo que puede aproximarse en forma lineal logarítmica como:

$$l_{it} = \alpha_0 + \alpha_x' x_{i,t-1} + \alpha_w w_{it} + \alpha_K p_{it}^K + \alpha_R p_{it}^R + \varepsilon_{it}'$$

CUADRO N.º 4

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL GASTO EN I+D

	SECTORES					
	Tecnología alta	*Tecnología media*	*Tecnología baja*	*Construcción*	*Comercio*	*Servicios*
Año 1980						
Alemania	36,0	26,1	4,9	0,2	0,3	32,6
Austria	19,3	15,3	7,3	0,5	1,1	56,5
Bélgica	34,0	7,9	13,3	0,6	0,0	44,2
Dinamarca	19,9	13,5	5,5	0,3	0,9	59,9
España	18,7	14,7	7,7	1,3	1,0	56,6
Francia	25,9	24,4	4,2	0,4	0,1	45,0
Reino Unido	33,7	15,1	4,0	0,3	0,5	46,4
Grecia	6,0	6,4	4,4	0,0	1,6	81,5
Holanda	35,7	4,5	6,0	0,5	0,4	52,9
Irlanda	17,1	5,2	14,5	0,2	0,7	62,4
Italia	16,9	15,1	2,5	0,6	0,3	64,6
Japón	22,4	14,2	9,4	1,7	2,2	50,2
Portugal	13,4	4,3	3,5	0,1	0,0	78,7
Suecia	21,4	27,8	11,5	0,0	0,6	38,6
EE.UU.	32,2	25,8	4,5	0,2	0,4	36,8
TOTAL	23,5	14,9	6,9	0,5	0,7	55,5
Año 1988						
Alemania	38,4	25,7	4,2	0,4	0,8	30,5
Austria	24,3	14,5	9,2	0,3	1,2	50,5
Bélgica	49,2	8,1	10,6	0,3	0,0	31,7
Dinamarca	24,3	12,8	5,5	0,3	1,7	55,4
España	26,5	15,2	5,7	0,4	0,7	51,4
Francia	28,7	22,0	3,7	0,4	0,1	45,1
Reino Unido	28,9	17,2	3,3	0,3	3,3	47,1
Grecia	5,6	5,9	3,8	0,2	0,7	83,8
Holanda	39,0	6,0	5,2	0,4	0,5	48,9
Irlanda	30,2	5,0	15,1	0,1	1,2	48,4
Italia	25,5	20,6	3,1	0,2	0,3	50,3
Japón	35,4	16,9	9,3	1,5	1,9	35,0
Portugal	7,9	1,6	5,0	0,0	2,5	83,1
Suecia	26,5	25,3	7,2	0,1	1,9	39,0
EE.UU.	31,2	28,1	3,5	0,1	1,5	35,6
TOTAL	28,1	15,2	6,3	0,3	1,2	50,9
Año 1995						
Alemania	34,8	26,5	3,7	0,1	0,4	34,5
Austria	25,8	14,6	8,1	0,5	1,4	49,6
Bélgica	47,8	6,5	10,3	0,2	0,0	35,1
Dinamarca	22,2	13,6	4,1	0,1	1,6	58,4
España	21,7	18,6	6,0	0,1	1,8	51,8
Francia	31,8	21,3	4,7	0,4	1,9	39,8
Reino Unido	33,5	18,4	3,1	0,0	3,3	41,8
Grecia	9,2	3,4	4,1	0,0	0,3	83,0
Holanda	33,5	5,9	6,4	0,3	1,0	52,9
Irlanda	43,4	10,3	18,4	0,0	1,7	26,2
Italia	29,0	18,9	3,3	0,1	1,5	47,2
Japón	44,9	15,9	7,3	1,4	1,5	29,1
Portugal	11,6	2,2	5,6	0,0	2,9	77,8
Suecia	37,8	24,1	5,3	0,1	2,3	30,4
EE.UU.	34,8	18,6	4,1	0,1	2,7	39,8
TOTAL	30,8	14,8	6,3	0,2	1,6	48,4

CUADRO N.º 5

VARIACIÓN DEL GASTO EN I+D
(En porcentaje)

	SECTORES					
	Tecnología alta	*Tecnología media*	*Tecnología baja*	*Construcción*	*Comercio*	*Servicios*
1980-1988						
Alemania	33,6	26,3	5,6	121,3	142,4	23,5
Austria	38,7	25,3	52,5	–3,1	42,3	25,3
Bélgica	46,2	28,0	4,4	8,0	102,3	–5,3
Dinamarca	55,1	29,4	40,0	63,6	94,9	38,6
España	110,8	94,4	56,7	–52,2	29,6	55,6
Francia	34,7	20,4	18,2	36,1	13,4	30,7
Reino Unido	–31,8	0,7	–21,8	16,5	149,9	2,1
Grecia	47,6	39,2	36,8	200,0	–43,6	48,3
Holanda	31,2	57,1	25,3	0,9	37,3	20,4
Irlanda	107,9	65,0	78,2	–16,7	115,9	48,4
Italia	81,5	86,7	66,3	–77,1	38,2	38,0
Japón	83,5	62,5	45,9	54,5	45,9	19,7
Portugal	28,1	–25,7	99,1	–67,0	200,0	66,6
Suecia	55,6	42,1	2,8	130,3	134,2	54,2
EE.UU.	32,9	45,3	9,4	–19,4	141,8	31,1
1988-1995						
Alemania	0,6	13,4	–1,6	–86,3	–46,6	22,9
Austria	15,4	10,0	–3,3	40,0	24,4	7,7
Bélgica	15,9	–2,9	16,2	–5,8	–26,0	28,8
Dinamarca	17,2	32,3	–3,0	–59,6	18,2	31,4
España	23,2	61,6	47,1	–78,4	119,4	43,3
Francia	29,7	16,1	41,8	30,1	178,2	6,9
Reino Unido	26,1	18,0	5,8	–157,9	10,7	–0,5
Grecia	105,1	11,1	71,5	–200,0	–8,6	64,1
Holanda	–6,9	7,2	28,7	–28,6	75,7	16,3
Irlanda	137,5	154,0	128,1	4,5	134	68,3
Italia	19,1	–2,1	13,1	–14,0	134,4	–0,1
Japón	51,7	22,5	5,0	21,9	5,0	10,7
Portugal	86,1	80,7	62,5	39,5	65,4	46,0
Suecia	53,8	15,0	–10,8	2,7	37,0	–5,3
EE.UU.	14,6	–37,3	20,0	–52,6	59,1	14,5

donde los subíndices *i* y *t* denotan sector y año respectivamente (nótese que, por simplicidad de exposición, hemos eliminado el subíndice de país); x_{it} es el vector de factores de producción en el período *t*, y w_{it}, p_{it}^K, y p_{it}^R son los precios de dichos factores (trabajo, capital y capital tecnológico). Sin embargo, el problema dual asociado permite obtener las demandas de factores óptimas para cada valor del vector de precios de los factores y para cada nivel de producción. Estas funciones se denominan demandas de factores condicionadas:

$$I_{it} = \delta_0 + \delta_x' x_{i,t-1} + \delta_w w_{it} + \delta_K p_{it}^K + \delta_R p_{it}^R + \delta_y y_{it} + \varepsilon_{it}''$$

La principal ventaja de esta especificación es que los coeficientes asociados a los precios de los *inputs* representan, para un nivel de *output* dado, efectos sustitución puros (véase Aguirregabiria y Alonso-Borrego, 1998).

Sin embargo, ambas especificaciones presentan el problema de la falta de medidas fiables de precios de capital físico y capital tecnológico. Para resolver este problema, pueden combinarse las funciones de demanda de capital físico y capital tecnológico y obtener expresiones de p_{it}^K y p_{it}^R aplicando el teorema de la función implícita, sustituyéndolas después en la función de demanda de trabajo condicionada al *output:*

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_x' x_{i,t-1} + \beta_w w_{it} + \beta_K k_{it} + \beta_R r_{it} + \beta_y y_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dependiendo de los supuestos que se hagan acerca de la estructura de costes de ajuste para los distintos factores de producción, algunos coeficientes del vector β_x pueden estar restringidos a tomar el valor 0. Así, consideraremos una especificación estática en la que se considera que los costes de ajuste son cero, de manera que:

$$l_{it} = \beta_0 + \beta_w w_{it} + \beta_K k_{it} + \beta_R r_{it} + \beta_y y_{it} + \varepsilon_{it}$$

V. RESULTADOS

Dado que uno de los objetivos de nuestro análisis es comparar las elasticidades de la demanda de trabajo con respecto a los restantes factores de producción y con respecto al *output,* en nuestra especificación permitiremos que los coeficientes estimados sean distintos por países. Uno de los problemas que surgen a la hora de estimar una especificación de este tipo es que, dentro de cada país, puede existir heterogeneidad inobservable entre sectores que no queda capturada por los regresores, pero que generalmente está correlacionada con éstos. Suponemos que el término de error presenta una estructura del tipo

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + \lambda_t + u_{it}$$

donde para un país determinado, λ_t captura *shocks* agregados que afectan a todos los sectores en igual magnitud y η_i es un efecto fijo sectorial, que refleja el hecho de que para un nivel de producción dado y unas cantidades dadas de factores de producción, unos sectores pueden requerir cantidades mayores de trabajo que otros.

En el caso probable de que dicho efecto fijo esté correlacionado con los regresores, la estimación de MCO será inconsistente. Para resolver este problema, es necesario aplicar al modelo una transformación que elimine el efecto fijo de la ecuación. Una forma de hacerlo es utilizando la transformación intragrupos, que proporciona estimaciones consistentes siempre que el modelo incluya variables estrictamente exógenas.

En el cuadro n.º 6 presentamos la estimación intragrupos de una especificación estática del modelo, donde éste se ha estimado separadamente para cada país, para permitir que los coeficientes y la varianza del modelo sean distintos por países. Se han incluido también variables artificiales de tiempo para capturar el efecto de *shocks* idiosincráticos de país. El R^2 es muy elevado en la mayoría de los países. Además, en todos ellos se confirma la importancia de los efectos fijos, a la vista del contraste *EF.*

Con la excepción de Portugal, el *output* real es positivo y altamente significativo en todos los países, si bien existen notables diferencias en la magnitud de la elasticidad del *output.* Estas elasticidades oscilan entre el 78 por 100 de Alemania y el 21 por 100 de Grecia. Encontramos menores elasticidades para aquellos países menos desarrollados (Portugal, Grecia, Irlanda), pero no puede establecerse un patrón claro que relacione la magnitud de estas elasticidades con el desarrollo económico. Por ejemplo, encontramos elasticidades relativamente bajas para Japón, Suecia y Dinamarca. Detrás de esta ausencia de relación entre la magnitud de las elasticidades empleo-*output* y el nivel de desarrollo económico pueden estar las diferencias institucionales en el mercado de trabajo, que pueden aumentar o disminuir la sensibilidad del nivel de empleo a la actividad económica. Los tres países arriba citados y, en particular, Japón se caracterizan por mercados de trabajo fuertemente regulados.

La elasticidad del empleo respecto al salario presenta el signo correcto y es significativa en todos los casos. De nuevo, el rango de valores es muy amplio entre países, donde los menores corresponden, como en el caso del *output,* a Grecia y Portugal. En la medida en que el cambio técnico reduzca la productividad relativa de los trabajadores no cualificados, un grado insuficiente de dispersión salarial puede afectar negativamente al empleo (al menos a corto plazo), al reducir más que proporcionalmente el empleo no cualificado. El efecto negativo del salario mínimo tiende a producirse cuando el salario mínimo eleva los salarios de determinados trabajadores por encima del salario competitivo. Este efecto negativo del salario mínimo es todavía más importante si, como se ha puesto en evidencia en el análisis descriptivo, el esfuerzo tecnológico se produce más intensamente en aquellos sectores que utilizan con mayor intensidad trabajo cualificado, en perjuicio de los trabajadores menos cualificados.

El capital físico tiene un efecto positivo y significativo en todos los países excepto Grecia e Italia, donde es negativo, y EE.UU., donde es positivo pero no significativo. Sorprende el pequeño valor de este coeficiente en el caso de EE.UU., que contrasta con los elevados valores de Francia y, muy especialmente, Suecia. Detrás de este reducido coeficiente para EE.UU. puede haber un problema de multicolinealidad asociado a la escasa variabilidad de esta variable a lo largo del período muestral. La crisis financiera sufrida por la economía americana en los años ochenta puede estar detrás de esta escasa variabilidad.

CUADRO N.º 6

ESTIMACIONES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO

	ln (y)	*ln (w)*	*ln (k)*	*ln (r)*	R^2	*EF*
Alemania	0,7767	–0,5745	0,1351	0,0257	0,89	667,69
	(31,19)	(20,52)	(4,82)	(1,59)		0,00
Austria	0,5528	–0,4068	0,0985	–0,0406	0,57	276,61
	(13,68)	(14,90)	(2,30)	(2,01)		0,00
Bélgica	0,4897	–0,3874	0,0342	0,0219	0,46	311,24
	(13,27)	(10,09)	(0,99)	(1,81)		0,00
Dinamarca	0,3291	–0,4052	0,2870	0,0660	0,65	235,69
	(8,27)	(9,72)	(11,34)	(3,07)		0,00
España	0,4803	–0,6228	0,0882	0,0785	0,75	220,11
	(12,61)	(15,42)	(2,20)	(6,38)		0,00
Finlandia	0,5350	–0,5585	0,2135	0,0553	0,77	116,29
	(13,24)	(13,27)	(3,95)	(2,27)		0,00
Francia	0,5373	–0,3564	0,3057	0,0737	0,65	103,19
	(11,91)	(8,49)	(5,99)	(3,12)		0,00
Reino Unido	0,6813	–0,6526	0,0353	0,0818	0,76	217,70
	(16,95)	(20,39)	(0,84)	(1,94)		0,00
Grecia	0,2129	–0,0913	–0,0433	–0,0245	0,76	1046,85
	(9,18)	(4,99)	(1,36)	(5,10)		0,00
Holanda	0,4960	–0,3572	0,1091	0,0084	0,64	139,70
	(11,98)	(12,36)	(7,13)	(0,39)		0,00
Irlanda	0,2982	–0,3480	0,1663	0,0040	0,60	270,76
	(10,54)	(11,26)	(3,99)	(0,36)		0,00
Italia	0,5752	–0,5888	–0,0878	–0,0094	0,66	260,91
	(13,31)	(15,91)	(1,77)	(0,81)		0,00
Japón	0,3631	–0,3475	0,1430	0,0421	0,66	897,51
	(10,97)	(10,31)	(4,62)	(3,69)		0,00
Portugal	–0,1143	–0,1070	0,2325	0,0487	0,34	151,81
	(2,02)	(2,35)	(3,63)	(2,19)		0,00
Suecia	0,3382	–0,3830	0,4545	0,0451	0,64	179,39
	(7,86)	(9,30)	(7,51)	(1,10)		0,00
EE.UU.	0,7083	–0,8290	0,0293	0,0499	0,79	196,53
	(15,53)	(29,93)	(0,94)	(4,23)		0,00

Notas:

— Período muestral: 1980-1995.

— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.

— Estimaciones intragrupos con variables artificiales de tiempo. Estadísticos *t* entre paréntesis. El contraste *EF* contrasta la significación conjunta de los efectos sectoriales, distribuyéndose como una $F(16,176)$; entre paréntesis se presenta el p-valor asociado o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que los efectos sectoriales son cero.

La elasticidad del empleo respecto del capital tecnológico es positiva en la mayor parte de los países, aunque existen notables diferencias entre éstos. En concreto, esta variable es poco significativa para un buen número de países entre los que se encuentran algunos de elevado desarrollo como Alemania, Suecia y Holanda. La interpretación de este resultado sería que es el cambio tecnológico incorporado (recogido en el capital físico) el que tiene efecto sobre el empleo, mientras que el cambio tecnológico no incorporado (recogido en el capital en I+D) no tiene influencia adicional. Por tanto, el cambio técnico derivado de la innovación y no incorporado al capital físico es para estos países neutral respecto al empleo. Una explicación alternativa puede estar relacionada con el fuerte proceso de reestructuración que sufren estas economías, impulsado, entre otros factores, por el elevado coste relativo de la mano de obra. A este respecto, es importante tener en cuenta la diferente evolución reciente de economías como Holanda y Alemania. Mientras que la primera ha realizado un fuerte ajuste del coste salarial, que le ha permitido recuperar tasas de crecimiento del 3 por 100, Alemania sigue sufriendo un fuerte problema de desempleo, intensificado por los problemas en el

ajuste del coste de la mano de obra tras el proceso de reunificación.

Existen, no obstante, tres países —Austria, Italia y Grecia— para los que se encuentra una elasticidad del capital en I+D negativa. No obstante, este coeficiente no es significativamente distinto de cero en el caso de Italia. Destaca además que esta elasticidad es negativa y muy significativa en el caso de Grecia. Esta evidencia sugiere que el gasto en I+D tiene un efecto neto negativo sobre el empleo, de modo que el cambio tecnológico no incorporado asociado a la innovación es ahorrador de mano de obra. Sin embargo, existen diferencias importantes en las estimaciones para estos países, y por lo tanto en la posible interpretación de este coeficiente negativo. Llegados a este punto, es interesante hacer una referencia a uno de los aspectos que más ha centrado la atención de la literatura, y que no es otro que el efecto del sesgo del cambio tecnológico. La evidencia encontrada confirma que son los países con una relación capital-trabajo más baja aquellos en los que el cambio tecnológico tiende a ser más sesgado hacia el uso del capital y más ahorrador de mano de obra. En el caso de Grecia, este efecto es particularmente relevante, sobre todo si tenemos en cuenta que también la elasticidad del empleo respecto al capital es, como veremos más adelante, negativa (lo que supone que el cambio tecnológico incorporado tiene un efecto negativo sobre el empleo). En el caso de Austria, el capital físico tiene un efecto positivo y claramente significativo, por lo que el cambio técnico incorporado afecta positivamente al empleo.

En el caso de Grecia, el capital físico presenta también un coeficiente negativo (aunque poco significativo), lo que, unido al efecto negativo del capital en I+D, supone que el cambio técnico, incorporado y no incorporado, ha afectado negativamente al empleo. Esta evidencia resulta menos sorprendente en tanto que Grecia es, con diferencia, el país con menor grado de desarrollo económico y con menor grado de cualificación de su mano de obra, y ha experimentado el proceso de reestructuración sectorial con un importante retraso con respecto al resto de los países de la muestra. Además, Grecia es el país con menor nivel relativo de gasto en I+D, y éste se destina en su mayor parte al sector servicios.

Aunque Portugal es, junto con Grecia, uno de los países menos desarrollados dentro de la UE, se encuentran diferencias muy importantes en las estimaciones entre estos dos países. Las mayores similitudes están en la baja elasticidad del empleo respecto al *output,* así como en la inelasticidad del empleo respecto al salario. Sin embargo, los coeficientes de capital físico y tecnológico sugieren, en el caso de Portugal, complementariedad respecto al empleo, en contraposición a Grecia. Si bien ambos países presentan importantes rigideces en el funcionamiento del mercado de trabajo, también se observan importantes diferencias. Particularmente, mientras Grecia ha mantenido las regulaciones sobre despidos encaminadas a proteger el empleo, Portugal ha levantado buena parte de dichas regulaciones. Este hecho puede provocar que el ajuste del empleo a corto plazo en favor de trabajadores con mayor grado de complementariedad con las nuevas tecnologías haya sido más rápido en el caso de Portugal, lo que explicaría la complementariedad del empleo con el capital físico y el tecnológico. Como caso polar a Grecia aparece Francia, que muestra un importante efecto positivo y significativo del cambio técnico incorporado y no incorporado, con elevados coeficientes del capital físico y tecnológico. Precisamente Francia destaca por su elevado nivel de gasto en I+D en relación con su PIB, así como una elevada cualificación media de su población activa.

Un resultado interesante es que EE.UU., que destaca como el país con mayor esfuerzo innovador, tiene un coeficiente del capital tecnológico positivo, pero que no figura entre los mayores de los países analizados. Esto hecho apunta a que el efecto del I+D sobre el empleo tiende a ser positivo, pero a una tasa decreciente. Por otro lado, aunque el cambio tecnológico parece contribuir a crear más empleo cualificado, las posibilidades de creación de este tipo de empleo pueden reducirse si el salario relativo de los trabajadores cualificados crece debido a la presión de la demanda sobre este colectivo de trabajadores. Precisamente, Machin y Van Reenen (1998) encuentran que en EE.UU. los salarios de los trabajadores cualificados crecen más deprisa que en otros países.

También se llevó a cabo la estimación de una especificación dinámica que incluía el empleo desfasado como regresor, lo que es consistente con la existencia de costes de ajuste en el empleo. Por simplicidad de exposición, los resultados no se presentan aquí. En este caso, el estimador intragrupos no proporciona estimaciones consistentes, debido a la existencia de variables endógenas desfasadas. Cuando se recurrió a la estimación por variables instrumentales del modelo dinámico transformado en primeras diferencias, las estimaciones se muestran enormemente imprecisas, lo que parece deberse a la falta de buenos instrumentos para los regresores (en particular, para la variable endógena desfasada, donde la correlación entre la variable

transformada y los instrumentos disponibles es muy pequeña).

Con objeto de evaluar la sensibilidad de los resultados al procedimiento de estimación utilizado, se ha estimado por variables instrumentales la especificación estática a partir de una transformación en primeras diferencias. Como instrumentos, se han utilizado los retardos en *t*-2 y *t*-3 de las variables explicativas. Los resultados se encuentran en el cuadro n.º 7. Puede apreciarse que aunque disminuye notablemente la precisión de las estimaciones, la mayor parte de los resultados cualitativos coinciden con las estimaciones intragrupos. Las mayores diferencias se encuentran en los coeficientes del capital físico y del capital tecnológico, precisamente las variables cuyo efecto se capturaba con menor precisión.

Finalmente, para analizar si los resultados tienen alguna sensibilidad a la definición de la variable dependiente, hemos reestimado el modelo estático utilizando el empleo en horas, además de introducir el salario hora como variable explicativa. Los resultados, incluidos en el cuadro n.º 8, no son cualitativamente diferentes de los obtenidos con el empleo definido como número de trabajadores. El hecho de que no aparezcan diferencias importan-

CUADRO N.º 7

ESTIMACIONES POR VARIABLES INSTRUMENTALES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO EN PRIMERAS DIFERENCIAS

	ln (y)	*ln (w)*	*ln (k)*	*ln (r)*	*F*
Alemania	0,6414	–0,4154	0,2689	0,0610	25,43
	(8,95)	(4,66)	(2,81)	(1,16)	
Austria	0,2949	–0,3246	0,1961	–0,0232	8,36
	(2,94)	(2,82)	(1,29)	(1,04)	
Bélgica	0,2756	–0,2232	0,1143	0,0197	5,00
	(2,79)	(2,88)	(1,21)	(0,48)	
Dinamarca	0,0457	–0,1282	0,3059	0,1452	16,40
	(0,60)	(1,43)	(4,32)	(2,81)	
España	0,3217	–0,4611	0,0708	0,1181	13,59
	(3,23)	(2,73)	(0,30)	(1,81)	
Finlandia	0,3207	–0,4168	0,3033	–0,0097	17,03
	(2,88)	(2,30)	(1,78)	(0,13)	
Francia	0,2388	–0,2070	0,3999	0,0806	18,23
	(3,36)	(3,07)	(4,21)	(2,76)	
Reino Unido	0,4839	–0,4951	0,0853	0,0842	26,79
	(7,55)	(8,17)	(0,63)	(1,93)	
Grecia	0,2284	–0,0948	–0,0321	–0,0114	7,71
	(2,47)	(1,64)	(0,26)	(0,48)	
Holanda	0,3906	–0,3554	0,0929	0,0381	19,83
	(3,00)	(1,98)	(0,79)	(0,90)	
Irlanda	0,1280	–0,3993	0,3240	0,0019	5,14
	(1,56)	(4,16)	(1,74)	(0,05)	
Italia	0,2867	–0,3663	0,0483	0,0370	18,44
	(3,86)	(4,47)	(0,37)	(1,52)	
Japón	0,3419	–0,3449	0,1910	0,0448	13,73
	(5,93)	(4,53)	(1,69)	(1,57)	
Portugal	–0,0772	–0,2655	0,1897	0,0333	7,22
	(0,37)	(1,21)	(1,08)	(0,68)	
Suecia	0,2124	–0,2367	0,4089	0,0807	12,35
	(0,49)	(2,54)	(2,88)	(0,88)	
EE.UU.	0,6031	–0,7454	0,1251	0,0715	15,82
	(5,05)	(5,74)	(1,54)	(1,71)	

Notas:
— Período muestral: 1980-1995.
— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.
— Estimaciones con variables artificiales de tiempo. Estadísticos *t* robustos a heterocedasticidad entre paréntesis. El contraste *F* contrasta la significación conjunta de todos los regresores.

CUADRO N.º 8

ESTIMACIONES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO (EMPLEO DEFINIDO EN HORAS)

	ln (y)	*ln (w)*	*ln (k)*	*ln (r)*	R^2	*EF*
Alemania	0,8056	–0,5991	0,1102	0,0335	0,90	637,42
	(32,56)	(20,97)	(3,90)	(2,03)		0,00
Austria	0,5496	–0,4111	0,1095	–0,0406	0,58	258,76
	(13,46)	(14,94)	(2,52)	(1,99)		0,00
Bélgica	0,5617	–0,5151	0,0156	0,0211	0,52	249,51
	(14,70)	(14,03)	(0,42)	(1,63)		0,00
Dinamarca	0,3430	–0,4149	0,2788	0,0748	0,64	217,06
	(8,33)	(9,42)	(10,73)	(2,35)		0,00
España	0,4654	–0,6150	0,0779	0,0853	0,75	220,42
	(12,30)	(15,20)	(1,96)	(6,88)		0,00
Finlandia	0,5692	–0,6093	0,1923	0,0694	0,82	96,02
	(14,09)	(14,89)	(3,49)	(2,77)		0,00
Francia	0,5112	–0,3327	0,3090	0,0940	0,75	106,54
	(11,56)	(8,11)	(6,27)	(4,05)		0,00
Reino Unido	0,7075	–0,6702	0,0082	0,1015	0,80	212,50
	(18,52)	(22,48)	(0,20)	(7,08)		0,00
Grecia	0,2376	–0,1032	–0,1101	–0,0157	0,77	705,04
	(8,76)	(4,79)	(2,95)	(2,83)		0,00
Holanda	0,5011	–0,4143	0,0914	0,0273	0,59	119,69
	(11,15)	(13,83)	(5,55)	(1,16)		0,00
Irlanda	0,3035	–0,3698	0,1447	–0,0025	0,59	254,17
	(10,49)	(11,90)	(3,41)	(0,22)		0,00
Italia	0,5521	–0,5615	–0,0956	–0,0133	0,64	252,46
	(12,85)	(15,08)	(2,01)	(1,17)		0,00
Japón	0,3978	–0,3730	0,1119	0,0368	0,59	930,36
	(12,29)	(11,22)	(3,58)	(3,16)		0,00
Portugal	–0,0693	–0,1697	0,2309	0,0581	0,23	133,70
	(1,15)	(3,55)	(3,37)	(2,45)		0,00
Suecia	0,3558	–0,4021	0,4480	0,0525	0,62	158,26
	(8,21)	(9,73)	(7,30)	(1,27)		0,00
EE.UU.	0,7074	–0,8253	0,0256	0,0530	0,80	198,31
	(15,60)	(29,98)	(0,82)	(4,46)		0,00

Notas:
— Período muestral: 1980-1995.
— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.
— Estimaciones intragrupos con variables artificiales de tiempo. Estadísticos *t* entre paréntesis. El contraste *EF* contrasta la significación conjunta de los efectos sectoriales, distribuyéndose como una $F(16,176)$; entre paréntesis se presenta el p-valor asociado o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que los efectos sectoriales son cero.

tes no es sorprendente, dado que las diferencias en las horas trabajadas por individuo entre países y entre sectores de un mismo país están controladas, al utilizar una ecuación para cada país y permitir la existencia de efectos individuales específicos de sector.

VI. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es aportar evidencia sobre el efecto del cambio técnico en el empleo. Para ello, se ha realizado un análisis —primero estadístico y después econométrico—, a partir de la información procedente de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS (BDS-DEE-FUNCAS), para 16 países de la OCDE, en el período 1980-1995.

El análisis estadístico preliminar revela que la correlación entre empleo y esfuerzo tecnológico tiende a ser mayor para los sectores más intensivos en tecnología. Asimismo, las industrias más intensivas en tecnología tienden a ser las mismas en los distintos países. Hay que notar, sin embargo, que los países de menor desarrollo presentan cierto comportamiento diferenciado en cuanto al es-

fuerzo tecnológico por sectores. En estos países, el sector servicios tiene un peso muy superior en su participación en el gasto total en I+D.

Los resultados de la estimación de ecuaciones de empleo por países muestran que la elasticidad del capital tecnológico es positiva en la mayoría de los casos, con un rango de valores entre el 2 y el 8 por 100. Este resultado, y el hecho de que las elasticidades del capital físico son positivas para la mayoría de los países, sugiere que el progreso técnico, incorporado y no incorporado, afecta positivamente al empleo. Como excepción más notable cabe citar el caso de Grecia, donde el cambio técnico es fundamentalmente ahorrador de mano de obra. También encontramos diferencias significativas entre países en la elasticidad del *output* y del salario, que en buena medida pueden estar asociadas a diferencias institucionales en el funcionamiento del mercado de trabajo.

La no disponibilidad de datos a escala de empresa ha impedido la consideración de algunas cuestiones relevantes como las estructuras de mercado, la interacción de empresas dentro de un sector y la entrada de nuevos competidores. Además, la ausencia de un grado suficiente de diferenciación de los *inputs,* especialmente del trabajo, puede conllevar que las elasticidades de empleo obtenidas encubran cambios importantes en la composición de la mano de obra.

NOTAS

(*) Este trabajo ha sido realizado durante la estancia del autor en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS. Agradezco los comentarios de Carmela Martín y la ayuda de Patxi Perales en el tratamiento de los datos.

(1) En este caso, dado el reducido tamaño muestral y la enorme heterogeneidad en los niveles de estas variables entre países, el coeficiente de correlación de rango puede ser más informativo de la relación entre empleo y esfuerzo tecnológico que un coeficiente de correlación simple.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRREGABIRIA, V., y ALONSO-BORREGO, C. (1998), «Occupational structure, technological innovation, and reorganization of production», Universidad Carlos III de Madrid, mímeo.

BARRO, R., y GROSMAN, H. (1971), «A general disequilibrium model of income and unemployment», *American Economic Review,* 61, páginas 82-93.

EUROPEAN COMMISSION (1996a), *Employment in Europe 1996,* European Communities, Luxembourg.

— (1996b), *Labour market studies, several countries,* European Communities, Luxembourg.

FAGERBERG, J. (1991), «Technology and regulation in a classical model of economic growth», *European Journal of Political Economy,* 7.

HALL (1990), «Invariance properties of Solow productivity residual», en P. DIAMOND (comp.), *Growth, productivity, unemployment,* MIT Press, Cambridge (Massachussets).

HICKS, J. (1973), *Capital and time,* Oxford University Press, Oxford.

LUCAS, R. (1988), «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics,* 22, págs. 3-42.

MACHIN, S., y VAN REENEN, J. (1998), «Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries», *Quarterly Journal of Economics,* CXIII, págs. 1.215-1.244.

MALINVAUD, E. (1997), *The theory of unemployment reconsidered,* Basil Blackwell, Oxford.

MARTÍN, C., y RODRÍGUEZ-ROMERO, L. (1983), «Cambio técnico y empleo. Nuevas dimensiones de un problema secular», en MARTÍN, C., y RODRÍGUEZ-ROMERO, L. (comp.), *Tecnología y empleo,* Colección OGEIN, n.º 3, Fundación Empresa Pública, Madrid.

NEARY, P. (1981), «On the short run effects of technological progress», *Oxford Economic Papers,* 33, págs. 224-233.

OCDE (1996), *Perspectivas del empleo, 1996,* publicado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

PETIT, P. (1995), «Employment and technological change», en P. STONEMAN (comp.), *Handbook of the economics of innovation and technological change,* Basil Blackwell, Oxford, Reino Unido.

ROMER, P. (1986), «Increasing returns and long run growth», *Journal of Political Economy,* 94, págs. 1.002-1.037.

— (1990), «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy,* 98, págs. S71-S102.

SINCLAIR, P. (1981), «When will technical progress destroy jobs?», *Oxford Economic Papers,* 33, págs. 1-18.

SNOWER, D. (1998), «The organizational revolution and its implications for job creation», en J. GUAL (comp.), *Job creation. The role of labour market institutions,* Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.

SYLOS LABINI, P. (1990), «Technical progress, unemployment and economic dynamics», *Structural Change and Economic Dynamics,* 1, páginas 41-55.

Resumen

Los resultados de la estimación de ecuaciones de empleo para dieciséis países de la OCDE durante el período 1980-1995, muestran que la elasticidad del capital tecnológico es positiva en la mayoría de los casos, con un rango de valores entre el 2 y el 8 por 100. Este resultado, y el hecho de que las elasticidades del capital físico también sean positivas para el grueso de los países, sugiere que, por lo general, el progreso técnico, incorporado y no incorporado, afecta positivamente al empleo.

Palabras clave: empleo, cambio técnico.

Abstract

The results of the estimation of employment equations for sixteen OECD countries during the period 1980-1995 show that the elasticity of technological capital is positive in the majority of cases, with a range of values between 2-8 per cent. This result and the fact that the elasticities of physical capital are also positive for the bulk of the countries suggest that, generally speaking, technical progress, whether incorporated or not, has a positive impact on employment.

Key words: employment, technical change.

JEL classification: J23, O33, O50.

COOPERACIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

EVIDENCIA PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ESPAÑOLA

Bruno CASSIMAN (*)

I. INTRODUCCIÓN

LAS empresas han prestado mayor atención en los últimos años a sus posibilidades innovadoras, dado que si tienen éxito generalmente obtienen tasas de beneficios mayores que sus competidores no innovadores. Además, ante la creciente competencia internacional, la supervivencia a través de la innovación se ha convertido en una parte sustantiva de la estrategia a largo plazo. La intensa atención que ha recaído sobre la innovación ha aumentado la importancia que las empresas prestan a la organización del proceso innovador. Innovar consiste en conseguir llevar con éxito al mercado un nuevo producto, o bien en introducir un nuevo proceso como resultado de una invención. El concepto de innovación es, pues, mucho más amplio que el de invención. En este artículo, queremos subrayar la importancia de los aspectos organizativos que contribuyen al éxito de la innovación. Denominaremos *estrategia innovadora* a la combinación de las diferentes actividades del proceso innovador.

Por norma general, *la estrategia innovadora* combina fuentes de información internas con otras de origen externo. Dentro de la estrategia innovadora de la empresa, podemos diferenciar entre tres importantes actividades de adquisición de información tecnológica. En primer lugar, una empresa innovadora puede desarrollar sus propias actividades de investigación y desarrollo (I+D). Esta actividad puede ocurrir dentro del propio departamento de I+D de la empresa o dentro de otros departamentos. En segundo lugar, muchas empresas acuden a fuentes externas comprando la tecnología en el mercado. La forma más común de adquirir tecnología es a través de licencias, pero las empresas también pueden utilizar un contrato de investigación, atraer personal o adquirir empresas debido a su tecnología. Una tercera actividad en la que puede tomar parte una empresa innovadora son los acuerdos de cooperación. En estos acuerdos, todos los socios contribuyen al producto final del proyecto de investigación. En este artículo, nos centramos en los acuerdos de cooperación en investigación y desarrollo como uno de los componentes fundamentales de la *estrategia innovadora* de la empresa. En los últimos años, el número de acuerdos de cooperación en el área de I+D ha aumentado de manera espectacular, y se concentran en el seno de ciertas industrias. La mayoría de las alianzas (25,5 por 100) se dan en la rama de servicios de empresas, donde también se incluye el desarrollo de *software.* El sector farmacéutico y el de equipamiento eléctrico y electrónico representan el 18,5 por 100 y el 16,5 por 100 respectivamente de las alianzas catalogadas (1).

La organización de la *estrategia innovadora* de la empresa es una cuestión compleja. La literatura teórica, apoyándose en la economía de los costes de transacción y en la literatura sobre derechos de propiedad, considera la adquisición de tecnología interna y tecnología externa como dos actividades sustitutivas: la decisión entre *hacer* o *comprar.* Mientras que estas diferentes actividades innovadoras pueden ser consideradas como sustitutivas para cada proyecto específico, para el conjunto de los realizados por una empresa podrían ser complementarias. En este artículo analizamos, en el apartado II, la motivación para la formación de acuerdos de cooperación en I+D. Una aportación de este trabajo será la revisión de la literatura existente sobre cooperación en I+D considerando las tres líneas de argumentación básicas que se utilizan para explicar los motivos de los acuerdos de cooperación. En el apartado III, se analiza el caso español a partir de datos procedentes de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996.* Finalmente, el último apartado contiene algunas conclusiones.

II. LA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN Y LA COOPERACIÓN EN I+D

Antes de analizar el papel de la cooperación dentro de la estrategia innovadora es útil comentar brevemente algunos elementos importantes a la hora de explicar la actividad innovadora. Uno de estos elementos es la relación entre tamaño de la empresa e innovación, que ha sido estudiada empíricamente de forma extensa. Desgraciadamente, no se ha llegado a conclusiones claras (ver Kamien y Schwartz, 1982; Cohen y Levin, 1989). La relación entre tamaño e innovación parece condicionada por las características de la industria. Acs

y Audretsch (1987) encuentran que en aquellas industrias donde la concentración es alta y las barreras a la entrada pequeñas, las empresas grandes innovan más. En industrias con baja concentración y tasas de crecimiento elevadas, las empresas pequeñas tienden a ser más innovadoras. Muchos estudios han hallado que las características de la industria son otra importante variable explicativa en las estimaciones econométricas efectuadas para explicar los determinantes de la innovación. Las *dummies* para cada industria controlan el efecto de la demanda (Schmookler, 1962), las oportunidades tecnológicas (Scherer, 1965) o las condiciones de apropiación (Mansfield, 1985, Levin *et al.*, 1987, Levin, 1988). No obstante, el tamaño permite a la empresa capturar las economías de escala y de alcance dentro de su proceso de innovación.

Dado que las características de la industria son importantes para explicar la innovación, sería previsible que también influyesen en la elección de la estrategia innovadora. En particular, la cuestión de la apropiabilidad resulta vital para comprender la decisión de las empresas entre cooperar o no. Una menor apropiabilidad de los rendimientos de la innovación va asociada a un efecto desincentivador de la inversión en investigación y desarrollo (Bernstein y Nadiri, 1988, 1989). Los acuerdos de cooperación pueden restaurar el incentivo a innovar, al menos parcialmente. Por tanto, dada la importancia del tamaño empresarial y de las características del sector para comprender el comportamiento innovador de la empresa, estos factores también estarán presentes en cualquier explicación de los acuerdos de cooperación en I+D como parte de la estrategia de innovación de la empresa.

Ahora bien, la cooperación es sólo una de las alternativas de las que dispone una empresa que desea innovar. En efecto, las organizaciones que innovan fructíferamente acceden a la información a través de diversas fuentes internas y externas. A fin de acceder a estas fuentes de información, estas empresas desarrollan diferentes actividades como parte de su estrategia innovadora. En conjunto, hay tres importantes actividades innovadoras que permiten conseguir información para el proceso innovador: *comprar, hacer* y *cooperar. Hacer* implica que la organización produce internamente información y tecnología para el proceso innovador, normalmente dentro de su propio departamento de investigación y desarrollo, o bien a través de empresas pertenecientes al mismo grupo empresarial. Para poder acceder a fuentes externas de información, las empresas pueden o bien adquirir la información y la tecnología a través de una transacción de mercado *(comprar),* o bien pueden *cooperar* y desarrollar conjuntamente la tecnología con uno o más socios. En la categoría *comprar* diferenciamos entre dos tipos de adquisiciones: la adquisición incorporada y la adquisición no incorporada. Bajo adquisición incorporada entendemos un activo —tal como una empresa, un trabajador o una máquina— que incorpora la información o tecnología deseadas. La adquisición no incorporada hace referencia a la adquisición directamente de la información tecnológica, ya sea en forma de un contrato de I+D o a través de una licencia. Los acuerdos de cooperación conllevan una combinación más explícita de las fuentes de información internas y externas, dada la necesidad de una participación activa de los socios. En cierto sentido, podríamos considerarlo como una combinación entre *hacer* y *comprar.* Además de la complementariedad existente entre las actividades de tipo *hacer* y de tipo *comprar,* cabe esperar que las actividades de cooperación entre las empresas aumenten su capacidad de absorción y, como consecuencia, es más probable que la cooperación forme parte de la estrategia de innovación de aquellas empresas con éxito que también *hacen* sus propias innovaciones.

Precisamente, en este artículo sobre la innovación en España se evaluará el grado de complementariedad de las diferentes actividades innovadoras en la empresa, así como las motivaciones que se esconden detrás de los acuerdos de cooperación. Sobre este segundo aspecto, la literatura ha coincidido en agruparlas en tres categorías: las hipótesis de *compromiso-coordinación*, *sharing* y *complementariedad*. A continuación desarrollamos cada una de estas hipótesis en detalle.

1. Compromiso y coordinación

La literatura teórica sobre cooperación en I+D ha prestado especial atención al efecto desincentivador de la inversión en I+D originado por la imperfecta apropiabilidad del producto de la investigación (Spence, 1984). Las empresas no son capaces de apropiarse por completo de los beneficios de su innovación. Esto ocurre por dos motivos. En primer lugar, las empresas no pueden apropiarse en su totalidad del excedente del consumidor asociado a la innovación, y por lo tanto infrainvierten en investigación y desarrollo. En segundo lugar, si parte de los beneficios de la innovación tienen externalidades, o *spillovers*, hacia las em-

presas rivales, el beneficio privado de la innovación disminuye aún más a causa del futuro aumento de la competencia. Como consecuencia, el valor social de una innovación es generalmente mayor que su valor privado (Arrow, 1962). La cooperación entre empresas puede reducir el efecto de este segundo fallo del mercado. A través de acuerdos de cooperación, las empresas pueden coordinar sus desembolsos en investigación y comprometerse a un nivel mayor de inversión en I+D. Estos acuerdos de cooperación siempre aumentan el excedente del productor, y tienden a mejorar el bienestar en aquellos casos en que los *spillovers* son importantes (ver, entre otros, d'Aspremont y Jacquemin, 1988; De Bondt y Veugelers, 1991; Kamien, Müller y Zang, 1992; Ouchi y Bolton, 1988; De Bondt, 1997; Leahy y Neary, 1997).

Una de las preocupaciones de las políticas de defensa de la competencia es que las empresas no sólo se comprometan a alcanzar un determinado nivel de gasto en investigación, sino también que, simultáneamente, a través del acuerdo cooperativo de «investigación», no lleguen a acuerdos respecto a la fijación de los precios y la producción (Ordover y Willig, 1985; Shapiro y Willig, 1990). No obstante, este comportamiento no es necesariamente perjudicial para el bienestar. El aumento del poder de mercado de las empresas participantes en el acuerdo mejora la apropiabilidad de los beneficios de la innovación, y por tanto los incentivos a innovar. Tal y como muestra Yi (1995), una condición necesaria para que el acuerdo cooperativo sea procompetitivo, incluso en el caso de que se produzca la colusión en el mercado del producto, es que la inversión total en I+D aumente. Esto es más probable que ocurra cuando los *spillovers* son altos y los costes de I+D no demasiado convexos.

Aunque estos acuerdos de cooperación siempre incrementan el excedente total del productor, algunas empresas en particular puede que prefieran quedarse al margen del acuerdo y, en función de cómo se divida el excedente entre las empresas de la industria, traten de aprovecharse de las externalidades que pudieran darse en la inversión total en I+D que ha sido convenida en un proyecto de cooperación en I+D. Alternativamente, como muestran Greenlee y Cassiman (1999), en el seno de un acuerdo de cooperación de I+D pueden también tener un incentivo para excluir a algunos socios. Las empresas que no pertenecen a la empresa conjunta necesitan desarrollar I+D al nivel suficiente para poder seguir siendo competitivas respecto a las que cooperan, y a su vez los miembros del acuerdo de cooperación disfrutarán de determinados *spillovers* provenientes de estos esfuerzos individuales por parte de las empresas que están fuera del acuerdo.

La hipótesis del *compromiso-coordinación*, sin embargo, depende de un importante supuesto implícito, esto es, del hecho de que el esfuerzo en I+D por parte de los miembros del acuerdo cooperativo sea susceptible de contrato. Desgraciadamente, éste no es el caso generalmente. La calidad de los investigadores que los socios envían a las instalaciones de investigación conjunta no es verificable, ni tampoco el tiempo empleado en proyectos conjuntos de investigación. Diversos autores han examinado el efecto de los problemas de riesgo moral en la organización de las empresas conjuntas (Sandonis, 1993;Veugelers y Kesteloot, 1994; Perez-Castrillo y Sandonis, 1997). La principal tesis de esta literatura es que muchos proyectos en común no se pueden llevar a cabo por miedo a comportamientos oportunistas en el seno del acuerdo. Además, el problema de riesgo moral puede ofrecer una explicación para la elevada tasa de fracasos que se percibe en los acuerdos de cooperación. Kesteloot y Veugelers (1994) encuentran que un nivel medio de *spillovers* entre compañeros de investigación favorece la estabilidad de los proyectos de investigación conjuntos. Para niveles bajos de *spillovers* entre los socios, los costes de cooperar habitualmente superan los beneficios del comportamiento oportunista, dada la baja tasa de aprendizaje entre las compañías. Por otro lado, altos *spillovers* aumentarían los beneficios para cada empresa de intentar burlar el acuerdo, tratando de aprender todo cuanto sea posible del socio sin ofrecer información a cambio que tenga valor. Así pues existe un problema de *free riding* entre los socios de un acuerdo de cooperación.

2. *Sharing*

Bajo la hipótesis de *sharing* agruparemos muchos de los diferentes efectos positivos de los acuerdos de cooperación que permiten a los socios alcanzar economías de escala y de alcance en I+D que hubieran sido difíciles de conseguir en ausencia de estos acuerdos. Estas economías no solamente están relacionadas con *economías de producción,* tales como evitar duplicaciones o alcanzar economías de alcance, sino también con las *economías de intercambio* referentes a la organización de las transacciones de adquisición de información.

Compartir los resultados de las investigaciones evita la duplicación y mejora la difusión de los descubrimientos dentro de la economía, mejorando por tanto el bienestar. Desde una perspectiva de eficiencia, el precio óptimo de transferencia de este conocimiento, una vez creado, equivale al coste marginal de la transferencia, que es próximo a cero (Arrow, 1962). Sin embargo, las empresas pueden alcanzar algún acuerdo mutuamente beneficioso con un precio más alto, lo que permite a la empresa vendedora alcanzar economías de escala en sus inversiones en I+D, y a la empresa compradora ahorrarse los costes fijos de desarrollar estos resultados. Compartir costes tiene efectos bastante similares. Las empresas que comparten costes y producción en un proyecto de investigación evitan la duplicación y pueden aprovechar las economías de escala en el proceso de investigación, al mismo tiempo que eluden fijar *ex post* un precio de la transacción superior al coste marginal. Además, los acuerdos de cooperación permiten a aquellas empresas con aversión al riesgo diversificar sus apuestas en diferentes proyectos. Esto reduce el coste por proyecto, al disminuir la prima de riesgo que un inversor adverso al riesgo necesita percibir por participar en un proyecto cuya viabilidad no esté garantizada.

Los acuerdos de cooperación también se usan como una alternativa a la diversificación. Tomar parte en un acuerdo de cooperación en I+D con socios de otras industrias permite a las empresas alcanzar economías de alcance en sus inversiones en I+D, intercambiando o explotando conjuntamente la información con las empresas en otras industrias (Scott, 1988, y Vonortas, 1998).

Finalmente, los acuerdos de cooperación pueden comportar costes de transacción menores en comparación con una transacción de mercado o con el desarrollo interno de la tecnología. La literatura de empresa se ha centrado principalmente en torno a esta explicación de los acuerdos de cooperación basada en las economías de intercambio (Kogut, 1988). Hennart (1988) halla que tres son las condiciones necesarias para que se lleve a efecto un acuerdo de cooperación en I+D como una alternativa a las transacciones de mercado o la integración vertical. En primer lugar, debe existir alguna ineficiencia en el mercado, ya sea causada por la presencia de asimetrías informativas o de conocimientos tácitos, de tal forma que las economías de escala y de alcance en I+D no puedan conseguirse a través de una transacción de mercado *(comprar).* En segundo lugar, el conocimiento desarrollado ha de tener un carácter de bien público, de tal manera que, una vez generado, pueda ser transmitido a su coste marginal, lo que reduce la eficiencia de las actividades tipo *hacer.* En tercer lugar, el conocimiento desarrollado debe ser específico a la empresa y no puede separarse del resto de sus actividades (Teece, 1986). Así, adquirir una empresa que posea el conocimiento requerido resulta ineficiente, ya que es necesario volver a replicar todas las actividades inherentes a la unidad adquirida. En suma, cuando se dan estas tres circunstancias, la cooperación en proyectos de I+D parece la forma organizativa más eficiente.

Por su parte, Robertson y Gatignon (1998) argumentan que las empresas preferirán las alianzas tecnológicas respecto al desarrollo interno cuando la incertidumbre tecnológica sea grande y la experiencia haciendo alianzas se vaya incrementando, especialmente si esta experiencia ha sido exitosa. La incertidumbre tecnológica aumenta el coste esperado de las actividades de tipo *hacer,* mientras que la experiencia previa reduce el coste esperado de transferir la información. Inversamente, se preferirá el desarrollo interno a las alianzas tecnológicas a medida que aumente la especificidad de los activos, la incertidumbre sobre la demanda sea mayor, o se incremente la incertidumbre sobre la medida del rendimiento, factores todos estos que hacen subir el coste esperado de transferir información. Pisano (1997) sugiere que puede haber un problema de selección adversa en la formación de los proyectos de los acuerdos de cooperación. Las empresas prefieren mantener el control total de aquellos proyectos más provechosos, mientras que los proyectos con menor potencial se desarrollarían mediante acuerdos de cooperación. Esto aumentaría los costes de los acuerdos de cooperación en relación con los proyectos de desarrollo interno, debido a que la tasa de fracaso de estos últimos sería menor.

Hay que notar que las hipótesis del *sharing* y del *compromiso-coordinación* no son independientes entre sí. Las empresas, al decidir cooperar, comparten importante información y, por tanto, aumentan sus *spillovers.* Compartir información aumenta la rentabilidad de la cooperación y, a su vez, el número óptimo de socios en el acuerdo cooperativo (De Bondt y Wu, 1996). Además, Eaton y Eswaran (1997) muestran que si los socios, además de coordinar la inversión en I+D, comparten su información, la estabilidad del acuerdo resulta más elevada. Al aumentar los beneficios mutuos del acuerdo, el cas-

tigo por desertar del acuerdo en I+D es más elevado.

3. Complementariedad

Por último, la tercera hipótesis sostiene que no se puede analizar la decisión de tomar parte en un acuerdo cooperativo de I+D independientemente de la organización de la estrategia de innovación de la empresa. El trabajo de Friedman, Berg y Duncan (1979) fue probablemente uno de los primeros en estudiar la relación entre los acuerdos de cooperación y los esfuerzos internos en I+D. En concreto, estos autores encontraron que la participación en acuerdos de I+D era sustitutiva del propio esfuerzo. En el mismo sentido, Irwin y Klenow (1996) llegan a la conclusión de que la formación de Sematech, un consorcio de investigación entre empresas de la industria de los semiconductores, tuvo un efecto negativo sobre el gasto en I+D de los socios, apuntando de nuevo la importancia del efecto sustitución entre las fuentes tecnológicas internas y externas.

Otros estudios, por ejemplo los de Cohen y Levinthal (1989) y Veugelers (1998), encuentran, por el contrario, una relación de complementariedad entre el gasto interno en I+D y las estrategias de cooperación externa en proyectos de I+D. Asimismo, Aurora y Gambardella (1990, 1994) observan que en el sector de la biotecnología las empresas grandes con mayores conocimientos internos son más activas a la hora de buscar conexiones externas. Además, hallan que diferentes actividades de adquisición de tecnología externa, tales como *cooperar* y *comprar,* son complementarias. Gambardella (1992) sostiene, igualmente, que las grandes compañías farmacéuticas americanas con mejores capacidades científicas internas son las que han sabido explotar mejor la ciencia externa. Por su parte, Brandstetter y Sakakibara (1998), al estudiar el efecto de la participación en los consorcios de investigación patrocinados por el gobierno japonés sobre los *inputs* y *outputs* de I+D de los participantes, hallan un fuerte efecto positivo tanto en el gasto en I+D como en el número de patentes.

Desde un punto de vista organizativo, la cooperación es vista como un vehículo con el que las empresas superan sus restricciones de recursos a través del aprendizaje de técnicas y capacidades de otros miembros del acuerdo cooperativo (Sakakibara, 1997). A través de los acuerdos de cooperación, las empresas aumentan el valor de sus activos al adquirir conocimientos tácitos de sus socios. El supuesto implícito es que resulta costoso transferir conocimiento en ausencia de dicho arreglo organizativo. Esto es precisamente lo contrario a la habitual asunción del supuesto de costes nulos en la transferencia del conocimiento. El mercado es sustituido por una empresa conjunta debido a la necesidad de replicar los conocimientos en orden a poder adquirirlos (Kogut, 1988). Una empresa sin activos de conocimiento encontrará más difícil aprender y extender estas técnicas.

La hipótesis de la *complementariedad* se deriva de los recientes trabajos sobre la capacidad de absorción y la innovación. La literatura parece apuntar hacia la complementariedad entre las actividades innovadoras de tipo *hacer, comprar* y *cooperar* a escala de empresa, mientras que estas actividades pueden posiblemente ser sustitutivas a escala de proyecto. Únicamente a través de estudios empíricos se puede calibrar la importancia relativa de estas tres hipótesis dentro de las motivaciones de un acuerdo cooperativo de I+D. Volveremos a examinar este tema en el próximo apartado.

III. LA COOPERACIÓN EN I+D EN ESPAÑA

En este apartado estudiamos la cooperación entre las empresas manufactureras españolas. En primer lugar, se describen los datos y se analizan algunos rasgos de *la estrategia innovadora* de las empresas manufactureras españolas, para, a continuación, pasar a estudiar con mayor detalle la decisión específica de cooperar.

Los datos utilizados en el análisis proceden de la *Encuesta de innovación tecnológica 1996,* elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) (2). Conforme a los resultados de dicha encuesta, entre 1994 y 1996 alrededor de un 10 por 100 de las empresas manufactureras españolas innovaron, esto es, introdujeron productos o procesos nuevos o sensiblemente mejorados. Esta cifra está muy por debajo de la media europea, alrededor de un 50 por 100, obtenida en cuestionarios similares (Evangelista *et al.,* 1997).

El cuadro n.º 1 muestra que existe un alto porcentaje de empresas que dependen únicamente de la adquisición de tecnología externa —relacionada con la partida «adquisición de tecnología incorporada a la compra de equipo»— para introducir productos o procesos nuevos o importados. Además, alrededor del 9 por 100 de las empresas innovadoras españolas participa en al menos un acuerdo cooperativo. De nuevo, estas cifras están muy por deba-

CUADRO N.º 1

LA ESTRATEGIA INNOVADORA DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS ESPAÑOLAS

	Número de empresas
INNOVAN	16.835
SÓLO HACER	2.302
SÓLO COMPRAR	8.148
HACER + COMPRAR	3.229
COOPERAN	1.513
Con CLIENTES	508
Con SUMINISTRADORES	575
Con COMPETIDORES	109
Con ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN	418
Con UNIVERSIDADES	520

Las empresas pueden tener más de un acuerdo de cooperación. Hay 1.513 empresas que forman parte de al menos un acuerdo de cooperación.

jo de lo que se observa en otros países de la Unión Europea. Cassiman y Veugelers (1998), por ejemplo, encuentran que, dentro de una muestra de empresas manufactureras belgas, el 45 por 100 de las empresas que innovan participa en al menos un acuerdo cooperativo. Esto indica que las empresas españolas no sólo están a la zaga de las europeas en cuanto a propensión a innovar, sino también respecto a la existencia de acuerdos de cooperación. Como se refleja en el cuadro n.º 1, 1.513 empresas manufactureras españolas participan en al menos un acuerdo de cooperación. Los acuerdos más frecuentes se realizan con empresas suministradoras o clientes, mientras que los acuerdos con competidores son más escasos. Estos resultados son consistentes con los de otros estudios sobre cooperación y las relaciones entre los socios (Cassiman y Veugelers, 1998; Geroski, 1996). Curiosamente, a pesar de este hecho, la mayoría de los estudios académicos dedican su atención a los acuerdos entre competidores.

Como muestra el cuadro n.º 2, las ramas más activas en lo que se refiere a acuerdos de cooperación —atendiendo al porcentaje de empresas innovadoras que cooperan— son: maquinaria de oficina y equipos informáticos, productos farmacéuticos, y tabaco. A partir de las diferentes hipótesis teóricas antes consideradas —aunque dentro de las limitaciones de los datos—, se pueden aventurar algunas explicaciones a esta distinta propensión a cooperar que se da entre unas y otras ramas.

Así, se utilizarán distintas variables cuya relevancia para la adopción de acuerdos de cooperación bien es resaltada por la hipótesis de *compromiso-coordinación*, por la de *sharing*, o por la de *complementariedad,* que a continuación se resumen en el cuadro n.º 3.

La primera de las hipótesis señala la importancia de la relación entre las medidas de fuentes de información externas y la decisión de cooperar. Cuanta más información esté libremente disponible, más altos son los *spillovers,* y más probable es que las empresas cooperen para tratar de internalizar estos flujos de información. La variable *Infopub* mide la importancia de las fuentes de información públicas —patentes, conferencias, reuniones y publicaciones— dentro del proceso innovador.

En segundo lugar, para contrastar la hipótesis del *sharing*, es necesario construir diversas variables relacionadas con la cantidad de costes compartidos y con el potencial para compartir conocimientos. La variable *Costes* mide la importancia de los costes como obstáculo para la innovación. Cabe esperar que cuanto mayor impedimento constituyan los costes, con más probabilidad harán uso las empresas innovadoras de acuerdos de cooperación. Análogamente, esperamos que sea menos probable que las empresas tomen parte en un acuerdo de cooperación cuando en la industria las oportunidades de aprovechamiento de las complementariedades entre los productores sean escasas *(Tecn).* Cabe recordar que las empresas también pueden formar un acuerdo de cooperación con la intención de así compartir el riesgo *(Riesgo).* A través de acuerdos de cooperación, las empresas tratan de conseguir economías de alcance mediante la entrada en mercados foráneos *(NMerc)* o extendiendo su abanico de productos más allá de su gama principal *(NProd).*

Por último, la hipótesis de la *complementariedad*, basada en la capacidad de absorción de una empresa individual como una medida de su inclinación a cooperar, afirma que las empresas que tengan importantes fuentes internas de información *(Infoint)* o empresas que llevan sistemáticamente a cabo investigaciones *(IntI+D),* es más probable que tomen parte en acuerdos de cooperación.

Antes de iniciar cualquier regresión, conviene examinar, asi-

CUADRO N.º 2

NÚMERO TOTAL DE EMPRESAS, EMPRESAS QUE INNOVAN, Y EMPRESAS QUE COOPERAN POR INDUSTRIAS (CNAE)

INDUSTRIA	*Total de empresas en la industria*	*Empresas que innovan*	*Empresas que cooperan*
Industrias extractivas (10, 11, 12, 13, 14)	1.546	149	32
Alimentos y bebidas (15)	30.082	2.480	133
Tabaco (16)	21	4	2
Textil (17)	6.907	436	32
Confección y peletería (18)	12.192	862	5
Cuero y calzado (19)	6.208	359	23
Madera y corcho (20)	14.406	989	67
Papel (21)	1.876	260	16
Edición, artes gráficas y reproducción (22)	14.486	1.613	14
Coquerías, refino de petróleo (23)	13	11	5
Química (24-244)	3.571	780	178
Productos farmacéuticos (244)	375	203	96
Caucho y materias plásticas (25)	4.993	1.092	75
Productos minerales no metálicos (26)	10.318	842	67
Productos metalúrgicos férreos (271, 272, 273, 2751, 2752)	920	118	23
Productos metalúrgicos no férreos (274, 2753, 2754)	523	63	11
Productos metálicos (28)	29.229	1.761	113
Maquinaria y equipo mecánico (29)	10.082	1.632	194
Máquinas de oficina y equipos informáticos (30)	124	22	12
Maquinaria y material eléctrico (31)	3.437	599	67
Componentes electrónicos (321)	520	179	58
Aparatos de radio, TV y Comunicación (32-321)	205	95	35
Instrumentos médicos y de precisión, ópticos (33)	1.987	240	86
Vehículos de motor (34)	1.561	329	67
Construcción naval (351)	1.061	104	16
Construcción aeronáutica y espacial (353)	44	17	6
Otro material de transporte (35-351-353)	115	38	13
Muebles (361)	14.864	1.125	9
Otras manufacturas (36-361)	3.366	285	10
Reciclaje (37)	105	13	2
Producción y distribución de electricidad, gas y agua (40-41)	1.009	135	46
TOTAL	176.146	16.835	1.513

CUADRO N.º 3

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Nombre	*Descripción*
Coop	Porcentaje de empresas innovadoras que cooperan en la industria i.
IntI+D	Intensidad en I+D de la industria.
Infoint	Importancia de las actividades internas de I+D para la innovación.
Infopub	Importancia de la información procedente de divulgación de patentes, conferencias, reuniones y publicaciones para la innovación.
Riesgo	Importancia de la existencia de riesgos excesivos como obstáculo para la innovación.
Costes	Importancia de la excesiva duración del período de rentabilidad de la innovación como obstáculo para la innovación.
Tecn	Importancia de la falta de información sobre la tecnología como obstáculo para la innovación.
NMerc	Importancia de la apertura de nuevos mercados extranjeros como objetivo de la innovación.
NProd	Importancia de extender la gama de productos como objetivo de la innovación.

Los índices de importancia están en una escala de 1 a 5 (*poco importante* hasta *muy importante*). Se trata de un índice promedio para cada industria.

mismo, el cuadro n.º 4, que presenta la correlación entre las diferentes variables identificadas y el porcentaje de empresas innovadoras en la industria que forman parte de al menos un acuerdo cooperativo *(Coop).*

La observación de la primera columna revela algunos hechos interesantes. Con respecto a las fuentes de información externas, encontramos que, como cabía esperar, la cooperación en I+D está positivamente relacionada con la importancia de las fuentes de información públicas *(Infopub).* Este resultado es consistente con la hipótesis del *compromiso-coordinación.*

Los acuerdos en I+D parecen motivados por el deseo de compartir costes *(Costes),* pero no por el de compartir el riesgo *(Riesgo).* Además, si hay poca información tecnológica disponible *(Tecn),* es más difícil encontrar socios con los que cooperar y, como consecuencia, los acuerdos de I+D resultan menos probables. También encontramos evidencia respecto al uso de la cooperación en I+D como una alternativa a la diversificación. La cooperación en I+D ocurre más en las industrias en las que resulta importante como objetivo de la innovación el desarrollo de nuevos productos al margen de la actual línea de producción *(NProd)* o el acceso a mercados foráneos *(NMerc).* Así pues, encontramos soporte a la hipótesis del *sharing* tal y como sugería la teoría.

Por último, y como cabría esperar, tanto la intensidad en I+D de la industria *(IntI+D)* como la importancia de información interna *(Infoint)* están significativa y positivamente relacionadas con la existencia de cooperación en I+D en el seno de la industria, dando soporte a la hipótesis de la *complementariedad.*

A continuación, se tratará de explicar la propensión a cooperar *(Coop),* mediante un análisis econométrico. Hay dos motivos para interpretar con cautela nuestros resultados. En primer lugar, dado que sólo se dispone de datos sectoriales, el número de observaciones condiciona la posible inferencia. En segundo lugar, la decisión de cooperar o no por parte de una empresa está determinada en gran medida por factores específicos a cada empresa, y no sólo por las características de la industria.

En nuestro análisis de la regresión sobre la decisión de cooperar, se ha usado como variable dependiente el porcentaje de empresas innovadoras que cooperan en el seno de una industria. Como variables independientes, se incluyen combinaciones de las variables definidas anteriormente. Dado el reducido número de observaciones y la alta correlación entre algunas de las variables independientes, únicamente se ha hecho uso de una selección de ellas.

En el cuadro n.º 5, en las regresiones [1], [2] y [3], los signos de los coeficientes, excepto el asociado a intensidad innovadora, confirman los resultados que habíamos hallado en el análisis de correlación. Así, y comenzando por la hipótesis de la *complementariedad,* se observa que los datos son consistentes con la teoría. En efecto, cuanto más importante resulta la información del propio I+D para el proceso innovador, más empresas forman parte de acuerdos de cooperación en la industria (3). Cabe destacar que es la información interna, y no la intensidad en I+D de la industria, la que explica la existencia de comportamientos cooperativos en el sector. Sin embargo, y en segundo término, los signos obtenidos son sólo en parte coherentes con la hipótesis del *sharing.* Por una parte, el nivel de los costes de innovación está también positivamente rela-

CUADRO N.º 4

MATRIZ DE CORRELACIONES

Variables	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1. *Coop*	1,00								
2. *IntI+D*	0,35	1,00							
3. *Infoint*	0,76	0,41	1,00						
4. *Infopub*	0,35	–0,07	0,32	1,00					
5. *Riesgo*	–0,33	–0,37	–0,29	0,11	1,00				
6. *Costes*	0,35	0,20	0,20	0,26	0,23	1,00			
7. *Tecn*	–0,28	–0,33	–0,24	–0,25	0,17	0,08	1,00		
8. *NProd*	0,40	0,11	0,67	0,17	0,03	0,35	0,04	1,00	
9. *NMerc*	0,33	0,22	0,52	0,69	0,08	0,21	–0,06	0,43	1,00

CUADRO N.º 5

PROPENSIÓN A COOPERAR POR INDUSTRIAS.
VARIABLE DEPENDIENTE: PORCENTAJE DE INDUSTRIAS QUE INNOVAN QUE TOMAN PARTE EN UN ACUERDO DE COOPERACIÓN EN LA INDUSTRIA i

	[1]	[2]	[3]	[4]
Constante	−0,096	−0,233	−0,24	0,065
	(0,25)	(0,204)	(0,199)	(0,247)
Intl+D	−0,379	−0,128	—	—
	(0,748)	(0,7)	—	—
Infoint	0,126***	0,126***	0,121***	—
	(0,029)	(0,029)	(0,026)	—
Riesgo	−0,115*	−0,115*	−0,11*	−0,219***
	(0,067)	(0,067)	(0,062)	(0,075)
Costes	0,14*	0,124*	0,13*	0,196**
	(0,077)	(0,071)	(0,065)	(0,083)
Tecn	−0,074	—	—	—
	(0,077)	—	—	—
Infopub	0,0167	0,0245	0,023	0,0573*
	(0,0262)	(0,025)	(0,023)	(0,029)
Adj R^2	0,597***	0,598***	0,609***	0,319***
	obs=31	obs=31	obs=31	obs=31

***significativo al 1 por 100, **significativo al 5 por 100, *significativo al 10 por 100.
Desviaciones estándar entre paréntesis.

cionado con la probabilidad de cooperación en la industria, si bien el riesgo relacionado con la innovación parece desincentivar la cooperación en la industria. Así pues, el riesgo en los procesos de innovación no provoca más cooperación con la intención de compartir riesgos, sino que más bien conduce a menos cooperación, posiblemente por causas relacionadas con los problemas de *free riding.* También, y por último, sólo se encuentran indicios de la hipótesis de *compromiso-coordinación.* De hecho, la información pública *(Infopub),* considerada como una medida del nivel de *spillovers* dentro de la industria, no parece afectar la probabilidad de existencia de cooperación en la industria. No obstante, sí se puede inferir que el signo negativo asociado al riesgo, puede deberse, en alguna medida, al hecho de que, las actividades de I+D arriesgadas generan mayores incentivos al *free-riding.* En relación con la bondad del ajuste de los modelos propuestos, es detacable que cuando, como se hace en la regresión [4], se prescinde de *Infoint* como variable independiente, el R^2 de la regresión disminuye sensiblemente, lo que sugiere que esta variable contribuye en gran medida a explicar la varianza de la participación en actividades cooperativas en las diversas industrias. La variable *Infopub* resulta significativa en la regresión [4], pero cuando se controla la importancia de la información interna, *Infopub* pierde su poder explicativo en la regresión.

Seguidamente, trataremos de refinar nuestros resultados observando los datos anteriores desde otros ángulos. Se ha argumentado que las empresas más intensivas en exportaciones, al enfrentarse a una competencia más intensa en los mercados internacionales, se ven en la necesidad de ser más innovadoras para poder mantener una posición competitiva (Veugelers y Cassiman, 1999). Por un lado, los acuerdos de cooperación pueden mejorar la posición competitiva en los mercados internacionales porque pueden estimular la innovación. Por otro lado, las empresas intensivas en exportaciones disponen de más contactos con fuentes tecnológicas extranjeras, lo que facilita encontrar el socio conveniente. Así pues, cabe pensar que las empresas más vinculadas al sector exterior toman parte en acuerdos cooperativos con más asiduidad. Pues bien, en el cuadro n.º 6 se puede observar que, en efecto, parece existir una relación positiva entre la intensidad exportadora de las empresas manufactureras españolas y la probabilidad de participar en al menos un acuerdo de cooperación. Asimis-

CUADRO N.º 6

EXPORTACIONES Y COOPERACIÓN EN I+D

Exportaciones como porcentaje de las ventas	*Empresas que innovan*	*Empresas que cooperan*
< 10	78	45
10 ≤ X < 30	10	25
30 ≤ X < 50	6	12
X > 50	7	18
TOTAL	100	100
	(16.835)	(1.513)

mo, puede suponerse que la cooperación en I+D tiene un impacto positivo en sus resultados

Al comparar la proporción de productos nuevos o sustancialmente mejorados como porcentaje de las exportaciones entre empresas innovadoras que cooperan y empresas innovadoras que no cooperan, apreciamos que dicha proporción es mayor para las empresas que cooperan (cuadro número 7). Otro indicador disponible sobre el rendimiento de una empresa es el crecimiento en las exportaciones entre 1994 y 1996.

El cuadro n.º 8 nos permite comparar las empresas que innovan con aquellas que no lo hacen. Las innovadoras, tanto las que cooperan como las que no, disfrutan de crecimientos más altos de las exportaciones. Esta observación es aún más destacable dado el escaso número de empresas innovadoras en la industria española. Cuando comparamos entre innovadoras que toman parte en acuerdos de cooperación y aquellas que no, no se observan diferencias significativas.

CUADRO N.º 7

IMPACTO DE LA INNOVACIÓN SOBRE LOS PRODUCTOS NUEVOS O SENSIBLEMENTE MEJORADOS COMO PORCENTAJE DE LAS EXPORTACIONES

Productos nuevos o sensiblemente mejorados como porcentaje de las exportaciones	*Porcentaje de empresas innovadoras que no cooperan*	*Porcentaje de empresas innovadoras que cooperan*
X < 10	80,0	42
10 ≤ X < 30	3,5	12
30 ≤ X < 50	2,2	9
X > 50	15,7	38
TOTAL	100 (15.323)	100 (1.513)

IV. CONCLUSIONES

En este artículo se han examinado algunos rasgos de la *estrategia de innovación* de las empresas manufactureras españolas, prestando especial atención a los acuerdos de cooperación como componentes de una estrategia innovadora fructífera. Para ello, se ha partido de la consideración de tres hipótesis sobre las motivaciones de los acuerdos de cooperación. La *hipótesis del compromiso-coordinación* sugiere que el principal móvil de un acuerdo de cooperación es el compromiso de los socios a alcanzar un nivel verificable de inversión en I+D. La *hipótesis del sharing* relaciona los acuerdos cooperativos con las economías de costes posibles a través de la cooperación. La *hipótesis de la complementariedad* señala que los beneficios de incluir acuerdos de cooperación en la estrategia de innovación dependen de las otras actividades desarrolladas por la empresa, tales como la adquisición interna o externa de tecnología.

Sobre esta base, se han analizado los datos proporcionados en la *Encuesta de innovación* sobre cooperación de las empresas manufactureras españolas. Del análisis se ha desprendido una serie de conclusiones tentativas. En comparación con otros países europeos, las empresas españolas parecen tomar parte en menor medida en acuerdos de cooperación en investigación

CUADRO N.º 8

IMPACTO DE LA INNOVACIÓN Y LA COOPERACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE LAS EXPORTACIONES

Porcentaje de crecimiento de las exportaciones	*Porcentaje de empresas que no innovan*	*Porcentaje de empresas innovadoras que no cooperan*	*Porcentaje de empresas innovadoras que cooperan*
X < 0	39,5	26,7	20,1
0 ≤ X < 20	9,4	9,3	14,8
20 ≤ X < 50	14,3	15,5	25,1
50 ≤ X < 100	12,4	14,9	15,3
X > 100	24,4	33,7	24,7
TOTAL	100	100	100

y desarrollo, aunque los móviles de la cooperación en I+D resultan ser semejantes. Las empresas más intensivas en exportaciones son más proclives a realizar acuerdos de cooperación. Asimismo, la cooperación es más importante en aquellas industrias donde la información interna resulta más relevante para el proceso innovador, o donde los costes suponen un obstáculo mayor a la innovación. Los datos también sugieren que las empresas que cooperan generan un porcentaje significativamente mayor de sus exportaciones a partir de productos nuevos o sensiblemente mejorados. No obstante, para poder obtener resultados más concluyentes, sería imprescindible disponer de datos al nivel de la empresa.

NOTAS

(*) El autor desea mostrar su agradecimiento al Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS por poner a su disposición los datos utilizados en este artículo. Asimismo, agradece a Manuel Fernández Bagüés su excelente asistencia. Finalmente, agradece también las sugerencias recibidas de la coordinadora del número y de un evaluador anónimo a una primera versión del trabajo. Este estudio ha contado con la ayuda financiera recibida de TSER SOE1-CT97-1059, DGES PB96-0302 y CIRIT 1997SGR00138.

(1) Los datos fueron proporcionados por SDC, una empresa de los EE.UU. que recoge información de todo tipo de fuentes públicas acerca de alianzas, fusiones y adquisiciones. Puede que exista un sesgo hacia las alianzas norteamericanas y hacia las más publicitadas. En todo caso, otras fuentes independientes han alcanzado conclusiones similares.

(2) Para poder analizar con mayor rigor la estrategia de las empresas manufactureras españolas, sería necesaria información específica al nivel de la empresa. Desgraciadamente, los datos para España a los que hemos tenido acceso sólo contienen información agregada, generalmente al nivel de la industria. Para más detalles sobre la muestra, remitimos al lector a la publicación del INE *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas, 1996* (1998a). Este cuestionario ha sido diseñado a partir del «Community Innovation Survey», llevado a cabo por Eurostat en los diferentes países de la Unión Europea. Esto posibilita que muchos de sus resultados puedan ser comparados con los de otros países de nuestro entorno, si bien cada país añadió, o prescindió, de determinadas preguntas.

(3) Los índices de importancia están en una escala de 1 a 5 (*poco Importante* hasta *muy importante*). Se trata de un índice promedio para cada industria.

BIBLIOGRAFÍA

ACS, Z., y AUDRETSCH, D. (1987), «Innovation, market structure and firm size», *The Review of Economics and Statistics*, 71, páginas 567-574.

AURORA, A., y GAMBARDELLA, A. (1990), «Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology», *Journal of Industrial Economics*, 38, págs. 361-379.

— (1994), «Evaluating technological information and utilizing it: Scientific knowledge, technological capability and external linkages in biotechnology», *Journal of Economic Behavior and Organisation*, páginas 91-114.

ARROW, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en R. NELSON (ed.), *The rate and direction of inventive activity*, Princeton, NJ, Princeton University Press, págs. 609-626.

D'ASPREMONT, C., y JACQUEMIN, A. (1988), «Co-operative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers», *American Economic Review*, 78, págs. 1.133-1.137.

BERNSTEIN, J., y NADIRI, M. (1988), «Interindustry R&D spillovers, rates of return, and production in high-tech industries», *American Economic Review*, 78, páginas 429-434.

— (1989), «R&D and intra-industry spillovers: an empirical application of dynamic duality», *Review of Economic Studies*, 56, págs. 249-269.

BRANDSTETTER, L., y SAKAKIBARA, M. (1998), «Japanese research consortia: A microeconomic analysis of industrial policy», *Journal of Industrial Economics*, XLVI, páginas 207-2.034.

CASSIMAN, B., y VEUGELERS, R. (1998), «R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence,» mimeo.

COHEN, W., y LEVIN, R. (1989), «Empirical studies of innovation and market structure», en SCHMALENSEE, R., y WILLIG, R. (eds.), *Handbook of Industrial Organisation*, páginas 1.060-1.107, North-Holland.

COHEN, W., y LEVINTHAL, D. (1989), Innovation and learning: the two faces of R&D, *The Economic Journal,* 99, págs. 569-596.

DE BONDT, R. (1997), «Spillovers and innovative activities», *International Journal of Industrial Organisation*, 15, págs. 1-28.

DE BONDT, R., y VEUGELERS, R. (1991), «Strategic investment with spillovers», *European Journal of Political Economy*, 7, páginas 345-366.

DE BONDT, R., y WU, C. (1996), «Research joint venture cartels and welfare», en J. POYAGO-THEOTOKY (ed.), *R&D Cooperation: theory and practice*, Macmillan, Londres.

EATON, B., y ESWARAN, M. (1997), «Technology trading coalitions in supergames», *Rand Journal of Economics*, 28, 1, páginas 135-149.

EVANGELISTA, R.; PERANI, G.; RAPITI, F., y ARCHIBUGI, D. (1997) «Nature and impact of innovation in manufacturing industry: some evidence from the Italian innovation survey», *Research Policy*, 26, páginas 521-536.

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, págs. 103-110.

GAMBARDELLA, A. (1992), «Competitive advantages from in-house scientific research: the US pharmaceutical industry in the 1980s», *Research Policy*, 21, páginas 391-407.

GEROSKI, P. (1996), «Do Spillovers undermine the incentives to innovate?», en S. DOWRICK, *Economic Approaches to Innovation*, Edward Elgar, Aldershot, páginas 76-97.

GREENLEE, P., y CASSIMAN, B. (1999), «Product market objectives and the formation of research joint ventures», de próxima aparición en *Managerial and Decision Economics.*

HENNART, J. F. (1988) «A transaction cost theory of equity joint ventures», *Strategic Management Journal*, 9, págs. 361-374.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1998a), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996,* Madrid.

— (1998b), *Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D),* Madrid.

IRWIN, D., y KLENOW, P. (1996), «High-Tech R&D subsidies. Estimating the effects of Sematech», *Journal of International Economics*, 40, págs. 323-344.

KAMIEN, M.; MÜLLER, E., y ZANG, I. (1992), «Research joint ventures and R&D cartels», *American Economic Review*, 82, páginas 1.293-1.306.

KAMIEN, M., y SCHWARTZ, N. (1982), *Market structure and innovation*, Cambridge University Press.

KESTELOOT, K., y VEUGELERS, R. (1994) «Stable R&D co-operation with spillovers», *Journal of Economics and Management Strategy*, 4, págs. 651-672.

KOGUT, B. (1988), «Joint ventures: Theoretical and empirical perspectives», *Strategic Management Journal*, 9, páginas 319-332.

LEAHY, D., y NEARY, P. (1997), «Public policy towards R&D in oligopolistic industries», *American Economic Review*, 87, páginas 642-662.

LEVIN, R. (1988), «Appropriability, R&D spending and technological performance», *American Economic Review*, 78, páginas 424-48.

LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R., y WINTER, S. (1987), «Appropriating the returns

from industrial research and development», *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, págs. 783-831.

MANSFIELD, E. (1985), «How rapidly does new industrial technology leak out?», *The Journal of Industrial Economics*, 34, páginas 217-223.

ORDOVER, J., y WILLIG, R. (1985), «Antitrust for high-technology industries: assessing research joint ventures and mergers», *Journal of Law and Economics*, 28, páginas 311-333.

OUCHI, W., y BOLTON, M. (1988), «The logic of joint research and development», *California Management Review*, primavera, páginas 9-33.

PEREZ-CASTILLO, D., y SANDONIS, J. (1997), «Disclosure of know-how in research joint ventures», *International Journal of Industrial Organisation*, 15, págs. 51-75.

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.

ROBERTSON, T., y GATIGNON, H. (1998), «Technology development mode: A transaction cost conceptualization», *Strategic Management Journal*, 19, págs. 515-531.

SAKAKIBARA, M. (1997), «Heterogeneity of firm capabilities and cooperative research and development: An empirical examination of motives», *Strategic Management Journal*, 18, págs. 134-164.

SANDONIS, J. (1993), «Rupturas en proyectos conjuntos de investigación», *Revista Española de Economía*, monográfico «Investigación y Desarrollo», páginas 165-190.

SCHERER, F. M. (1965), «Firm size, market structure, opportunity and the output of patented innovations», *American Economic Review*, 55, págs. 1.097-1.125.

SCHMOOKLER, J. (1962), «Economic sources of inventive activity», *Journal of Economic History*, 22, págs. 1-10.

SCOTT, J. (1988), «Diversification versus cooperation in R&D investment», *Managerial and Decision Economics*, 9, páginas 175-186.

SHAPIRO, C., y WILLIG, R. (1990), «On the antitrust treatment of production joint ventures», *Journal of Economic Perspectives*, 4, págs. 113-130.

SPENCE, M. (1984), «Cost reduction, competition and industry performance», *Econometrica*, 52, págs. 101-121.

TEECE, D. (1986), «Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy», *Research Policy*, 15, páginas 285-305.

VEUGELERS, R. (1998), «Internal R&D expenditures and external technology sourcing», *Research Policy*, 26, páginas 303-315.

VEUGELERS, R., y CASSIMAN, B. (1999), «Make and buy in innovation strategies: Evidence from belgian manufacturing», *Research Policy*, 28, págs. 63-80.

VEUGELERS, R., y KESTELOOT, K. (1994), «On the design of stable joint ventures», *European Economic Review*, 38, páginas 1.799-1.815.

VONORTAS N. (1998), «How do participants in research joint ventures diversify?», *Working paper George Washington University,* mimeo.

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

Resumen

En este artículo, se estudia la estrategia innovadora de las empresas manufactureras, prestando especial atención a los incentivos para alcanzar acuerdos de cooperación de I+D, utilizando datos de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996*. Aunque las empresas manufactureras españolas son menos activas en actividades de cooperación en comparación con sus homólogas europeas, nuestros resultados parecen sugerir que las motivaciones para emprender actividades cooperativas son comparables.

Palabras clave: innovación, investigación y desarrollo, cooperación en I+D.

Abstract

In this paper we characterize the innovation strategy of manufacturing firms with particular attention to incentives to engage in cooperative R&D agreements, using Spanish data from the *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996*. Although Spanish manufacturing firms are less active in cooperative activities compared to their European counter parts, our results seem to suggest that the motivations for engaging in cooperative activities are comparable.

Key words: innovation, research and development, cooperation in R&D.

JEL classification: D21, L13, O32.

INNOVACIÓN, COSTES IRRECUPERABLES E INCENTIVOS A LA I+D

Xulia GONZÁLEZ
Jordi JAUMANDREU
Consuelo PAZÓ (*)

I. INTRODUCCIÓN

EN cuanto se va más allá del terreno de las cifras agregadas, donde se acostumbra a insistir en el escaso esfuerzo tecnológico (gastos en I+D/PIB) realizado en España en relación con el de otros países, se descubre una realidad muy heterogénea, en la que la magnitud de las actividades de I+D difiere enormemente por sectores y empresas. En particular, se pone de manifiesto que una fracción muy significativa de las empresas industriales no participa en las actividades de I+D (el 80 por 100 de las empresas de menor tamaño y el 25 por 100 de las de mayor, véase más adelante). Este fenómeno, que por otra parte no es exclusivo de nuestro país, constituye un aspecto importante de la explicación del escaso nivel alcanzado por las actividades innovadoras. Entender por qué y cómo se produce parece, en consecuencia, una tarea relevante. Además, profundizar en el análisis económico de las decisiones de I+D permite tratar de identificar los factores que subyacen y obtener conclusiones útiles para el diseño de las políticas incentivadoras de la I+D. Este artículo está dedicado a estos temas, recogiendo discusiones y resultados contenidos en una línea de trabajo reciente desarrollada por los autores que, en lo empírico, utiliza los datos microeconómicos de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE) (1).

Desde el punto de vista metodológico, parece sensato tratar conjuntamente el problema de la decisión de invertir o no en actividades de I+D con el de la magnitud de esa inversión cuando la decisión es positiva. En realidad, son sólo dos aspectos de una misma decisión económica, y ambos están relacionados con la rentabilidad esperada de la inversión. Este punto de vista, sin embargo, no ha sido siempre el adoptado en los análisis del gasto en I+D de carácter microeconómico. En este artículo, se aborda el análisis de la decisión de invertir en I+D y de la decisión de la magnitud de dicha inversión desde una perspectiva de modelización estructural, lo que permite derivar un modelo econométrico con el que cuantificar la importancia de los distintos determinantes.

La idea central de la que se parte es sencilla. Se supone que las empresas pueden incrementar su demanda mejorando la calidad de sus productos a través de las actividades de I+D (2). Pero la obtención de resultados de las actividades de I+D está sujeta a ciertas restricciones tecnológicas. En particular, se considera que los recursos a emplear en las actividades de I+D están sujetos a indivisibilidades (una idea comúnmente aceptada en la literatura y planteada inicialmente por Arrow, 1962) que implican la aparición de costes irrecuperables. La necesidad de un gasto mínimo irrecuperable en I+D determina, junto con las características de la demanda y las oportunidades tecnológicas que encara la empresa, un umbral de rentabilidad por debajo del cual a las empresas no les resulta rentable invertir en I+D. Con gastos en I+D por debajo del umbral existen asignaciones posibles, pero el efecto que tienen sobre la demanda no es suficiente para que los beneficios que se generan cubran el gasto realizado. Las empresas que se encuentren en estas circunstancias se contentarán con ofrecer la calidad mínima, o estándar, determinada por el «estado de las artes», es decir, por el nivel tecnológico ya incorporado en sus procesos productivos, y que es alcanzable por todas las empresas.

El interés de construir modelos estructurales acerca de las decisiones de inversión se encuentra en identificar los factores que influyen en estas decisiones, de modo que si se dispone de datos microeconómicos adecuados, se pueda cuantificar el impacto de cada uno de ellos. Así, el modelo explicado permite tratar los determinantes de los umbrales de rentabilidad y, en particular, los que por su papel se pueden denominar «barreras a la innovación». Esto es lo que se ha realizado mediante su estimación con datos de las empresas manufactureras durante los años noventa.

Este modelo puede ser utilizado además para discutir el impacto de los incentivos públicos a la I+D. Un nivel dado de actividades de I+D puede corresponderse con costes efectivos diferentes, debido a la presencia de subvenciones, desgravaciones fiscales y/o créditos blandos. En consecuencia, este tipo de medidas puede provocar modificaciones tanto en la decisión de emprender o no actividades de I+D como en el gasto óptimo de las empresas que invierten. Las ayudas esperadas constituyen, pues, un factor importante en las decisiones de inversión en I+D. Su consideración en un modelo econométrico estructural debe permitir, además, tanto evaluar su impacto sobre la proporción de empresas que emprenden estas actividades, como cuantificar la magnitud que deberían

alcanzar para que las empresas superen determinadas «barreras» a la innovación.

El resto de este artículo está organizado como sigue. En el segundo apartado, se explica con más detalle el modelo que se plantea para tratar de explicar las decisiones de las empresas respecto a las actividades de I+D. En el tercer y cuarto apartados, se presentan respectivamente un análisis descriptivo de la información disponible y los resultados econométricos obtenidos sobre los determinantes del esfuerzo y umbrales. En el quinto apartado, se explica la aplicación del modelo al análisis del impacto de las ayudas públicas a la innovación. En el sexto, se proporciona alguna evidencia empírica sobre subvenciones. En el séptimo apartado, se resumen las principales conclusiones.

II. LA DECISIÓN DE INVERTIR EN I+D: MARCO TEÓRICO

En este apartado, se presenta el modelo general para analizar la decisión individual de las empresas de llevar a cabo actividades de I+D de producto. En primer lugar, se caracteriza la demanda de la empresa, a continuación se plantea la restricción tecnológica, y por último se discute la elección del gasto óptimo en I+D.

Supóngase que la demanda a la que se enfrenta la empresa, $q\,(p, s)$, depende del precio que fije para su producto (p) y de la calidad del bien (s). La relación es decreciente en el precio y creciente en calidad, de manera que mayores niveles de calidad ocasionan incrementos en la demanda para un precio dado.

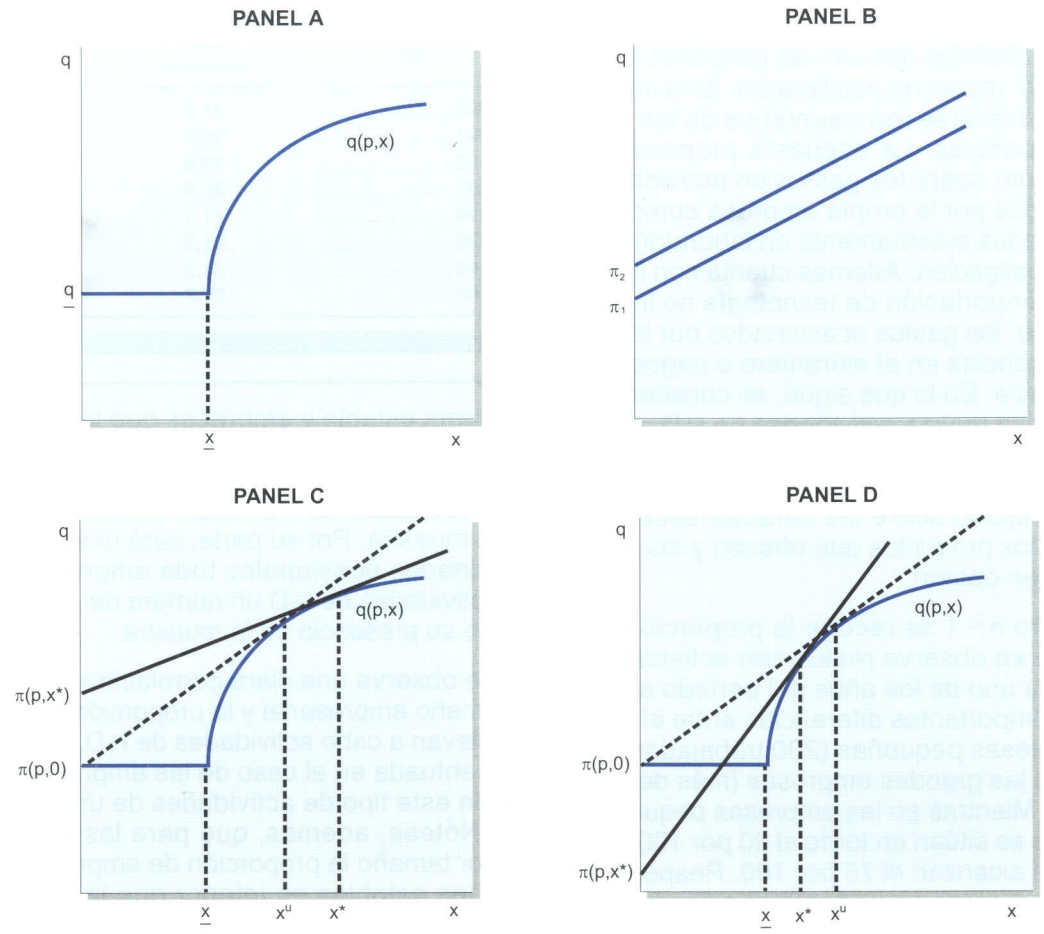
La empresa puede mejorar la calidad del producto que ofrece, incurriendo en gastos en I+D, que se denotarán por x. Esto es, $s = s(x)$. Sin embargo, debido a la presencia de indivisibilidades o costes irrecuperables, la calidad sólo se incrementa a partir de un nivel mínimo de gasto, que denotamos por $\underline{x}$. Existe una calidad mínima para los productos, $s(0)$, implicada en los elementos ya presentes en el proceso productivo y que es alcanzable sin incurrir en gastos en I+D. Dado un precio, la relación entre el gasto en I+D y el *output* de la empresa se puede representar gráficamente a través de la frontera de gasto en I+D-*output* (máximo *output* alcanzable para cada nivel de gasto), tal y como muestra el panel A del gráfico 1. Al gasto mínimo en I+D $\underline{x}$, le corresponde $\underline{q}$, el *output* de la empresa cuando su producto ofrece una calidad estándar o mínima. Sólo cuando se supera este nivel de gasto mínimo la frontera es creciente y cóncava. La forma y la pendiente de la frontera vienen determinadas por la influencia de la calidad sobre la demanda y la relación entre los gastos en I+D y el nivel de calidad, es decir, la tecnología para producir calidad.

Supóngase que el objetivo de la empresa es elegir aquel nivel de gasto que maximice sus beneficios. En el panel B del gráfico 1 se representan las rectas isobeneficio de la empresa (para un precio dado p). Estas rectas corresponden a un mayor beneficio cuando más alejadas se encuentran del eje de abscisas (por ejemplo $\Pi_2 > \Pi_1$). Denótese por x^* el gasto en I+D que corresponde al punto de tangencia de la frontera $q(p, x)$ con la curva isobeneficio más alejada del origen.

Para decidir si hacer I+D es una actividad rentable, la empresa debe comparar los beneficios que se obtienen realizando este nivel de gasto en I+D (x^*) con los que puede alcanzar ofreciendo la calidad estándar (sin gasto en I+D). Existe un gasto «umbral de rentabilidad» (x^u) para el cual la empresa será indiferente entre realizar gasto en I+D o no, porque los beneficios son los mismos. Es decir, $\Pi(p, x^u) = \Pi(p,0)$. Invertir en I+D una cantidad inferior a x^u es menos rentable para la empresa que no incurrir en actividades de I+D. Este gasto umbral permite entender la decisión de la empresa y establecer una regla de observabilidad de la inversión en I+D. Cuando el gasto dado por la condición de tangencia es mayor que el gasto umbral de rentabilidad, observaremos a la empresa realizando actividades de I+D (situación que ilustra el panel C del gráfico 1). Cuando x^* se sitúa a la izquierda del gasto umbral, lo más rentable para la empresa es ofrecer su producto con la calidad estándar (Panel D).

Este modelo permite, pese a su sencillez, analizar muchos factores que subyacen a la decisión de invertir en I+D y a la cuantía de la inversión en el caso de llevarse a cabo. Nótese que la frontera de posibilidades que ofrece la innovación depende de dos factores que pertenecen, fundamentalmente, al entorno de la empresa o mercado en el que opera. Son la sensibilidad que la demanda presenta a la calidad (algo que pertenece a las «características de la demanda») y la facilidad con que los gastos en I+D pueden ser convertidos en innovaciones que aumentan la calidad (algo que generalmente se califica como las «oportunidades tecnológicas» que presenta el mercado). Igualmente, el gasto tecnológico mínimo puede considerarse un factor correspondiente al entorno, que vendrá dictado básicamente por la tecnología, aunque también pesarán aspectos como las externalidades que operen en el ambiente que rodea a la empre-

GRÁFICO 1
GASTOS EN I+D, *OUTPUT* Y RENTABILIDAD



q: *output*.
x: gastos en I+D.
$\pi(p,0)$: beneficios sin inversión en I+D.
$\pi(p,x^*)$: beneficios invirtiendo en I+D.

sa. Por otra parte, la pendiente de las curvas isobeneficio depende inversamente del margen precio coste de la empresa, lo que, a su vez, depende de su poder de mercado y de su eficiencia.

El modelo indica, en consecuencia, que en las decisiones de las empresas cuentan, en primer lugar, las condiciones del entorno (características de la demanda y oportunidades tecnológicas). Pero también que, dado el entorno, las empresas que presentan una mayor rentabilidad (ya sea debido a su poder de mercado, ya a su eficiencia productiva) tendrán una mayor propensión a invertir en actividades de I+D y a realizar mayores esfuerzos. En el modelo se pueden incorporar además fácilmente factores idiosincrásicos de las empresas, como pueden ser la dependencia de la demanda de calidad a la reputación previamente establecida o la existencia de habilidades específicas en la generación de innovaciones, que influirán en las condiciones de la demanda y las oportunidades tecnológicas.

III. ANÁLISIS EMPÍRICO: LOS DATOS

Los datos empleados en el análisis provienen de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE). La muestra que se utiliza está formada por unas 2.000 empresas manufactureras españolas, observadas en distintas secuencias temporales durante 1990-1997 (panel no equilibrado). Esta muestra puede considerarse representativa de las manufacturas españolas. 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. Además 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. En lo que sigue, se considerará que una empresa realiza actividades de I+D cuando declara haber realizado un gasto positivo en alguna de estas actividades. La ESEE proporciona además información sobre las características de las empresas, los productos que ofrecen y los mercados en los que operan.

En el cuadro n.º 1 se recoge la proporción de empresas que se observa realizando actividades de I+D en cada uno de los años del período analizado. Existen importantes diferencias entre el grupo de las empresas pequeñas (200 trabajadores y menos) y el de las grandes empresas (más de 200 trabajadores). Mientras en las empresas pequeñas los porcentajes se sitúan en torno al 20 por 100, entre las grandes alcanzan el 75 por 100. Respecto a la evolución temporal, se observa una ligera tendencia creciente a lo largo del período.

El cuadro n.º 2 recoge información más detallada respecto a la relación entre tamaño de la empresa y realización de actividades de I+D, distinguiendo entre empresas que realizan estas actividades de forma estable y empresas que lo hacen de forma ocasional. Se ha indentificado como empresa con actividades estables aquella empresa que realiza actividades de I+D todos los años que aparece en la muestra. Por su parte, será una empresa con actividades ocasionales toda empresa que realiza actividades de I+D un número de años inferior a los de su presencia en la muestra.

Se observa 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 que la de empresas con actividades ocasionales, y que esta relación se invierte para tramos de tamaño superiores. La diferencia entre proporciones de empresas con actividades estables y ocasionales es permanentemente creciente, haciéndose positiva para empresas con un tamaño superior a 100 trabajadores.

CUADRO N.º 1

EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE I+D
(Porcentaje de empresas)

Año	*≤ 200 trabajadores*	*> 200 trabajadores*
1990	17,7	73,0
1991	20,5	73,9
1992	19,8	74,4
1993	20,9	74,7
1994	21,1	75,6
1995	21,5	72,9
1996	21,7	75,4
1997	22,7	76,8

CUADRO N.º 2

EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE I+D POR TAMAÑOS
(Porcentaje de empresas)

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

Conviene poner de manifiesto que las diferencias observadas en la probabilidad de realizar actividades de I+D en relación con el tamaño se reproducen por sectores de actividad. Por el contrario, los datos sectoriales también revelan que —sector a sector— las empresas de menor tamaño que emprenden actividades presentan esfuerzos superiores a las de mayor tamaño. El cuadro n.º 3 proporciona información detallada por sectores de la proporción de empresas que realizan actividades de I+D en algún año del período considerado, así como el esfuerzo medio realizado, distinguiendo entre las empresas de más y menos de 200 trabajadores. El esfuerzo tecnológico realizado por las empresas se mide promediando los porcentajes de las ventas destinadas a actividades de I+D en los años en que realizan gastos positivos.

El porcentaje de empresas con actividades de I+D cambia notablemente por sectores, presentando valores que van desde el 18 por 100 al 68 por 100 para las empresas pequeñas y medianas, y desde el 56 por 100 al 100 por 100 para las grandes. El esfuerzo de las empresas varía también considerablemente por sectores y tamaños, adoptando valores que van desde el 0,55 por 100 al 4,4 por 100. El grupo de sectores más innovadores está constituido, como ocurre en todos los países, por los sectores de productos químicos, maquinaria y material de transporte. En la mayor parte de los sectores, el esfuerzo tecnológico de las empresas más pequeñas es mayor que el esfuerzo de las mayores.

IV. ANÁLISIS EMPÍRICO: MODELO ECONOMÉTRICO

El modelo utilizado para explicar las decisiones de I+D sugiere que para todas las empresas existe un esfuerzo óptimo en caso de invertir, correspondiente a algún punto de la frontera de posibilidades, aunque este esfuerzo sólo se observe en las empresas que efectivamente invierten (al comprobar que el esfuerzo óptimo en caso de invertir supera el umbral de rentabilidad). El esfuerzo óptimo es, pues, una variable sólo parcialmente observada (censurada), cuyos determinantes pueden estudiarse con propiedad en un modelo econométrico en el que la observabilidad de la variable dependiente se modelice dependiendo del rebasamiento de un umbral que tiene sus propios determinantes (*tobit* generalizado con umbral). El modelo econométrico tiene la siguiente forma:

CUADRO N.º 3

EMPRESAS CON ACTIVIDADES DE I+D Y ESFUERZO TECNOLÓGICO
(Porcentaje de empresas y gasto I+D/ventas en porcentaje)

Sector de actividad	*≤ 200 TRABAJADORES*		*> 200 TRABAJADORES*	
	Empresas con actividades	*Esfuerzo*	*Empresas con actividades*	*Esfuerzo*
1. Metales férreos y no férreos	46,1	1,13	84,2	0,67
2. Productos minerales no metálicos	27,3	1,99	83,1	1,25
3. Productos químicos	68,7	2,59	97,9	3,43
4. Productos metálicos	29,2	1,90	81,7	1,50
5. Máquinas agrícolas e industriales	58,3	2,45	91,8	2,58
6. Máquinas de oficina	38,9	4,44	100	3,06
7. Material y accesorios eléctricos	53,6	4,13	98,1	3,29
8. Vehículos automóviles y motores	44,5	1,73	86,8	2,56
9. Otro material de transporte	29,3	4,31	93,3	4,03
10. Carne, preparados y conservas	21,1	0,55	56,5	0,35
11. Productos alimenticios y tabaco	21,9	1,92	86,1	0,75
12. Bebidas	44,3	3,07	65,7	0,52
13. Textiles y vestido	19,7	3,41	74,1	1,34
14. Cuero, piel y calzado	26,2	1,98	77,8	0,91
15. Madera y muebles de madera	18,0	2,26	81,8	1,68
16. Papel, impresión	20,8	2,49	67,3	1,24
17. Productos de caucho y plástico	31,3	2,06	95,0	1,65
18. Otros productos manufacturados	24,6	2,99	90,0	2,65

$$e = \begin{cases} e^* = \alpha m + z'\beta + \varepsilon \text{ si } e^* > e^u = z'\gamma + \varepsilon' \\ 0 \qquad\qquad \text{si} \qquad e^* \leq e^u \end{cases}$$

donde e representa el (log del) esfuerzo observado, e^* el (log del) esfuerzo óptimo y e^u (log del) el esfuerzo umbral. Por su parte, z es el vector de variables que dan cuenta de las dos elasticidades que determinan la forma de la frontera y, en consecuencia, aunque con otro impacto, también el tamaño del umbral: la elasticidad de la demanda a la calidad, y de la calidad al gasto en I+D. Además, explicando el esfuerzo, debido a su papel en la pendiente en las rectas isobeneficio, pero sin entrar en la ecuación del umbral, se tiene el (log del) margen precio coste marginal (m), que por otra parte debe tratarse como una variable endógena. La estimación de este modelo permite analizar la forma de las fronteras encaradas por las empresas así como, en particular, el tamaño y los determinantes de los umbrales.

Para aproximar la elasticidad de demanda con respecto a la calidad se emplean cuatro variables, dos son indicadores directos de las características del producto y las otras dos indicadores indirectos, relacionados con la dimensión del mercado. La primera variable, la existencia o no de control de calidad, refleja si la calidad es una característica importante del producto, lo cual implica que los consumidores presentarán una mayor respuesta a modificaciones en la misma. Se trata de una variable artificial que toma el valor uno cuando la empresa declara realizar de forma sistemática controles de calidad en el producto. La segunda variable, estandarización del producto, adopta el valor uno cuando la empresa declara producir un producto altamente estandarizado, en contraposición a productos diseñados específicamente para clientes concretos. Cuando un producto se encuentra muy estandarizado, se puede asumir que la respuesta de la demanda a cambios de calidad será pequeña. La tercera variable, la extensión del mercado, toma el valor uno cuando el principal mercado de la empresa es nacional o internacional y cero cuando es local o regional; en el primer caso, la empresa atiende a una mayor diversidad de consumidores y, por tanto, es de esperar que la demanda sea más sensible a la calidad. La cuarta variable, la intensidad exportadora (exportación sobre ventas) complementa a la anterior en el sentido de que mide la intensidad con la que los mercados internacionales están presentes.

Para aproximar la elasticidad representativa de las oportunidades tecnológicas, se emplean otras cuatro variables, que hacen referencia a características de las empresas y del entorno tecnológico en el que operan, que hacen más productivos los gastos en I+D. La primera variable, trabajo cualificado, es la proporción de personal con cualificación (ingenieros y licenciados) que la empresa tiene asignados a las tareas productivas (se excluye el personal dedicado a I+D). La segunda variable, empresa entrante, es una variable artificial que adopta el valor uno para las empresas que llevan menos de cinco años en el mercado. La inclusión de esta variable se justifica por la evidencia aportada por numerosos trabajos, según la cual las oportunidades tecnológicas cambian con el ciclo de vida del producto (disminuyendo a medida que éste avanza; véase, por ejemplo, Cohen, Levin y Mowery, 1987). La tercera variable, oportunidades de localización, es una variable artificial que toma el valor uno cuando la empresa declara que su principal planta productiva está localizada en una gran ciudad. Las ventajas que supone para las empresas la proximidad con centros de investigación, universidades, etc., han sido sugeridas en numerosos estudios sobre los determinantes de la I+D, (véase, por ejemplo, Audretsch y Feldman, 1996). Finalmente, se emplea el indicador tradicional de oportunidades tecnológicas sectoriales: para cada empresa, la media del número de patentes del resto de las empresas que operan en el mismo sector. En las estimaciones se incluyen además 18 variables artificiales de sector y 6 de tamaño, con el objetivo de recoger otros efectos que no estén explicados con las variables empleadas, así como variables artificiales temporales para controlar posibles efectos cíclicos o macroeconómicos.

El cuadro n.º 4 recoge los principales resultados de la estimación. Dado el método básico utilizado (un procedimiento tipo Heckman en dos etapas), estos resultados se pueden leer como la estimación de una ecuación de probabilidad de hacer I+D y una ecuación de esfuerzo. Sin embargo, lo más interesante es la lectura estructural de los resultados obtenidos, con la ecuación de esfuerzo proporcionando los valores óptimos del esfuerzo por empresa (sean o no observados) de acuerdo con la forma de la frontera, y la ecuación de los umbrales midiendo su magnitud y determinantes. Los resultados obtenidos avalan el marco teórico y, por tanto, esta interpretación.

En cuanto a los determinantes del esfuerzo, todas las variables incluidas para dar cuenta de las elasticidades presentan signos y magnitudes razonables, que pueden ser seguidas con facilidad en el cuadro. Quizá lo más interesante es la constatación de que, contra lo que sugiere el simple tratamiento descriptivo de los datos, no existe relación

CUADRO N.º 4

DETERMINANTES DEL ESFUERZO ÓPTIMO Y UMBRALES
(Estimación del modelo *tobit* con umbral)

Variables explicativas	*Decisión de hacer I+D*	*Esfuerzo*	*Umbrales*
Constante	0,102 (0,22)	–5,098 (–6,56)	–5,184
Margen precio-coste	0,801 (4,01)	0,679 (2,00)	—
Control de calidad	0,694 (15,83)	0,374 (3,05)	–0,215
Producto estandarizado	–0,228 (–5,53)	–0,350 (–5,85)	–0,156
Mercado extenso	0,345 (6,95)	0,409 (3,68)	0,116
Intensidad exportadora	0,393 (4,18)	0,213 (1,82)	–0,119
Trabajo cualificado	1,718 (3,88)	2,140 (4,07)	0,682
Empresa entrante	0,188 (2,00)	0,186 (1,26)	0,026
Oportunidades de localización	0,182 (3,70)	0,213 (3,59)	0,059
Media de patentes	0,093 (2,04)	0,385 (10,76)	0,305
21-50 trabajadores	0,271 (4,63)	–0,022 (–0,17)	–0,253
51-100 trabajadores	0,503 (6,34)	–0,064 (–0,35)	–0,491
101-200 trabajadores	0,949 (12,34)	0,079 (0,38)	–0,756
201-500 trabajadores	1,336 (21,37)	0,292 (1,24)	–0,842
Más de 500	1,635 (19,69)	0,297 (1,14)	–1,089
Variables temporales	in.	in.	in.
Variables sectoriales	in.	in.	in.
Residuo (control endogeneidad)	–0,708 (–3,53)	–0,588 (–1,74)	0,012
Ratio de Mills	—	0,909 (3,54)	—
ρ	1,10		—
Método de estimación	PROBIT	OLS	
Predicciones correctas	81,98 por 100	—	
R^2	—	21,32	
Número observaciones	6.861	2.669	

entre el tamaño de las empresas y el esfuerzo. Una vez controlados los determinantes del esfuerzo, sólo se aprecia una débil relación positiva entre tamaño y esfuerzo, que afecta a las empresas de gran tamaño.

Aquí se comentarán sobre todo los determinantes de los umbrales. En primer lugar, no están relacionados ni con la entrada reciente de empresas ni con la localización elegida. Este resultado sugiere que una experiencia productiva más escasa no dificulta la innovación, y que las economías de tipo geográfico son, en la época de la globalización, pequeñas (téngase en cuenta que la variable utilizada no puede discriminar adecuadamente otro tipo de economías geográficas, como las derivadas de la localización en parques tecnológicos).

En segundo lugar, actúan elevando los umbrales, y en consecuencia son barreras a la innovación, la extensión del mercado y el carácter complejo (tecnológicamente avanzado) del producto. El segundo aspecto queda subrayado por la importancia de los umbrales allí donde el *input* trabajo necesario para producir los bienes tiene un carácter muy cualificado; estos bienes son poco estándar y el entorno está formado por un alto número de innovaciones patentadas. Existe, por el contrario, un factor que facilita claramente la disminución de los umbrales, y por tanto la innovación: la sensibilidad de la demanda a la calidad. Éste es probablemente también el factor que se expresa en los menores umbrales de los bienes altamente exportados.

Finalmente, los resultados señalan que en los umbrales de esfuerzo permanece un efecto inverso relacionado con el tamaño. Las empresas de menor tamaño parece que deben realizar inversiones proporcionalmente mayores en relación con su tamaño, aunque nótese también que el efecto de tales inversiones es atenuar la diferencia del gasto de estas empresas con el de las grandes. El tamaño en sí puede constituir una ventaja si existen, en las empresas de mayor tamaño, actividades complementarias que proporcionan economías de alcance en la realización de las actividades de I+D.

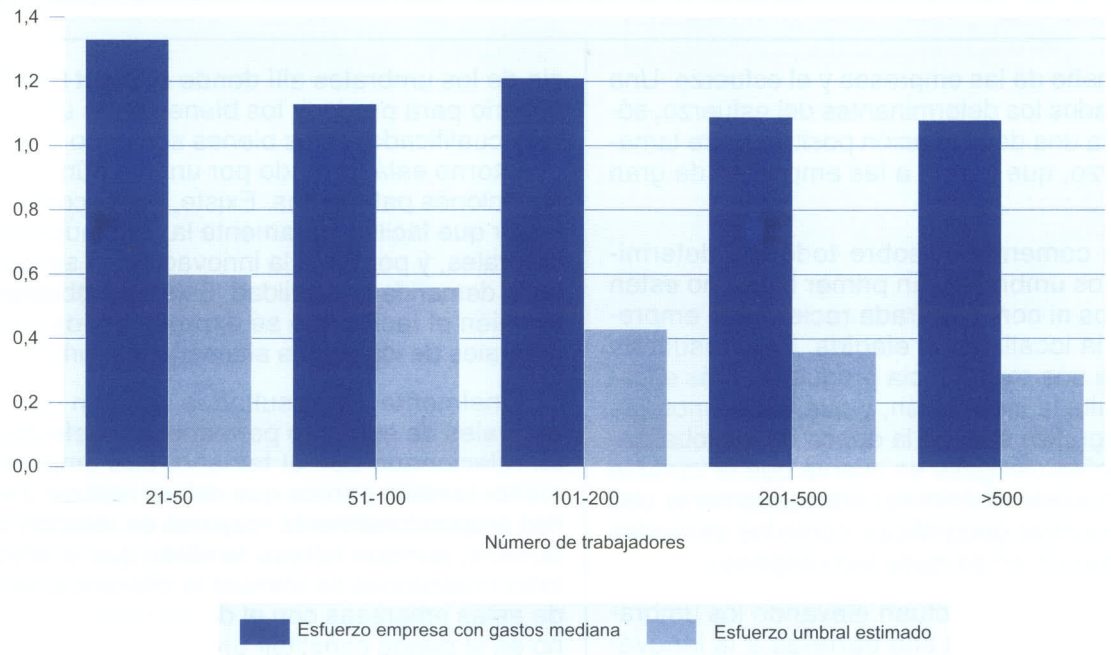
A partir de la estimación de los parámetros de la ecuación de umbrales, es posible obtener los valores predichos de éstos para cada tramo de tamaño y empresa. El gráfico 2 muestra el esfuerzo tecnológico observado para la empresa mediana en cada tramo y la correspondiente predicción del umbral. Como cabía esperar, el umbral estimado se sitúa siempre por debajo del esfuerzo observado, lo que es consistente con los resultados del modelo teórico. Se observa además que el umbral desciende a medida que aumenta el tamaño, siendo la distancia entre el esfuerzo observado y el umbral mayor en el caso de las grandes empresas que en el de las pequeñas. La empresa mediana en el grupo de empresas entre 21 y 50 trabajadores presenta un esfuerzo tecnológico que duplica al umbral, mientras que la empresa mediana correspondiente al grupo de grandes empresas presenta un esfuerzo observado casi cuatro veces mayor que el umbral.

V. INCENTIVOS A LA I+D

Las actividades que conducen a la innovación han sido tradicionalmente consideradas actividades que deben ser incentivadas mediante políticas públicas, para tratar de evitar las asignaciones socialmente subóptimas que se derivan de los conocidos fallos de mercado que les afectan (véase, por ejemplo, Martín, 1988). Además, en consonancia con la importancia que en la práctica han adquirido las ayudas, recientemente se ha acrecentado el interés por el diseño de las políticas de fomento de la I+D y por la elección de los instrumentos más eficientes. En este marco, resulta importante entender cómo las ayudas pueden estimular la realización de proyectos de I+D en empresas que en caso contrario no los emprenderían, e integrar este análisis como una pieza necesaria de la evaluación más general del impacto de los incentivos (3). Una pequeña modificación del modelo del apartado II puede ayudar a hacerlo.

En los paneles C y D del gráfico 1 puede comprobarse que la pendiente de las rectas isobenefi-

GRÁFICO 2
ESFUERZO UMBRAL Y MUESTRAL
(Puntos porcentuales)



cio influye de manera determinante en si la empresa traspasa el umbral de gasto y en el nivel de gasto emprendido. Esta pendiente depende exclusivamente del margen precio coste, o rentabilidad unitaria obtenida por la empresa en sus ventas, y del coste monetario efectivo de las actividades de I+D. Para una misma frontera de posibilidades de producción, todas las empresas con el mismo poder de mercado (representado por el margen precio coste) y el mismo coste para cada nivel de actividades de I+D adoptarían la misma decisión. Sin embargo, resulta natural pensar que el coste monetario efectivo de un determinado nivel de actividad en I+D puede también diferir ampliamente por empresas.

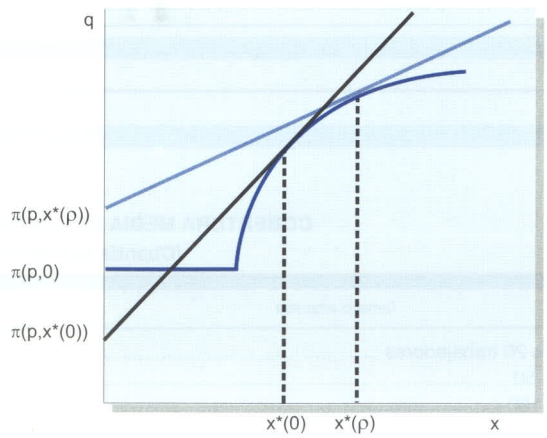
En primer lugar, si la empresa tiene acceso a algún tipo de ayuda, recuperará una proporción del coste como resultado de la aplicación de la misma (sea cual sea el mecanismo: subvenciones, desgravación fiscal, etc.). En segundo lugar, la financiación de unos mismos gastos de I+D puede representar para las empresas costes monetarios distintos de acuerdo con las condiciones de liquidez y de acceso al crédito de la empresa (primas de riesgo, tipos altos, etc.). Se pueden tener en cuenta estas circunstancias haciendo depender los beneficios de la empresa del gasto efectivo en I+D, contabilizando éste como el resultado de multiplicar el gasto nominal, x, por el término $(1-\rho)$, donde ρ representa el tanto por uno en el que el gasto nominal se ve modificado como consecuencia de la existencia de factores que lo incrementan (ρ negativo) o lo reducen (ρ positivo). En el caso en el que la única diferencia provenga de las subvenciones, ρ representa la proporción de gastos en I+D emprendidos por la empresa cubiertos mediante financiación pública (cobertura). En cualquiera de los casos, la pendiente de las rectas isobeneficio, y en consecuencia la decisión de la empresa depende ahora también de ρ.

Esto permite discutir de forma sencilla el impacto de las ayudas sobre la decisión de hacer I+D y sobre el esfuerzo. A mayor cobertura de las ayudas, las rectas isobeneficio presentarán una menor inclinación y, en consecuencia, si todo lo demás permanece constante, determinarán un punto de tangencia desplazado hacia la derecha (gráfico 3). Las ayudas son, pues, por una parte, susceptibles de hacer que algunas empresas emprendan actividades de I+D que en su ausencia no hubieran emprendido (la ayuda consigue que se supere el umbral de rentabilidad). Y, por otra, incrementan el gasto en I+D de aquellas empresas que en cualquier caso hubieran llevado a cabo un gasto positivo. Es fácil comprobar que, según el modelo, el esfuerzo realizado por la empresa aumenta aproximadamente en un ρ por 100.

En el momento de adoptar decisiones de gasto, las empresas probablemente se enfrentan a menudo a cierta incertidumbre sobre las ayudas que acabarán percibiendo. Esto implica que la magnitud relevante para la toma de decisiones es el ρ anticipado por las empresas o ρ esperado (ρ^e). Este ρ^e resume la probabilidad que la empresa atribuye a que le sea concedida una ayuda, en caso de que decida solicitarla, y la cuantía esperada en caso de que se le conceda.

Esta ampliación del modelo teórico sugiere un modelo econométrico para evaluar en la práctica el impacto de las ayudas en las decisiones de las empresas. La estimación de este modelo, que podría realizarse en términos muy parecidos al anteriormente expuesto, exige sin embargo resolver previamente un problema difícil: la estimación de la variable inobservable ρ^e. La estimación de un modelo así permitiría valorar cómo las ayudas pueden influir en el número de empresas que emprenden gastos de I+D, así como las ayudas necesarias para neutralizar el impacto de determinadas «barreras» a la actividad innovadora, como son los distintos factores que incrementan los umbrales. No disponiendo más que de estimaciones muy preliminares de un modelo de este tipo, que sin embargo confirman el impacto positivo de las subvenciones

GRÁFICO 3
DECISIÓN ÓPTIMA BAJO UN INCENTIVO ρ



esperadas por las empresas, en lo que sigue únicamente se comentarán algunos rasgos importantes de las ayudas percibidas en forma de subvenciones por las empresas manufactureras españolas en la década de los noventa.

VI. ALGUNOS HECHOS SOBRE LAS SUBVENCIONES

Aunque las subvenciones no constituyen más que una parte de las ayudas que perciben las empresas manufactureras españolas (existen además desgravaciones fiscales, créditos blandos,...), son un componente muy importante de aquéllas. Los datos de la ESEE, que preguntan explícitamente a las empresas por la financiación pública recibida y su origen (autonómico, estatal, otros), permiten reconstruir un panorama de lo que en la década de los noventa ha representado este tipo de ayudas.

En primer lugar, en general, sólo una parte minoritaria de las empresas que realizan gastos de I+D recibe financiación pública (véase el cuadro número 5). 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 acude a las convocatorias correspondientes.

En segundo lugar, según la información presentada en el cuadro n.º 6, la cobertura de las subvenciones (cuantía de la subvención/gastos de I+D) oscila entre el 20 y el 40 por 100 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 N.º 5

EMPRESAS QUE RECIBEN SUBVENCIÓN ALGÚN AÑO (1990 A 1997)
(Porcentaje de empresas)

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

CUADRO N.º 6

COBERTURA MEDIA DE LAS EMPRESAS QUE RECIBEN SUBVENCIONES
(Cuantía subvención / gasto en I+D, porcentaje)

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

En tercer lugar (véase el cuadro n.º 7), existe una clara asociación positiva entre la recepción de subvenciones y el esfuerzo en I+D. Las empresas de más de 200 trabajadores que reciben subvenciones presentan un esfuerzo superior al resto, en torno a un punto y medio porcentual. Las empresas de 200 y menos trabajadores con subvenciones presentan un esfuerzo superior al resto aproximadamente en dos puntos porcentuales. Además, las primeras pruebas realizadas para un modelo de evaluación del impacto de las ayudas confirman que, incluso utilizando estimaciones elementales de las subvenciones esperadas, éstas tiene un impacto positivo en el esfuerzo (controlando por el resto de determinantes del esfuerzo).

VII. CONCLUSIONES

Este trabajo formaliza una explicación para la decisión de las empresas de realizar o no I+D que se basa en la existencia de umbrales de rentabilidad en tales actividades. Estos umbrales están determinados por indivisibilidades en los recursos que facilitan la aparición de costes irrecuperables. Las empresas emprenden entonces las inversiones óptimas en I+D sólo cuando los gastos proporcionan un retorno suficiente.

El gasto óptimo viene determinado por la sensibilidad de la demanda a la calidad, las oportunidades tecnológicas y la rentabilidad que las empresas pueden obtener de sus ventas, expresada por el margen precio coste. El gasto umbral está determinado por los dos primeros factores y el tamaño de las indivisibilidades. En la práctica, una proporción importante de empresas no emprende actividad alguna de I+D, de manera que cabe suponer que no encuentran la oportunidad de realizar un gasto rentable (sus gastos óptimos no superan el umbral).

CUADRO N.º 7

ESFUERZO EN I+D CON Y SIN SUBVENCIONES
(Puntos porcentuales)

Tamaño empresa	*Empresas con subvención*	*Empresas sin subvención*
≤ de 20 trabajadores	4,35	2,75
21-50	2,64	2,39
51-100	3,83	1,39
101-200	3,27	2,02
201-500	2,52	1,71
> 500	2,74	1,51

Este marco teórico permite construir un modelo econométrico para medir a la vez los determinantes del esfuerzo en I+D de las empresas que emprenden estos gastos y de los umbrales de rentabilidad de las que se inhiben. Este modelo ha sido estimado con datos de empresas, proporcionando resultados esclarecedores. Los resultados señalan, en primer lugar, un acuerdo básico de los datos con el mecanismo explicativo propuesto, y una cierta importancia cuantitativa de los umbrales (evaluados por sectores de actividad en una cuantía que alcanza entre la mitad y la quinta parte del esfuerzo de la empresa con gastos mediana).

Los umbrales aparecen asociados a la extensión de los mercados y a la complejidad tecnológica de los productos comercializados, pero una mayor sensibilidad de la demanda a la calidad los reduce. No se encuentra evidencia de que las empresas de reciente creación encuentren umbrales más elevados ni que la localización geográfica sea muy importante. Los umbrales son mayores, en cambio, para las empresas de menor dimensión, probablemente debido a la falta de operación de ciertas economías de alcance presentes en las de mayor tamaño. Parece claro, en consecuencia, que estos umbrales son difícilmente evitables, en especial en las actividades de futuro. Sin embargo, los resultados también sugieren que políticas de elevación de la sensiblidad a la calidad y de generación de externalidades dirigidas a las empresas de menor dimensión pueden reducirlos.

Los incentivos a la innovación, que siempre han sido considerados una política necesaria para evitar asignaciones subóptimas, son importantes porque pueden estimular el esfuerzo, pero también porque pueden determinar el emprendimiento de actividades y proyectos de I+D ayudando a superar los umbrales de rentabilidad. Los datos de subvenciones en las manufacturas españolas a lo largo de esta década muestran que sólo una pequeña parte de las empresas que tienen actividades de I+D ha accedido a este tipo de ayudas, y que se trata preferentemente de empresas grandes. Sin embargo, los datos revelan una clara asociación positiva entre ayudas y esfuerzo de las empresas, que además resulta ser válida y similar para los distintos tamaños de empresas. El mecanismo de incentivos en funcionamiento parece, en consecuencia, estar aquejado de defectos que limitan su eficiencia y que, en particular, pueden concederle un papel limitado en el estímulo del emprendimiento de actividades. Son temas sobre los que conviene investigar para diseñar políticas capaces de hacer frente a los nuevos desafíos tecnológicos. Utilizando el marco teórico anterior, se está traba-

jando para construir un modelo econométrico capaz de cuantificar el impacto de las ayudas en las decisiones de inversión, así como la magnitud necesaria de las ayudas para reducir las distintas barreras a la innovación.

NOTAS

(1) Véase González y Jaumandreu (1998) y González, Jaumandreu y Pazó (1999). Otros trabajos clásicos con énfasis en las decisiones microeconómicas son, por ejemplo, Levin y Reiss (1998), Cohen, Levin y Mowery (1987), Cohen y Klepper (1996), Klette y Reiss (1997).

(2) La mayoría de los trabajos teóricos y empíricos se ha centrado en las actividades de I+D en proceso. Sin embargo, la evidencia empírica apunta hacia la mayor cuantía de los gastos en I+D en producto o mixtos. Por ejemplo, Scherer (1984) plantea que la mayor parte de la I+D industrial es de producto (75,4 por 100 de los gastos en I+D de las empresas americanas se dedican a I+D de producto). En España, de acuerdo con la encuesta de innovación del INE (1997), en 1994 el 65 por 100 de los gastos en I+D se dedicó a innovaciones en producto y solamente un 2 por 100 de las empresas realizó exclusivamente actividades de I+D en proceso.

(3) Numerosos trabajos han tratado de evaluar los distintos instrumentos de promoción de la I+D con datos de la economía americana (véanse por ejemplo, Hall, 1992, o Mamuneas y Nadiri, 1996). Sin embargo, apenas existen trabajos para la economía española que traten de cuantificar el efecto de las subvenciones públicas a la I+D, destacando el realizado por Busom (1991), según el cual existiría un efecto de sustitución parcial de los fondos privados dedicados a actividades de I+D por los recibidos de entidades públicas.

BIBLIOGRAFÍA

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

Audretsch, D., y Feldman, M. (1996), «R&D spillovers and the geography of innovation and production», *American Economic Review*, 866, págs. 630-640.

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

Cohen, W. M., y Klepper, S. (1996), «A reprise of size and R&D», *The Economic Journal*, 106, págs. 925-951.

Cohen, W. M.; Levin, R. C., y Mowery, D. C. (1987), «Firm size and R&D intensity: a re-examination», *Journal of Industrial Economics*, 35, págs. 543-63.

González, X., y Jaumandreu, J. (1998), «Threshold effects in product R&D decisions: theoretical framework and empirical analysis», *Documento de Trabajo*, 9803, PIE-FEP.

González, X.; Jaumandreu, J., y Pazó, C. (1999), «Impacto de las subvenciones en las decisiones de I+D», mimeo.

Hall, B. (1992), «Investment and research and development at the firm level: does the source of financing matter», *NBER Discusion Paper*, n.º 4096.

INE (1997), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 1994*, INE, Madrid.

Klette, J., y Reiss, P. (1997), «Empirical patterns of firm growth and R&D investment: a quality ladder model interpretation», *Working Paper*, n.º 6945, NBER.

Levin, R., y Reiss, P. (1988), «Cost-reducing and demand-creating R&D with spillovers», *Rand Journal of Economics*, 19, páginas 538-556.

Mamuneas, T., y Nadiri, I. (1996), «Public R&D policies and cost behavior of the US manufacturing industries», *Journal of Public Economics*, 63, págs. 57-81.

Martín, C. (1988), «Fundamentos teóricos de la política tecnológica», *Economía Industrial*, n.º 259, págs. 69-78.

Scherer, F. M. (1984), «Using linked patent and R&D data to measure interindustry technology flows», en Griliches, Z. (ed.), *R&D patents and productivity*, University of Chicago Press for the NBER.

Resumen

Este artículo está dedicado al análisis económico de la decisión que lleva a las empresas a emprender gastos de I+D. Se expone un modelo sencillo que explica conjuntamente la decisión de invertir y la magnitud de la inversión cuando la decisión es positiva, y se explican los resultados obtenidos en su estimación con datos microeconómicos de empresas. Estos resultados confirman la existencia de umbrales de rentabilidad y «barreras a la innovación» que sólo superan parte de las empresas. El modelo también se utiliza para discutir el impacto de los incentivos públicos a la I+D, aportando algunos datos empíricos sobre las subvenciones de I+D a las empresas en la década de los noventa.

Palabras clave: Innovación, I+D, costes irrrecuperables, subvenciones.

Abstract

This article is given over to the economic analysis of the decision that leads companies to undertake R&D spending. We set forth a simple model explaining the decision to invest together with the size of the investment when the decision is favourable, and we explain the results obtained in their estimation with microeconomic company data. These results confirm the existence of cost effectiveness thresholds and «barriers to innovation», which are only surmounted by part of the companies. The model is also used to discuss the impact of public incentives for R&D, supplying some empirical data on R&D grants to companies in the nineties.

Key words: Innovation, R&D, irrecoverable costs, grants.

JEL classification: D21, O32, L52.

RELACIÓN ENTRE INNOVACIÓN Y EXPORTACIONES DE LAS EMPRESAS: UN ESTUDIO EMPÍRICO

Diego RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ (*)

I. INTRODUCCIÓN

La relación entre la innovación tecnológica y el comercio internacional ha sido objeto de atención recurrente por la literatura económica. De hecho, la idea de que existe una relación entre ambas se retrotrae a las primeras explicaciones sobre las causas del comercio y el patrón de especialización comercial entre países. La existencia de diferencias en el contenido tecnológico de los bienes subyace en la explicación ricardiana sobre la ventaja comparativa, así como en una acepción amplia del modelo Heckscher-Ohlin de comercio internacional (Bloomfield, 1978). Esa asociación teórica se intensifica y se hace explícita al ampliar los modelos explicativos tradicionales del comercio internacional hacia aquellos aspectos vinculados con la existencia de mercados con algún grado de imperfección. De esa forma, el reconocimiento de la asociación entre tecnología y comercio se traduce en la aparición desde la década de los sesenta de las teorías neotecnológicas del comercio, que enfatizan el papel jugado por la existencia de desfases tecnológicos persistentes entre países (Posner, 1961) o el efecto de la fase del ciclo del producto sobre la decisión de una empresa de exportar (Vernon, 1966). Diversas modelizaciones posteriores han profundizado en el papel jugado por las actividades tecnológicas sobre los flujos comerciales internacionales, bajo la premisa de que aquéllas constituyen una fuente primordial de diferenciación de producto y, por tanto, proporcionan a la empresa una estrategia competitiva distinta del precio (1). Un ejemplo de ese tipo de modelización lo proporciona la abundante literatura existente sobre el comercio de carácter intra-industrial.

La evidencia empírica sobre el efecto de las actividades innovadoras en los flujos de exportación agregados (nacionales o, en su caso, sectoriales) es muy amplia, concluyendo de forma casi unánime a favor de un efecto significativo (Hugues, 1986). En ese sentido, Faberger (1988) ha señalado que la inclusión del progreso tecnológico como factor explicativo de las exportaciones complementa el resultado conocido como *paradoja de Kaldor*, que hace referencia a la escasa capacidad que las variables tradicionales de competencia en precios (p. ej., los costes laborales unitarios) tienen para poder explicar satisfactoriamente la evolución de la cuota de mercado mundial de una parte sustancial de los países desarrollados. Asimismo, las estimaciones realizadas cuando se distingue entre sectores de actividad, bien considerando un solo país (Greenhalgh, 1990, para la economía británica en el período 1954-1981), o bien combinando información de países e industrias (Carlin *et al.*, 1997, y Wakelin, 1998a, en ambos casos con un panel de sectores para un amplio número de países de la OCDE que abarcan hasta la década de los noventa), indican la presencia de una alta variabilidad sectorial en el efecto de las capacidades tecnológicas sobre las exportaciones. En ese mismo sentido apuntan los trabajos de Alonso (1997) y Moreno (1998) para la economía española.

La extensión de la asociación entre capacidad tecnológica y exportaciones al comportamiento de las empresas no difiere de los argumentos teóricos que se aportan para el caso de las aproximaciones de carácter agregado. Todo lo más, se enfatiza el poder de mercado que las innovaciones confieren a las empresas. Hirsch y Bijauoui (1985) argumentan que las empresas innovadoras, haciendo uso de ese poder de mercado, tratarán de discriminar en precios estableciendo precios menores en los mercados de exportación. Ello les llevará a tener una mayor propensión exportadora que las empresas no innovadoras, que tenderán a comportarse como empresas precio aceptantes. Sin embargo, la evidencia obtenida con información de empresas resulta ser, además de cuantitativamente inferior, menos concluyente. De ese modo, mientras que Hirsch y Bijauoui (1985) y Willmore (1992) no obtienen evidencia acerca de la influencia de las actividades innovadoras sobre las exportaciones en el caso de las empresas israelíes y brasileñas, Kumar y Siddhartan (1994) y Wakelin (1998b) obtienen evidencia que, en general, es favorable para el caso de las empresas indias y británicas, respectivamente. Igualmente, Braunerhjelm (1996) obtiene evidencia favorable para el caso de las empresas suecas, en este caso desde un enfoque teórico más próximo a la teoría de los recursos que enfatiza el carácter de adquisición de activos intan-

gibles que se deriva de la inversión en capacidad tecnológica.

La comparación de los resultados obtenidos en los trabajos empíricos que han analizado la relación entre tecnología y exportaciones con datos individuales de empresas se ve dificultada por diversas razones. En primer lugar, el tipo de empresas objeto de estudio difiere entre los distintos trabajos: sólo empresas innovadoras en unos (Hirsch y Bijauoui, 1985), sólo empresas exportadoras en otros (Kumar y Siddhartan, 1994), y submuestras de innovadoras y no innovadoras —a partir de distintas encuestas— en otros (Wakelin, 1998b). Ello implica que si bien las conclusiones que se extraen del análisis son válidas para el tipo de empresas estudiadas, podrían diferir si las muestras utilizadas no estuvieran condicionadas a un tipo específico de empresas. En segundo lugar, si bien la variable a explicar se aproxima habitualmente de forma idéntica —como las exportaciones en relación con las ventas, esto es, la propensión exportadora—, no sucede así con la variable de innovación. No sólo porque se utilizan variables referentes a distintos aspectos del proceso de innovación tecnológica, sino porque incluso en aquellos trabajos en los que se emplea el indicador clásico de gastos en I+D, la variable correspondiente no adopta una forma estándar. De ese modo, la robustez de las conclusiones podría estar también afectada por la aproximación empírica que se haga de la variable de innovación. Por último, no en todos los casos se consideran de forma adecuada los problemas estadísticos derivados de la presencia de un elevado porcentaje de «ceros» en las variables, circunstancia ésta habitual cuando se analizan estrategias empresariales.

Hasta ahora se ha indicado la influencia que las actividades innovadoras pueden tener sobre las exportaciones. Pero parece razonable considerar que la realización de exportaciones constituye también, a su vez, un estímulo a la actividad innovadora de las empresas. Ello puede justificarse porque la ampliación del mercado que se deriva de la realización de exportaciones permitiría aumentar los beneficios potenciales de la inversión en I+D, máxime cuando esta actividad implica para la empresa incurrir en costes fijos, e incluso en costes de carácter irrecuperable. En ese sentido, pemitiría un mejor aprovechamiento de las economías de escala existentes, especialmente en países pequeños en los que el mercado nacional es más reducido. Si se tratase de una empresa multiproducto que abasteciese a los mercados nacionales con bienes distintos, situación que en algunas industrias es habitual, la presencia en distintos destinos geográficos permitiría también aprovechar las economías de alcance vinculadas a la aplicación del esfuerzo innovador a distintos tipos de bienes. Asimismo, dadas las características de bien público que, al menos en parte, tiene la tecnología, cabría esperar que la presencia de la empresa en otros mercados geográficos pudiese incentivar en ésta la realización de innovaciones.

La evidencia sobre el posible efecto de las exportaciones en la actividad innovadora de las empresas es escasa. Trabajos clásicos en el ámbito de la determinación de la conducta innovadora de las empresas, como el de Acs y Audretsch (1988), no consideran a las exportaciones como una variable explicativa. De hecho, la evidencia disponible proviene fundamentalmente de aquellos trabajos que se han planteado la relación entre exportaciones e innovación desde un punto de vista simultáneo. Los resultados en este caso son bastante dispares, encontrándose tanto evidencia favorable como no favorable a la hipótesis de una influencia de la actividad exportadora sobre la innovadora (véase, por ejemplo, Hugues, 1986). Asimismo, algunos trabajos han ampliado la relación entre exportaciones e innovación considerando otras variables. Así, Entorf y Pohlmeier (1990) plantean un análisis simultáneo entre las actividades innovadoras de producto, la propensión exportadora y el empleo (2), mientras que Narula y Wakelin (1998) analizan, con datos agregados, la relación que se establece entre la tecnología y las cuotas de exportación e inversión directa en el exterior.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es el de aportar evidencia reciente sobre la relación que se establece entre las actividades exportadoras y tecnológicas de las empresas manufactureras españolas. Se utiliza para ello la información de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE) correspondiente al período 1990-1997. En el apartado II, se realizan algunas consideraciones previas sobre la medición de la actividad innovadora y su efecto previsible sobre las exportaciones; en el III, se describe la dinámica de adopción de ambas estrategias por parte de las empresas, así como la asociación observada en la frecuencia con que ambas se adoptan; en el IV, se analiza la intensidad con la que se llevan a cabo tales estrategias, abordándose la relación bidireccional que puede establecerse mediante técnicas de análisis paramétricas y no paramétricas; asimismo, se trata de analizar si realmente existe una relación de causalidad entre ambas variables o si, por el

contrario, se trata de decisiones que las empresas llevan a cabo de forma simultánea. Por último, en el apartado V se resumen las principales conclusiones obtenidas.

II. LA MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA

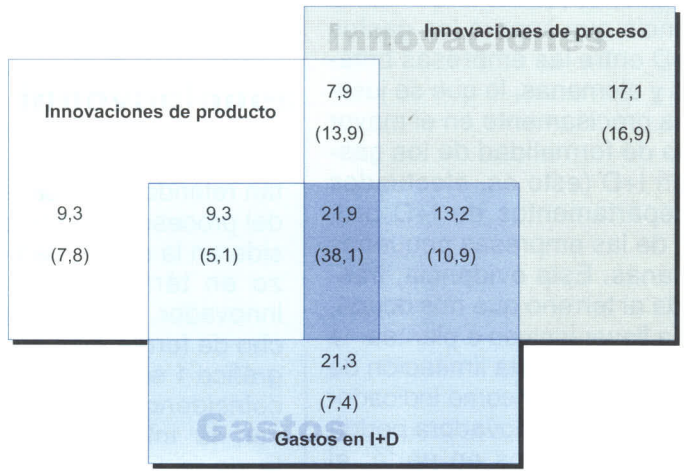
Resulta relevante comenzar realizando algunas consideraciones acerca de si la medición de la variable de innovación puede introducir algún tipo de sesgos en la asociación que se pretende analizar entre aquélla y las exportaciones. Esta reflexión previa se fundamenta en los conocidos problemas asociados a la concreción empírica del concepto de innovación tecnológica, sin duda más amplio que la realización formal de actividades de I+D, que es, por otro lado, la variable de la que se dispone con mayor frecuencia en las estadísticas internacionales.

Una primera limitación de los gastos en I+D estaría relacionada con la posibilidad de que éstos no recogieran de una forma adecuada la realización del esfuerzo innovador, especialmente en las empresas de menor tamaño. Ello se derivaría del hecho de que las empresas pequeñas tienden a llevar a cabo con mayor probabilidad actividades de desarrollo tecnológico más que de investigación fundamental. En la medida en que esta última exige un mayor grado de formalidad (por ejemplo, requiere de laboratorios) la imputación de los gastos es más sencilla. En las actividades de innovación más informales, por el contrario, muchos de los gastos en los que se incurre quedarían computados como costes de carácter general de la empresa y, de ese modo, no estarían reflejados en los gastos en I+D que la empresa declara tener.

Ese sesgo de infravaloración podría ser relevante. De hecho, Roper (1998) calcula que, tras corregirlo, se reduce a la mitad la distancia que separa los gastos en I+D entre las empresas británicas y alemanas, lo que se justificaría precisamente en el mayor grado de formalidad de los gastos en I+D (esto es, efectuados en departamentos de I+D propios) de las empresas pequeñas alemanas. Esta evidencia, trasladada al terreno que nos ocupa, podría llevar incluso a plantear la hipótesis de si esta limitación de los gastos en I+D como indicador de la actividad innovadora podría explicar, al menos en parte, el buen resultado comercial de economías, como la española, que destinan escasos recursos a este tipo de actividades. Para ello, naturalmente, se requeriría comprobar que en estos países la realización de actividades de innovación de carácter informal compensa, al menos parcialmente, el desfase en la realización de actividades formales. La información proveniente de la ESEE no permite evaluar con precisión este posible sesgo de infravaloración en los datos de I+D de las empresas, pues no se conoce si la empresa dispone o no de un laboratorio o departamento en el que se desarrollan de forma específica estas actividades. Sin embargo, el hecho de que el porcentaje de gastos en actividades de I+D realizados por las propias empresas —lo que habitualmente se conoce como gastos intramuros— sea muy superior en las de mayor tamaño, podría interpretarse como contrario al hipotético sesgo de infravaloración, en la medida en que una externalización de la actividad de I+D implicara una mayor precisión contable sobre el gasto realizado.

En cambio, sí se puede valorar, de una forma más amplia, la asociación que existe entre esta variable y otros indicadores de la actividad tecnológica. Si esa asociación es importante, los sesgos en que se incurriría al aproximar la actividad innovadora por los gastos en I+D no serían sustanciales. En particular, se señala con frecuencia que, en la medida en que los gastos en I+D están referidos tan sólo a los *inputs* del proceso tecnológico, no consideran la efectividad del esfuerzo en términos del resultado innovador. Para evaluar este hecho de forma más precisa, en el gráfico 1 se muestra el grado de coincidencia que, de acuerdo con la información procedente de la ESEE, existe entre la realización de gastos en I+D y la obtención de innovaciones de producto y de proceso, como indicadores estos últimos del *output* tecnológico. Los datos se corresponden con una media simple del período 1990-1997 para la totalidad de observaciones disponibles. Como puede observarse, la situación más frecuente es aquella en la que la empresa indica realizar gastos en I+D, tanto si éstos van ligados a la obtención de innovaciones de producto y/o de proceso como si declara no obtenerlas. Esta última situación, aparentemente paradójica pero que al mismo tiempo afecta a un porcentaje sustancial de las empresas, un 21,3 por 100, podría venir justificada en el hecho de que la aplicación del gasto en I+D en nuevos (o modificados) productos o procesos no es necesariamente contemporánea al gasto realizado. De ahí que, de forma alternativa, se hayan calculado los porcentajes correspondientes cuando se toma de forma conjunta todo el período, y no las medias anuales (3). Dichos resultados, que se presentan también en el gráfico 1 entre paréntesis,

GRÁFICO 1
REALIZACIÓN DE GASTOS EN I+D E INNOVACIONES DE PRODUCTO Y DE PROCESO (1990-1997)
En porcentaje de empresas



permiten matizar el resultado anteriormente comentado, pues ahora aquel porcentaje se reduce hasta el 7,4 por 100. En cualquier caso, continúa existiendo un porcentaje sustancial de empresas, algo menos del 40 por 100, que habiendo obtenido algún tipo de innovación, no han invertido en I+D en el período considerado. Este porcentaje resulta, además, muy similar al que se obtiene en la reciente *Encuesta sobre la innovación tecnológica en las empresas* —EITE— (INE, 1998), donde se indica que en 1996 sólo el 54 por 100 de las empresas innovadoras españolas realizaron actividades de I+D. Cuando se utiliza como indicador del *output* tecnológico a las patentes registradas (en España o en el extranjero), el grado de coincidencia con los gastos en I+D es inferior: sólo un 26,2 por 100 de las empresas que han realizado gastos en I+D a lo largo del período 1990-1997 han patentado.

Algunos autores (Brouwer y Kleinknecht, 1993) han señalado que la variable relevante para el éxito exportador es el I+D dirigido al producto, y no a los procesos. Sin embargo, parece razonable considerar que las innovaciones de proceso, en la medida en que sean innovaciones ahorradoras de costes, tienen también una influencia evidente sobre la competitividad internacional de la empresa. Por ejemplo, una innovación que afecte a la cadena de distribución puede alterar de forma importante la capacidad de una empresa para penetrar en los mercados exteriores. En cualquier caso, existen evidentes problemas de definición práctica de qué se considera como innovación, ya que dicho concepto no está exento de una interpretación subjetiva por parte de la empresa entrevistada. De hecho, en la EITE se indica que para poder valorar adecuadamente el número de innovaciones obtenidas sería necesario compararlo con el número total de productos o procesos comercializados o utilizados en la empresa, dato del que no se dispone (4). Parece, por tanto, más adecuado considerar no el número de innovaciones obtenidas por las empresas, sino tan sólo el hecho de si la empresa declara obtenerlas o no.

Para completar esta descripción previa sobre la medición de la actividad innovadora, en el cuadro n.º 1 se muestran algunos estadísticos representativos de variables alternativas que aproximan la actividad tecnológica de las empresas, así como la correlación existente entre éstas y los gastos en I+D medios, medidos siempre en relación con las ventas. Por motivos de representatividad estadística, se distingue entre las empresas de 200 y menos trabajadores (pequeñas) y las de más de 200 trabajadores (grandes). Como puede observarse, la correlación obtenida es significativamente distinta de cero, tanto cuando se consideran vías alternativas de medición de los *inputs* (como el esfuerzo tecnológico, en el que se incorporan las importaciones de tecnología, o las actividades complementarias de I+D) como cuando se consideran distintas mediciones del *output* tecnológico (5). En este último caso, sin embargo, hay que señalar la excepción de los modelos de utilidad, con respecto a los que la asociación obtenida es prácticamente nula. La utilización de sistemas de fabricación de avanzado contenido tecnológico aparece también asociada de forma significativa, como cabía esperar, a unos mayores gastos en I+D.

Aunque las correlaciones obtenidas son en todos los casos significativamente distintas de cero, no resultan en ocasiones muy elevadas y, en cualquier caso, son inferiores a las obtenidas por Acs y Audretsch (1988). En este trabajo, se utilizarán, pues, como indicadores de la actividad

CUADRO N.º 1

ASOCIACIÓN ENTRE DISTINTOS INDICADORES DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA
(Valores medios 1994-1997)

	EMPRESAS PEQUEÑAS			*EMPRESAS GRANDES*		
	Media	*Desv.*	*Corre. I+D*	*Media*	*Desv.*	*Corre. I+D*
I+D/ventas (porcentaje)	0,46	1,55	—	1,25	2,50	—
Esfuerzo tecnológico (porcentaje)	0,54	1,69	0,885 (*)	1,72	3,33	0,908 (*)
Patentar (porcentaje) (a)	0,08	0,27	0,173 (*)	0,20	0,40	0,183 (*)
Número de patentes	0,13	0,90	0,049	1,14	8,06	0,490 (*)
Innovar en proceso (porcentaje) (a)	0,46	0,50	0,288 (*)	0,71	0,45	0,275 (*)
Innovar en producto (porcentaje) (a)	0,29	0,45	0,289 (*)	0,52	0,50	0,277 (*)
Número innovac. de producto	2,08	12,22	0,097 (*)	4,62	23,01	0,037
Modelos de utilidad	0,07	0,48	0,053	0,35	1,99	0,035
Actividades complementarias I+D (b)	0,57	1,08	0,278 (*)	1,91	1,82	0,219 (*)
Sistemas de fabricación (c)	0,71	0,96	0,186 (*)	1,77	1,28	0,155 (*)

Notas:
(*) Significativamente distinto de cero al 99 por 100.
(a) Se refiere a la realización de la acción (patentar o innovar). La correlación en estos casos se establece con respecto a la frecuencia con la que se realizan gastos en I+D.
(b) Se refieren a la realización o contratación por las empresas de sistemas de información científica y técnica, trabajos de normalización y control de calidad, realización de esfuerzos de asimilación de tecnología importada, estudios de mercado y marketing para la comercialización de nuevos productos, diseño y otras actividades complementarias. Un valor igual a 6 indica que se realizan todas las actividades complementarias de I+D.
(c) Se refieren a la utilización de máquinas herramientas de control numérico, robótica, diseño asistido por ordenador (CAD) y sistemas flexibles de fabricación. Un valor igual a 4 indica que se utilizan todos estos sistemas.

tecnológica variables de medición tanto del *input* como del *output* tecnológico. Los gastos en I+D se normalizan al igual que las exportaciones y, como es habitual, por las ventas de las empresas, para evitar así la asociación espuria asociada al tamaño. A este respecto, hay que hacer notar, sin embargo, que la naturaleza de ambas variables normalizadas es distinta, pues en el caso de la propensión exportadora el numerador (las exportaciones) forman parte del denominador (las ventas totales). Ello implica que la no observación de un efecto significativo de la intensidad tecnológica sobre la propensión exportadora podría simplemente indicar un efecto, presumiblemente expansivo, de similar magnitud en las ventas de la empresa en los mercados interiores y exteriores. Sin embargo, en la medida en que la competencia en los mercados internacionales se caracterizara por una mayor importancia de los factores tecnológicos, mientras que en los mercados nacionales primaran los aspectos más ligados al precio del producto, el efecto esperable de la innovación tecnológica sobre la propensión exportadora sería positivo.

III. FRECUENCIA Y PERSISTENCIA DE LAS ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN Y EXPORTACIÓN

El análisis de la relación existente entre las actividades innovadoras y las exportaciones se enfrenta con la falta de continuidad en ambas acciones por parte de un amplio grupo de empresas. De ahí que, como paso previo, resulte relevante circunscribir el estudio a la realización o no de ambas estrategias, independientemente de la importancia que tengan en relación con las ventas (como indicador del tamaño) de las empresas. Asimismo, la relativamente amplia dimensión temporal de la muestra disponible (ocho años) permite abordar una primera cuestión de interés, referente al grado de persistencia con el que las empresas han adoptado ambas estrategias a lo largo de la década de los noventa. Para ello, se han seleccionado sólo aquellas de las que se dispone de información para todo el período 1990-1997 (panel completo), y que contabilizan aproximadamente 1.000 empresas.

Como puede observarse en las columnas 1 y 2 del cuadro número 2, un 25,7 por 100 de las empresas pequeñas y un 75,9 por 100 de las grandes han exportado de forma persistente a lo largo del período. Las diferencias en la persistencia en la actividad exportadora entre ambos gupos de empresas está condicionada por la muy desigual presencia en los mercados exteriores en fun-

CUADRO N.º 2

DINÁMICA DE LAS EMPRESAS EXPORTADORAS E INNOVADORAS (1990-1997)

	EXPORTACIONES		*GASTOS EN I+D*		*INNOVACIONES*	
	≤ 200 trab.	*> 200 trab.*	*≤ 200 trab.*	*> 200 trab.*	*≤ 200 trab.*	*>200 trab.*
I. Siempre realizan la acción	25,67	75,86	7,82	46,55	3,91	15,52
II. Nunca realizan la acción	42,25	4,60	60,25	14,37	21,75	6,90
III. Realizan/no realizan						
a) Entran	15,03	7,76	6,89	8,33	13,15	17,80
b) Salen	2,03	2,30	4,85	9,77	3,91	4,89
c) Entran y salen	15,02	9,48	20,19	20,98	57,28	54,89
NÚMERO DE EMPRESAS	639	348	639	348	639	348

ción del tamaño de aquéllas. Nótese, en ese sentido, que sólo el 4,6 por 100 de las empresas grandes nunca exportan, frente al 42,2 por 100 de las pequeñas (6). Este efecto del tamaño sobre la probabilidad de llevar a cabo una estrategia empresarial (exportar, en este caso) ha sido reiteradamente señalado en la literatura económica, y está asociado a la necesidad de ciertos umbrales mínimos de tamaño. De hecho, si se condiciona a aquellas empresas que han exportado en algún año del período considerado, las diferencias en el grado de persistencia entre ambos grupos de empresas se reducen: un 45,3 por 100 de las empresas pequeñas que exportan en algún momento lo hacen siempre, porcentaje que se incrementa al 80,1 por 100 en las de mayor tamaño.

El grado de persistencia que muestra la realización (o no) de la estrategia exportadora conduce a que el conocimiento de lo que la empresa hizo en el pasado constituya un potente predictor de la actitud de la empresa en el presente. Ello se deriva del hecho de que su adopción conlleva incurrir en costes hundidos o irrecuperables, que resultan en la presencia de histéresis. La relevancia de tal fenómeno se encuentra documentada, tanto para otros países (Roberts y Tybout, 1997) como para la economía española (Campa, 1998).

Junto a las dos situaciones de persistencia en la exportación/no exportación existe una tercera caracterizada por la entrada y/o salida en los mercados exteriores en algún momento a lo largo del período. Naturalmente, la variedad de casos potenciales en este tercer grupo es muy elevada, de ahí que se hayan distinguido tres escenarios: *a)* aquellas empresas que inicialmente no exportaban y, tras empezar a hacerlo, lo hacen de forma continuada; *b)* empresas que exportan y dejan de hacerlo en algún momento, persistiendo en dicha circunstancia a partir de entonces; *c)* el resto de situaciones, esto es, empresas que entran y salen de los mercados de exportación al menos una vez en el período, lo que probablemente responde a exportaciones esporádicas (por ejemplo, por pedidos puntuales) más que a una voluntad de la empresa de penetrar en los mercados de exportación (7).

El abandono o salida de los mercados de exportación ha sido una decisión muy infrecuente a lo largo del período analizado, mientras que un porcentaje sustancial de empresas, fundamentalmente de menos de 200 trabajadores, se han incorporado a la actividad exportadora y no la han abandonado. Sin duda, los especiales rasgos del período analizado, caracterizado por lo que a la actividad exportadora se refiere por los importantes cambios en el ciclo económico y los efectos expansivos sobre la actividad exterior derivados de la inestabilidad de la peseta en el Sistema Monetario Europeo en los primeros años de la década, han condicionado este resultado especialmente positivo. Pero, adicionalmente, una cuestión de interés, que será analizada posteriormente, es si las empresas que han entrado en los mercados de exportación en este período presentan algunas características diferenciadoras por lo que a su actitud innovadora se refiere.

Como también puede observarse en el cuadro n.º 2, las diferencias en la frecuencia de la estrategia innovadora entre los dos grupos de tamaño son más acentuadas que las observadas para las exportaciones. La probabilidad de que una empresa grande siempre exporte es el triple que la de que lo haga una pequeña, pero la probabilidad de que siem-

pre haga I+D es seis veces la probabilidad de una empresa de menos de 200 trabajadores. Asimismo, el carácter esporádico que tienen las actividades de exportación para un porcentaje relevante de empresas de menor tamaño se acentúa notablemente cuando se analizan las actividades innovadoras, muy especialmente cuando éstas se aproximan por la obtención de innovaciones (de producto o de proceso). Aproximadamente un 20 por 100 de las empresas, tanto grandes como pequeñas, indican realizar gastos en I+D de forma discontinua en el período, porcentaje que sobrepasa el 50 por 100 para el *output* tecnológico. La explicación más natural a este hecho consiste en la propia naturaleza de estos gastos, que requieren de inversiones no necesariamente continuas, o la propia dificultad en los conceptos contables a integrar. Asimismo, indica que la obtención de innovaciones es un proceso altamente discreto en el tiempo, y alerta sobre las dificultades que se derivan de utilizar un único corte transversal de datos, sin dimensión temporal, para el análisis empírico.

En el cuadro n.º 3, se ponen en relación ambas estrategias para los distintos subgrupos de empresas considerados, utilizando sólo los gastos en I+D como indicador tecnológico. Analizando dicho cuadro por filas, se observa, para las empresas pequeñas, cómo si bien la realización persistente de exportaciones no parece ir asociada a la persistencia en los gastos en I+D, la no realización de exportaciones sí coincide con la no realización de gastos en I+D. Para las empresas que entran y/o salen de los mercados de exportación no parece existir un patrón definido, si bien en todos los casos realizan gastos en I+D en algún momento del período, en un porcentaje sustancialmente superior al de las empresas no exportadoras. En las empresas de mayor tamaño se pone de manifiesto, por el contrario, una mayor asociación entre la realización persistente de exportaciones y de gastos en I+D.

CUADRO N.º 3

RELACIÓN ENTRE EMPRESAS EXPORTADORAS E INNOVADORAS (1990-1997)
(En porcentajes)

A) *Empresas pequeñas*

	I. Siempre I+D		*II. Nunca I+D*		*III. I+D/no I+D*						
					a		*b*		*c*		
I. Empresas exportadoras	20,7	68,0	36,0	15,3	8,5	31,8	7,9	41,9	26,8	34,1	100
II. Empresas no exportadoras	0,7	4,0	79,6	55,8	4,4	27,3	1,9	16,1	13,3	27,9	100
III. Empresas que exportan/no exportan											
a) Entran a exportar	9,4	18,0	59,4	14,8	9,4	20,5	3,1	9,7	18,8	14,0	100
b) Salen de exportar	15,4	4,0	23,1	0,8	0,0	0,0	23,1	9,7	38,5	3,9	100
c) Entran y salen	3,1	6,0	53,1	13,2	9,4	20,5	7,3	22,6	27,1	20,2	100
		100		100		100		100		100	

B) *Empresas grandes*

	I. Siempre I+D		*II. Nunca I+D*		*III. I+D/no I+D*						
					a		*b*		*c*		
I. Empresas exportadoras	53,8	87,7	10,6	56,0	7,2	65,5	9,1	70,6	19,3	69,9	100
II. Empresas no exportadoras	0,0	0,0	31,3	10,0	12,5	6,9	31,3	14,7	25,0	5,5	100
III. Empresas que exportan/no exportan											
a) Entran a exportar	29,6	4,9	29,6	16,0	14,8	13,8	3,7	2,9	22,2	8,2	100
b) Salen de exportar	25,0	1,2	12,5	2,0	12,5	3,4	25,0	5,9	25,0	2,7	100
c) Entran y salen	30,3	6,2	24,2	16,0	9,1	10,3	6,1	5,9	30,3	13,7	100
		100		100		100		100		100	

Analizando el cuadro n.º 3 por columnas, se observa cómo la realización persistente de gastos en I+D coincide mayoritariamente con la realización persistente de exportaciones, tanto en las empresas pequeñas (un 68 por 100 de los casos) como en las grandes (un 88 por 100). Sin embargo, las diferencias entre ambos grupos son evidentes cuando se analizan las empresas que nunca realizan actividad innovadora, ya que sólo en el caso de las empresas de menor tamaño parece existir una simultaneidad con la no realización (persistente) de exportaciones.

Para evaluar con mayor precisión la asociación en la frecuencia con la que se observan ambas variables, en el cuadro número 4 se muestran los resultados de un conjunto de estimaciones en las que, para ganar eficiencia, se ha utilizado un panel incompleto de datos para el período 1990-1997. En dichas estimaciones se han introducido como variables explicativas, además de la referente a la estrategia con la que se pretende analizar la asociación, tres conjuntos de variables artificiales referentes al sector de actividad, el tramo de tamaño de la empresa y el año de referencia de la información. En todos los casos, los estadísticos de significación conjunta correspondientes muestran la necesidad de controlar dichos efectos, dada la notable asociación que tanto la realización de exportaciones como la actividad innovadora manifiestan con tales características.

Los resultados obtenidos indican una clara asociación positiva entre la realización de gastos en I+D (variable identificada como I+D 0/1) o, en su caso, de innovaciones (INV 0/1), y la realización de exportaciones (PX 0/1). En el caso de las innovaciones, estimaciones complementarias indican que esa asociación positiva se da tanto para la innovación de producto como de proceso. Sin embargo, cuando se introduce como variable explicativa una variable continua que recoge la intensidad con la que la empresa lleva a cabo la estrategia innovadora, dicha asociación pierde significatividad. Un mayor compromiso en la estrategia innovadora, entendiendo como tal un mayor gasto en I+D en relación con las ventas, no aparece vinculado a un cambio en la pro-

CUADRO N.º 4

PROBABILIDAD EXPORTADORA E INNOVADORA

	VARIABLE DEPENDIENTE						
	PX (0/1)				*I+D (0/1)*		
I+D (0/1)	0,157 (10,9)						
INV (0/1)		0,096 (9,781)					
I+D			0,025 (0,15)				
I+D (>0)				–0,359 (0,936)			
PX (0/1)					0,141 (10,8)		
PX						0,173 (5,69)	
PX (>0)							0,050 (1,48)
Efectos:							
Sector	137,5	148,9	155,9	104,7	215,8	299,1	174,1
Tamaño	802,0	1.201,9	1.452,4	209,7	594,1	795,5	431,1
Tiempo	110,9	148,5	133,9	36,7	24,4	17,8	13,3
R^2 ajustado	0,760	0,740	0,715	0,792	0,394	0,418	0,595
Número de observaciones	14.988	14.773	14.988	5.234	14.988	14.988	8.202

Nota: Entre paréntesis *t-ratios* robustos a heterocedasticidad, Los efectos sectoriales, de tamaño y temporales se calculan mediante un test de Wald robusto a heterocedasticidad. Los valores críticos al 95 por 100 son respectivamente (grados de libertad entre corchetes): W[18]=28,9 W[6]=12,6.

babilidad de que la empresa exporte. Dicha asociación se vuelve incluso negativa, si bien en cualquier caso no significativamente distinta de cero, cuando la muestra analizada considera sólo aquellas empresas que tienen gastos en I+D.

Por lo que se refiere al efecto de la actividad exportadora sobre la innovadora, el fuerte punto de acumulación en el valor cero permite mantener una asociación positiva de la propensión exportadora (PX) sobre la probabilidad de innovar. Sin embargo, cuando la muestra se reduce a las empresas exportadoras (PX > 0), la asociación entre ambas pierde nuevamente significatividad, si bien no de forma tan radical como en el caso anteriormente comentado.

Por lo tanto, ambos resultados ponen de manifiesto una asociación positiva, que opera en ambos sentidos, entre ambas estrategias (exportar e innovar). Pero, al mismo tiempo, indican que el efecto de la realización de una estrategia sobre la otra no depende tanto de la intensidad con la que se lleva a cabo como del simple hecho de realizarla.

IV. LAS ESTRATEGIAS DE EXPORTACIÓN E INNOVACIÓN

1. Intensidad de las estrategias

La conclusión obtenida en el apartado anterior acerca de la clara asociación, en ambos sentidos, entre las decisiones de exportar e innovar se modifica cuando lo que se analiza es la intensidad con la que se llevan a cabo ambas estrategias. Esto es, cuando se condiciona al hecho de que las empresas exportan y/o innovan, y se eliminan por tanto los valores «cero» de la muestra. Naturalmente, las conclusiones que puedan establecerse ahora sólo son válidas para esas submuestras de empresas.

Los resultados del cuadro número 5 muestran, con matices, un efecto significativo de la intensidad innovadora sobre la vocación exportadora de la empresa. En particular, dicho efecto es más nítido cuando se permite que la variable explicativa adopte una forma continua, ya que cuando se trata de una variable dicotómica (0/1) el efecto discriminador que ésta introduce es escasamente significativo (en el caso de los gastos en I+D) o claramente no significativo (en el caso del resultado innovador). Por el contrario, cuando se considera la intensidad en el gasto en I+D los resultados muestran una clara asociación positiva. Dicha relación se mantiene ahora incluso cuando la muestra se reduce a aquellas empresas que innovan (I+D > 0) y que exportan (PX > 0) simultáneamente (8).

En el cuadro n.º 5 se ha incorporado una aproximación alternativa de la actividad innovadora que se refiere al capital tecnológico de la empresa, variable elaborada, como es habitual, a partir de la acumulación de los gastos en I+D que la empresa ha mantenido en el pasado (9). Los resultados vuelven a mostrar también en este caso una influencia positiva sobre la propensión exportadora.

Hay que señalar, además, que esta evidencia es consistente con la que se deriva de la EITE correspondiente a 1996, donde se indica que, para las empresas de más de 20 trabajadores que innovan —y que representan, según dicha encuesta, un 28,84 por 100 del total—, el porcentaje de la cifra de negocios debida a nuevos productos o productos sensiblemente mejorados en los últimos tres años fue de un 36,5 por 100. Sin embargo, ese porcentaje aumenta hasta el 48,7 por 100 cuando las ventas se circunscriben tan sólo a las exportaciones.

Por el contrario, ni la realización de exportaciones ni la importancia relativa que éstas supongan sobre las ventas de las empresas muestran efecto alguno sobre la intensidad con la que las empresas innovan, medida ésta a través de los gastos en I+D sobre ventas. Nótese que este resultado es el contrario al obtenido para el caso de la probabilidad de innovar.

Para profundizar en esta asociación, aparentemente asimétrica, entre ambas variables, se ha utilizado una vía de análisis complementaria, consistente en estudiar la distribución completa de cada una, condicionada a la realización o no de la otra estrategia. Así pues, no se trata ahora de analizar la asociación lineal entre ambas variables, sino de estudiar si difiere la distribución entre empresas de la propensión exportadora (o de la intensidad innovadora) cuando se condiciona a la realización o no de actividades de innovación (o de exportación). Para ello, se ha procedido a la estimación de funciones de densidad condicionales mediante técnicas no paramétricas. Además, dada la fuerte asociación que, como se ha señalado con anterioridad, existe entre cada estrategia y las características sectoriales y de tamaño de las empresas, la variable sobre la que se realiza el análisis de distribución se corresponde con la diferencia entre la propensión exportadora (o la intensidad innovadora) de la empresa y el valor medio de su sector y tramo de tamaño para el año de referencia de la información. Además, nótese que el hecho de

CUADRO N.º 5

EFECTOS SOBRE LA INTENSIDAD EXPORTADORA E INNOVADORA

	VARIABLE DEPENDIENTE							
	PX (0/1)					*I+D (0/1)*		
I+D(0/1)	0,018 (1,60)							
I+D		0,26 (3,23)						
I+D (>0)			0,24 (3,02)					
KTEC (>0)				0,00 (3,17)				
INV (0/1)					–0,002 (–0,195)			
PX(0/1)						0,00 (–0,90)		
PX							0,018 (0,927)	
PX (>0)								0,011 (1,166)
Efectos:								
Sector	188,0	190,5	171,5	145,2	193,4	169,7	163,9	151,6
Tamaño	34,3	40,0	42,9	21,4	40,9	14,0	21,6	20,0
Tiempo	144,6	146,0	122,6	162,1	137,0	6,6	6,6	9,4
R^2 ajustado	0,116	0,117	0,162	0,139	0,115	0,047	0,048	0,046
Número de observaciones	8.202	8.202	4.378	5.881	8.080	5.234	5.234	4.378

Nota: Ver cuadro n.º 4.

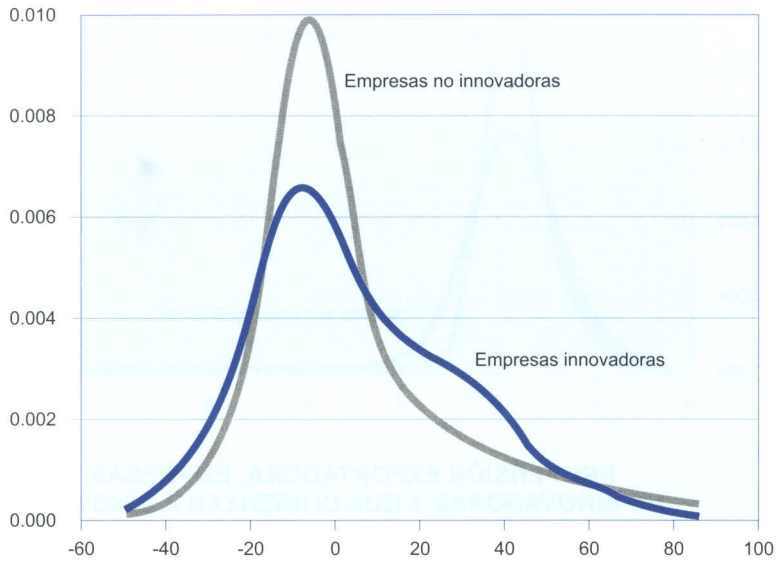
que cada una de las variables se exprese en diferencias (respecto a una media representativa) permite reducir notablemente el efecto de características no observadas, que frecuentemente van asociadas al sector en el que se compite o al tamaño de la empresa.

En el gráfico 2 se muestran, en primer lugar, las funciones de densidad de la propensión exportadora para el conjunto de empresas que realizan gastos en I+D de forma persistente durante el período 1990-1997, y para aquellas otras que no realizan gastos en I+D o los realizan de forma discontinua. Como puede apreciarse, si bien los valores medios resultan similares entre ambos grupos de empresas, el grado de dispersión es menor entre las no innovadoras. Esto es, las empresas no innovadoras tienden a presentar propensiones exportadoras situadas en valores más próximos al valor medio de su sector de actividad e intervalo de tamaño. Por el contrario, las empresas innovadoras mantienen mayores diferencias respecto a esa empresa «media» representativa con la que se efectúa la comparación. De hecho, el abultamiento que se observa en la parte positiva del eje horizontal indica que un importante grupo de empresas innovadoras mantiene diferencias positivas notables con respecto a las empresas de su mismo sector y tamaño.

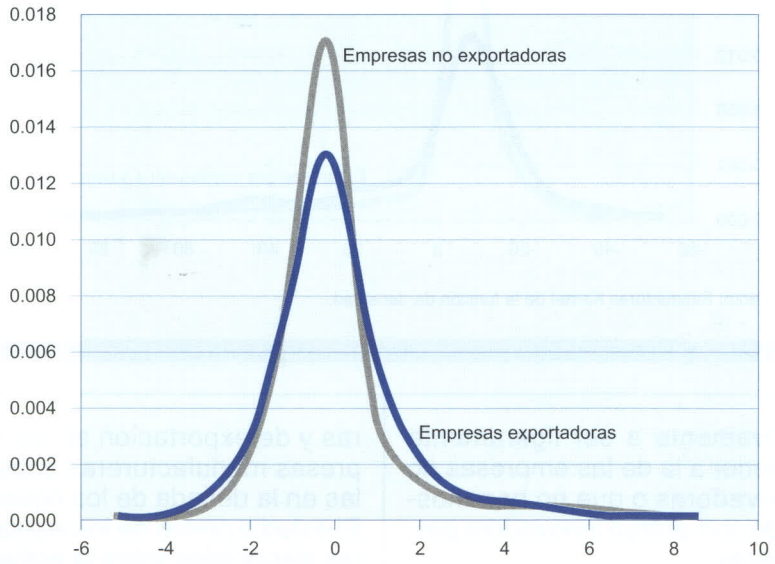
Estas diferencias entre grupos de empresas se reducen cuando de lo que se trata es de observar la intensidad tecnológica de las empresas exportadoras y no exportadoras. En el gráfico 2 se muestran también los resultados de la estimación de las funciones de densidad correspondientes. Como puede apreciarse, los resultados son nuevamente coherentes con los obtenidos para el caso de las estimaciones paramétricas. La dispersión observada en la intensidad de los gastos en I+D en relación con las ventas en aquellas empresas que no exportan, o que no lo hacen de forma persistente, vuelve a ser más reducida que en las que exportan. Sin embargo, en este caso, ambas distribuciones

GRÁFICO 2

PROPENSIÓN EXPORTADORA: EMPRESAS INNOVADORAS Y NO INNOVADORAS (*)



GASTOS EN I+D SOBRE VENTAS: EMPRESAS EXPORTADORAS Y NO EXPORTADORAS (**)



Nota: Estimadores Kernel de la función de densidad.
(*) Como empresas no innovadoras se consideran también aquellas que no innovan de forma persistente durante todo el período 1990-1997.
(**) Como empresas no exportadoras se consideran también aquellas que no exportan de forma persistente durante todo el período 1990-1997.

se revelan más similares, y no parecen existir diferencias apreciables.

La comparación de los resultados del estudio de la intensidad exportadora e innovadora con los obtenidos previamente para el caso de las probabilidades de exportar e innovar parecen definir cierta pauta de comportamiento para las empresas manufactureras españolas. Si se acepta que en una primera etapa las empresas deciden realizar o no la estrategia (exportar y/o innovar) y en una segunda etapa deciden acerca de la intensidad con la que la llevan a cabo (mayor o menor propensión exportadora e intensidad innovadora), la asociación que una decisión positiva sobre la realización de una estretagia mantiene sobre la decisión de realizar la otra estrategia se diluye cuando se pasa a la segunda etapa. En tal caso, sólo parece existir en el sentido de que una mayor intensidad innovadora afecta positivamente a una mayor orientación de la empresa por el abastecimiento a los mercados exteriores, pero no al contrario.

2. Entrada y causalidad

El análisis previo sobre la asociación entre la innovación y las exportaciones se ha centrado en la relación contemporánea entre ambas variables, si bien la consideración del capital tecnológico como variable explicativa implica considerar de algún modo la «historia» innovadora de la empresa. En cualquier caso, permanece la duda acerca de si existe realmente una relación de causalidad entre las exportaciones y la actitud innovadora de la empresa o si, por el contrario, se trata de decisiones que las empresas adoptan de forma simultánea. Para analizarlo, se ha

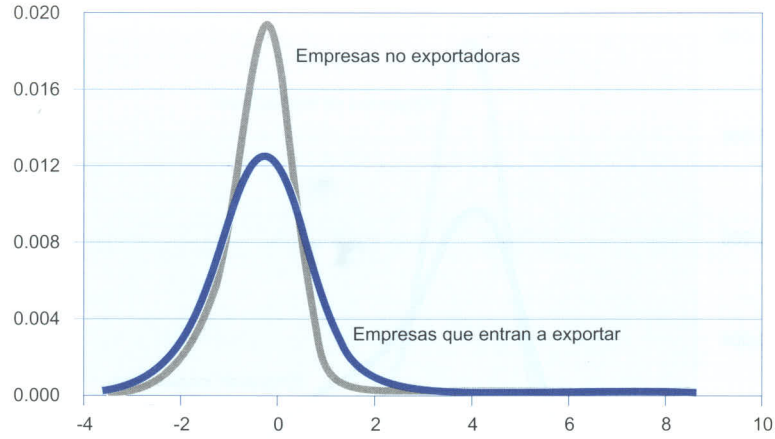
comparado a las empresas que han cambiado de estrategia a lo largo del período con aquellas otras que no lo han hecho, naturalmente tratando de controlar características adicionales que pueden haber condicionado tal decisión. En particular, características asociadas al tamaño de la empresa y al tipo de actividad principal que realiza.

Como se señaló en el apartado II, el abandono de la actividad exportadora ha sido una decisión muy infrecuente en el período analizado, ya que dicha situación sólo ha afectado a un 2 por 100 de las empresas. Por el contrario, un 15 por 100 de las empresas pequeñas y casi un 8 por 100 de las grandes han decidido entrar en los mercados de exportación sin que hayan salido de los mismos con posterioridad. Pues bien, como se muestra en el gráfico 3, la intensidad tecnológica de dichas empresas —medida nuevamente, para cada año, en relación con una empresa «media» de su sector de actividad y tramo de tamaño— parece ser sólo ligeramente superior a la de las empresas que no han entrado en los mercados de exportación. Este resultado es coincidente con el obtenido por Merino (1998), quien utiliza un análisis de regresión máximo verosímil en el que, además, se introducen otras variables explicativas de la decisión de la empresa de acceder a los mercados de exportación (10).

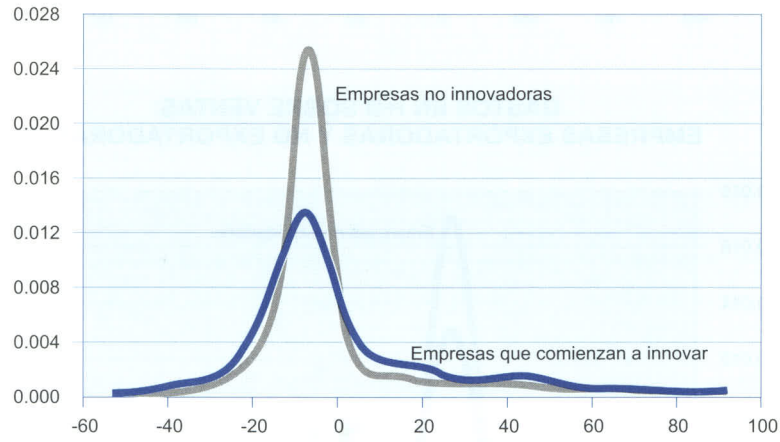
Esta asociación positiva con el grado de intensidad tecnológica, para el caso de las empresas que entran a realizar la estrategia, se presenta también para las empresas que han comenzado a innovar a lo largo del período y se han mantenido en dicha estrategia. En este último caso, como también puede observarse en el gráfico 3, la propensión exportadora de dichas empresas tiende nuevamente a ser ligeramente superior a la de las empresas no innovadoras o que no han mostrado una actitud innovadora persistente.

GRÁFICO 3

INTENSIDAD TECNOLÓGICA: EMPRESAS NO EXPORTADORAS Y QUE COMIENZAN A EXPORTAR



PROPENSIÓN EXPORTADORA: EMPRESAS NO INNOVADORAS Y QUE COMIENZAN A INNOVAR



Nota: Estimadores Kernel de la función de densidad.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha analizado la relación empírica existente entre las actividades innovadoras y de exportación de las empresas manufactureras españolas en la década de los noventa. El estudio previo de los indicadores disponibles sobre la actividad tecnológica de las empresas sugiere la conveniencia de emplear, de forma alternativa, distintas aproximaciones de la actividad innovadora. Las conclusiones obtenidas pueden sintetizarse en las siguientes.

1. En primer lugar, existe una clara asociación en la realización de ambas estrategias por parte de las empresas, independientemente de cómo se aproxime empíricamente la actitud innovadora de éstas. Esa relación, que opera en ambos sentidos, no está vinculada con el grado de intensidad en la estrategia respecto a la que se condiciona. Esto es, una mayor intensidad exportadora o una mayor intensidad innovadora no aparecen asociadas, respectivamente, con una mayor probabilidad de que la empresa innove o exporte.

2. En segundo lugar, la intensidad en la estrategia innovadora, bien aproximada por los gastos en I+D o bien teniendo en cuenta la *historia* innovadora de la empresa (capital tecnológico), aparece asociada con una mayor propensión exportadora en aquellas empresas que exportan. En cambio, dicha relación no opera en el sentido inverso. Estos resultados se refuerzan con el análisis gráfico de la distribución de ambas variables, medidas en relación con una empresa representativa.

3. Por último, las empresas que han comenzado a exportar o innovar a lo largo del período 1990-1997, y se han mantenido en dicha estrategia de forma persistente, tienden a tener una intensidad innovadora o una propensión exportadora, medida en diferencias respecto a una empresa representativa, ligeramente superior a la de aquellas empresas que no realizaron la estrategia correspondiente. Ello sugiere la presencia de una relación que va más allá de una mera asociación entre ambas variables, y sugiere profundizar en la relación dinámica entre ellas. En ese sentido, la aplicación de técnicas que tradicionalmente han ido dirigidas a las series temporales al análisis de datos de empresas aprovechando la disponibilidad de paneles con una creciente dimensión temporal (véase, por ejemplo, Toivanen y Stoneman, 1998), abre un campo de trabajo aún muy poco explorado.

NOTAS

(*) El autor agradece la financiación recibida del proyecto CICYT 97-1369, así como la ayuda de Sonia Ruano.

(1) Véase Grossman y Helpman (1995) para un análisis teórico pormenorizado de los efectos de la tecnología sobre el comercio, tanto cuando se considera a aquélla como un factor exogéno como cuando se entiende como un elemento vinculado al propio proceso de producción.

(2) Labeaga y Martínez (1994) realizan una aplicación de este modelo para la economía española en 1986, obteniendo evidencia a favor de la influencia positiva de las innovaciones sobre la propensión exportadora.

(3) En este caso, por ejemplo, la empresa es innovadora de producto si declara obtener alguna innovación de ese tipo en cualquier año del período 1990-1997.

(4) Incluso cabría hablar de un problema de frontera entre lo que constituye una innovación de producto y lo que es meramente una diferenciación del producto.

(5) No son aquí objeto de análisis las diferencias observadas entre los dos estratos de tamaño, que son esperables y han sido objeto de discusión en una amplia literatura en torno a la hipótesis shumpeteriana sobre el tamaño de la empresa como estímulo de la actividad innovadora.

(6) El hecho de que para obtener estos resultados se esté utilizando un panel completo de datos puede introducir algún sesgo de selección muestral. Esto es, la probabilidad de que una empresa que nunca exporte desaparezca podría ser mayor que la de una empresa que exporta, sesgando entonces a la baja el porcentaje observado de empresas del primer tipo. Sin embargo, es previsible que este sesgo sea reducido.

(7) Evidentemente, los casos *a)* y *b),* que son los que se identifican como los de entrada y salida en los mercados de exportación, respectivamente, pueden esconder situaciones del tipo *c)* que se obtendrían si se considerase un período más largo.

(8) En Moreno y Rodríguez (1998), puede verse una evaluación conjunta del efecto de las estrategias de diferenciación vertical y horizontal del producto sobre el valor esperado de la propensión exportadora.

(9) La variable de capital tecnológico se ha calculado siguiendo la tradición del trabajo de Griliches (1979) y suponiendo una tasa de depreciación anual del 20 por 100. Una explicación del procedimiento de construcción puede verse en García *et al.* (1998).

(10) En dicho trabajo, no cabe hablar de persistencia, ya que lo que se compara es la situación en 1996 de las empresas que en 1990 no eran exportadoras.

BIBLIOGRAFÍA

Acs, Z. J., y Audretsch, D. B. (1988), «Innovation in large and small firms: An empirical analysis», *American Economic Review,* 78, págs. 678-690.

Alonso, J. A. (1997), «Funciones de comercio: una nueva estimación», *Información Comercial Española.Revista de Economía*, 765, págs. 55-72.

Bloomfield, A. I. (1978), «The impact of growth and technology on trade in the nineteenth-century British thought», *History of Political Economy*, 10, páginas 608-635.

Braunerhjelm, P. (1996), «The relation between firm-specific intangibles and exports», *Economic Letters*, 53 (2), páginas 213-219.

Brouwer, E., y Kleinknecht, A. (1993), «Technology and a firm's export intensity: The need for adequate innovation measurement», *Konjunkturpolitik,* 39 (5), páginas 315-325.

Campa, J. M. (1998), «Hysteresis in trade: how big are the numbers?», *Documento de Trabajo 9.802*, PIE-FEP.

Carlin, W.; Van-Reenen, J., y Glyn, A. (1997), «Quantifying a dangerous obsession? Competitiviness and export performance in OECD panel of industries», *CEPR Discussion Paper,* 1.628.

Entorf, H., y Pohlmeier, W. (1990), «Employment, innovationd and export activity: Evidence from firm-level data», en Florens, J. P. *et al.* (eds.), *Microeconometrics: Surveys and Applications*, Blackwell, págs. 394-415.

Faberger, J. (1988), «International competitiviness», *The Economic Journal* , 98, páginas 355-374.

García, A.; Jaumandreu, J., y Rodriguez, C. (1998), «Innovation and jobs at the firm level», *Documento de Trabajo 9.810*, PIE-FEP.

Greenhalgh, C. (1990), «Innovation and trade performance in the United Kingdom», *The Economic Journal,* 100, páginas 105-118.

Griliches, Z. (1979), «Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth», *Bell Journal of Economics,* 10, páginas 92-116.

Grossman, G. M., y Helpman, E. (1995), «Technology and trade», *Handbook of International Economics,* III, páginas 1.279-1.337.

Hirsch, S., y Bijaoui, I. (1985), «R&D intensity and export performance: a micro view», *Weltwirtschaftliches Archiv,* 121, páginas 138-251.

Hughes, K. S. (1986), *Exports and technology,* Cambridge University Press.

INE (1998), *Encuesta sobre la innovación tecnológica en las empresas,* Madrid, Instituto Nacional de Estadística.

KUMAR, N., y SIDDHARTAN, N. S. (1994), «Technology, firm size and export behaviour in developing countries: the case of Indian enterprise», *Journal of Development Studies*, 32 (2), págs. 288-309.

LABEAGA, J. M., y MARTINEZ-ROS, E. (1994), «Estimación de un modelo de ecuaciones simultáneas con variables dependientes limitadas: una aplicación con datos de la industria española», *Investigaciones Económicas*, XVIII (3), páginas 465-489.

MERINO, F. (1998), «La salida al exterior de la PYME manufacturera española», *Información Comercial Española. Revista de Economía,* septiembre-octubre, páginas 13-24.

MORENO, L. (1998), «The determinants of Spanish industrial exports to the European Union», *Applied economics*, 29 (6), páginas 723-732.

MORENO, L., y RODRIGUEZ, D. (1998), «Diferenciación de producto y actividad exportadora de las las empresas manufactureras españolas, 1990-1996», *Información Comercial Española. Revista de Economía,* septiembre-octubre, páginas 25-35.

NARULA, R., y WAKELIN, K. (1998), «Technological competitiveness, trade and foreign direct investment», *Structural Change and Economic Dynamics*, 9 (3), páginas 373-87.

POSNER, M. V. (1961), «International trade and technological progress», *Oxford Economic Papers,* 13, págs. 323-341.

ROBERTS, M. J., y TYBOUT, J. R. (1997), «The decision to export in Colombia: An empirical model of entry with sunk costs», *American Economic Review*, 87, páginas 545-564.

ROPER, S. (1998), «Under-reporting of R&D in small firms: The impact on international R&D comparisons», *Small Business Economics*, 12, págs. 131-135.

TOIVANEN, O., y STONEMAN, P. (1998), «Dynamics of R&D and investment: UK evidence», *Economic Letters,* 58, páginas 119-126.

VERNON, R. (1966), «International investment and international trade in product cycle», *Quarterly Journal of Economics*, 80, páginas 190-207.

WAKELIN, K. (1998a), «The role of innovation in bilateral OECD trade performance», *Applied Economics*, 30 (10), páginas 1.334-46.

— (1998b), «Innovation and export behaviour at the firm level», *Research Policy*, 26 (7-8), págs. 829-841.

WILLMORE, L. (1992), «Transnationals and foreign trade: evidence from Brazil», *Journal of Development Studies*, 28 (2), páginas 314-335.

Resumen

En este trabajo se aporta nueva evidencia sobre la relación existente entre la actividad tecnológica de las empresas manufactureras españolas, aproximada a través de distintas variables del proceso innovador, y su presencia relativa en los mercados exteriores. La utilización combinada de técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas permite observar una asociación positiva entre la realización de ambas estrategias, e independiente de la magnitud. Sin embargo esta asociación sólo está presente, cuando se analizan aquellas empresas que exportan e innovan, desde la innovación hacia la exportación, pero no en el sentido contrario.

Palabras clave: innovación, exportaciones.

Abstract

In this study we furnish evidence about the relationship between the technological activity of the Spanish manufacturing companies, approached from different variables in the innovation process, and their relative presence in foreign markets. The combined use of parametric and non-parametric statistical techniques enables us to observe a positive connection between the implementation of both strategies, irrespective of size. This association is only present, however, when those exporting and innovating companies are analysed from the standpoint of innovation towards export, but not in the opposite direction.

Key words: innovation, exports.

JEL classification: F14, L60, O30.

III. NATURALEZA E IMPACTO DE LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

PATRONES DE INNOVACIÓN EN LA EMPRESA ESPAÑOLA: UN DATO PARA LA POLÍTICA TECNOLÓGICA

Antonio FONFRÍA MESA (*)

I. INTRODUCCIÓN

La capacidad de la política tecnológica para influir en el sistema innovador de un país depende crucialmente de, al menos, tres factores. El primero de ellos es el monto de recursos que destina a esta labor. Sin una aportación financiera suficiente, los resultados que se pueden esperar de cualquier política que tenga cierta ambición de incidir en la capacidad, orientación y desarrollo de las actividades tecnológicas de las empresas u otros agentes serán necesariamente limitados. El segundo tiene que ver con la concepción que se tenga de la innovación tecnológica. En este sentido, un concepto amplio, que recoja la diversidad de situaciones, opciones de los agentes y formas de acercarse a la generación e introducción de novedades en el sistema productivo, y por tanto en el mercado, permitiría captar una amplia diversidad de aproximaciones desde el terreno de la política tecnológica. El tercero se refiere al conocimiento de los comportamientos de aquellas empresas que son especialmente dinámicas en el terreno de la innovación tecnológica, esto es, las empresas innovadoras. Desde este último punto de vista, es extremadamente complejo encontrar un denominador común que aglutine los comportamientos de las firmas y que, a su vez, sirva de punto de referencia o guía para la política tecnológica. Este último aspecto es el que se va a desarrollar en las páginas que siguen. Así, tomando como punto de partida la conceptualización de la innovación tecnológica y sus características desde la perspectiva evolucionista (Nelson y Winter, 1982; Dosi, 1988 y 1991), se tratará de analizar de qué manera éstas se expresan en los comportamientos de un conjunto de empresas innovadoras españolas. De forma más concreta, se trata de obtener unos patrones de innovación de empresas cuya base se encuentra en el reconocimiento de la complejidad de comportamientos que subyace en el terreno de la innovación. Los resultados que se obtengan de este análisis permitirán una aproximación de la política tecnológica más cercana a la realidad de los comportamientos de las empresas innovadoras y, por lo tanto mejorará la posibilidad de diseñar instrumentos adecuados para los objetivos que se persigan.

El apartado II considera algunos aspectos conceptuales relativos a la innovación tecnológica y a los patrones de innovación de las empresas; en el III, se realiza el análisis empírico, que llevará a la obtención de los patrones de innovación; el apartado IV se dedica a la discusión de las posibilidades que se abren a la política tecnológica como consecuencia de los resultados obtenidos; el último de los apartados recoge las principales conclusiones.

II. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y LOS PATRONES DE INNOVACIÓN

Tal y como proponen Kline y Rosenberg (1986: 302), «la innovación es inherentemente incierta, en algún modo desordenada, realizada sobre los sistemas más complejos conocidos y sujeta a cambios de distinto tipo y en diferentes lugares dentro de la propia organización de la innovación», lo cual destaca el comportamiento hasta cierto punto impredecible de la innovación tecnológica. Es decir, la incertidumbre es un rasgo asociado a los procesos de innovación, lo que permite hablar de la existencia de oportunidades que se crean y se destruyen y que en términos schumpeterianos, hacen posible el avance hacia la generación de novedades. Y es desde esta perspectiva desde la que la teoría evolucionista de la innovación tecnológica caracteriza los elementos que componen dicha complejidad.

Por un lado destaca el *carácter específico y tácito* de la tecnología para las empresas, lo cual implica la difícil y costosa transmisión de ésta entre ellas. Si bien es cierto que una parte de la tecnología puede ser considerada como información —es decir, fácilmente accesible por otras empresas o agentes— otra, no lo es, ya que incluye la parte no codificable o tácita (Cantwell, 1995), que se encuentra en los equipos y personas individuales. Igualmente, la investigación en actividades formales de I+D no es la única vía para obtener innovaciones, ya que se puede considerar la existencia de un «continuo» que iría desde la I+D altamente formalizada hasta los procesos más informales de *learning by doing*, el diseño, la ingeniería, etc. Esto supone que las

fuentes o bases del conocimiento (1) son múltiples y, como destaca Orsenigo (1989), son también altamente complementarias (2).

Una tercera característica fundamental de la tecnología, muy relacionada con la anterior, es el papel que juega el *aprendizaje como vía de acumulación* de los conocimientos. Así, la continuidad en los procesos de innovación tecnológica permite la acumulación de experiencias que, a su vez, facilitan la posibilidad de obtener nuevas innovaciones. Es decir, lo que las empresas sean capaces de hacer en el futuro depende de lo que han sido capaces de realizar en el pasado (Dosi y Soete, 1988, y Dosi, 1988).

De todo lo anterior surge una elevada diversidad (3), en los comportamientos innovadores de las firmas, debido a la distinta organización de la innovación dentro de ellas, lo que sugiere la existencia de diferentes *patrones* de innovación de *empresas* (Pavitt, 1984). Patrones que surgen del reconocimiento de distintas *trayectorias* y *paradigmas* tecnológicos (4) que influyen en la dirección que toman las innovaciones, y que tienen su expresión sectorial en los denominados regímenes tecnológicos (Orsenigo, 1989).

Tomando como base estos conceptos, se pueden concretar dos aspectos adicionales a los ya analizados. En primer lugar, las *oportunidades tecnológicas*, que definen la facilidad con la que se pueden alcanzar las innovaciones con un conjunto dado de recursos, en relación con el potencial que incluye cada paradigma tecnológico. Así, unas mayores oportunidades tecnológicas implican un mayor incentivo a realizar actividades de investigación y desarrollo (5). En segundo lugar, las *condiciones de apropiación* (6) de los resultados de la innovación, que están presentes en los primeros pasos de cualquier decisión de realizar actividades innovadoras, ya que las rentas de cuasi-monopolio que se pueden obtener de las innovaciones pueden diluirse a causa de problemas de apropiación, véase Scherer y Ross, 1990.

La elaboración de taxonomías de empresas o patrones de innovación a partir de estos elementos constituye una forma adecuada para, por un lado, reducir la complejidad en el análisis de los comportamientos empresariales y, por otro, servir de guía en la toma de decisiones de los *policy makers*. Así, Un patrón de innovación puede definirse como la agrupación de un conjunto de empresas que comparten características comunes en sus formas de actuación en el ámbito tecnológico. Las características definitorias presentes en los patrones de innovación son las que se han expuesto y que, por lo tanto, reflejarán el distinto énfasis que las firmas hacen en la orientación de sus actividades innovadoras.

Los trabajos empíricos acerca de los patrones de innovación son bastante escasos, aunque cabe distinguir dos líneas diferenciadas de investigación entre ellos. La primera, marcada por el clásico trabajo de Pavitt (1984) sobre taxonomías de empresas, uniéndose a él los estudios de Archibugi, Cesaratto y Sirilli (1991) y De Marchi, Napolitano y Taccini (1996). En todos ellos la unidad de análisis es la empresa innovadora y utilizan, fundamentalmente, variables relativas a las fuentes de las distintas tecnologías —internas y externas y, dentro de estas últimas, el papel de los usuarios, proveedores y el sector público—, el tipo de usuario en términos de su mayor o menor sensibilidad a los precios o a los resultados, el tipo de trayectoria tecnológica sectorial, la orientación hacia las innovaciones de proceso o de producto, el tamaño de las empresas innovadoras y la intensidad y dirección de la diversificación tecnológica (horizontal y vertical).

Un segundo tipo de trabajos empíricos acerca de los patrones de innovación son los que están en la línea de los modelos schumpeterianos y tratan de analizar hasta qué punto se dan en la realidad económica los dos modelos de innovación inspirados en Schumpeter (1943): el denominado *Schumpeter Mark I,* o modelo amplio, y el *Schumpeter Mark II,* o modelo profundo (7). Las características de ambos modelos las desarrollan Malerba y Orsenigo (1990, 1995 y 1996) y Fonfría y Granda (1999). En este caso, el tipo de análisis es diferente, ya que se utiliza una clasificación según tecnologías —y no según sectores y empresas como en los análisis de corte Pavittiano—, lo cual impide la realización de comparaciones directas, ya que es necesario tener en cuenta esta diferencia. Por otra parte, utilizan variables relativas a la concentración y diversidad de las actividades tecnológicas de las firmas, su tamaño, los cambios habidos en el tiempo en la jerarquía de innovadores y la relevancia de los nuevos innovadores en relación con los ya establecidos, es decir, la entrada en el mercado. Por último, el análisis se realiza para varios países y no para un país en particular. Esta última característica hace mucho más difícil utilizar datos homogeneos a escala de empresa, lo cual supone una pérdida de profundidad en los resultados, a cambio de una mayor «universalidad» de los mismos.

Para el caso español, el número de estudios acerca de

los patrones de innovación de empresas y sectores, es muy reducido, destacando los de Buesa y Molero (1992), Molero y Buesa (1996), Zubiaurre (1997), Pomares (1998) y Fonfría (1998) para empresas y, el de Urraca (1997) para sectores. El tipo de variables que utilizan son relativas al tamaño y propensión exportadora de las empresas, los resultados de la innovación y la autonomía tecnológica en productos y procesos, las formas de generación —experiencia, cooperación, I+D, diseño e ingeniería— y apropiación de la tecnología —secretos propiedad industrial y regularidad en la innovación—, el tipo de actividades de I+D que realizan las firmas —aplicada, desarrollo tecnológico, adaptación de tecnologías y cooperación con otras empresas— y, por último, realizan una aproximación a los sectores típicos de cada uno de patrones que obtienen.

III. PATRONES DE INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS INNOVADORAS ESPAÑOLAS

La información que sirve de base para el análisis empírico se refiere a una encuesta (8) enviada a las empresas que participaron entre 1984 y 1994 en proyectos financiados por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) —encuesta IAIF-CDTI en adelante (9). Las principales características tecnológicas de las empresas se muestran en el cuadro número 1, y pueden resumirse como sigue:

• Hay un elevado porcentaje de empresas que realizan esfuerzos en actividades de I+D superiores al 3 por 100 de sus ventas. Este resultado es de gran importancia, ya que tres cuartas partes de la muestra esta compuesta por firmas de tamaño inferior o igual a 250 trabajadores, lo cual supone la existencia de un conjunto de empresas de tamaño mediano y pequeño que se muestran dinámicas en las actividades innovadoras (10).

• El tipo de innovaciones obtenidas por las empresas de la muestra es de carácter incremental, tanto en lo que se refiere a los procesos como a los productos, orientándose la innovación de manera más acusada hacia la obtención de productos nuevos (11). Estos resultados son algo inferiores a los obtenidos por Círculo de Empresarios (1995), aunque en este caso las empresas analizadas son de un tamaño medio mucho más elevado.

• Finalmente, las empresas innovadoras protegen sus resultados fundamentalmente a través de las patentes y las marcas, con una intensidad semejante, relegando a un segundo plano a los modelos de utilidad y los dibujos industriales.

CUADRO N.º 1

ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS

Tipo de actividad	*Actividades*	*Porcentaje de empresas (a)*	*Porcentaje de empresas (b)*
Esfuerzo en.....	I+D	95,1	47,4 (c)
	Otras actividades innovadoras	58,3	49,9 (c)
Innovaciones obtenidas.....	Radical de producto	38,5	
	Imitativa de producto	68,4	52,7 (d)
	Incremental de producto	69,2	
	Radical de proceso	19,3	37,6 (e)
	Incremental de proceso	56,1	
Protección a través de.....	Patentes	38,7	32,1 (f)
	Modelos de utilidad	19,4	32,2 (f)
	Marcas	43,7	32,3 (f)
	Dibujos industriales	11,2	24,5 (f)

Notas:
(a): Porcentaje sobre el total de la muestra;
(b): Porcentaje sobre las que realizan cada actividad;
(c): Porcentaje de empresas que dedican más del 3 por 100 de sus ventas a I+D u otras actividades innovadoras;
(d): Porcentaje de empresas que introducen más de un 25 por 100 de nuevos productos como porcentaje de sus ventas;
(e): Porcentaje de empresas que introducen más de un 25 por 100 de nuevos procesos como porcentaje de sus ventas;
(f): Porcentaje de empresas que han registrado 5 o más patentes, modelos de utilidad, marcas y dibujos industriales en los últimos cinco años.
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta IAIF-CDTI.

Centrándonos ya en la estimación de los patrones de innovación de las empresas, se ha procedido a instrumentar un esquema analítico con tres pasos sucesivos. El primero de ellos es la agrupación de las variables (12) relativas a las distintas características de la innovación tecnológica en conjuntos expresivos de cada una de ellas. Con el fin de obtener la mayor información posible de cada conjunto de variables, se ha procedido a realizar tantos análisis factoriales como conjuntos se han seleccionado. Posteriormente, se ha realizado un conjunto de análisis *cluster*, que permite agrupar las empresas en función de los factores obtenidos en el paso anterior. Los resultados del análisis factorial se muestran en el cuadro n.º 2.

Respecto a la primera de las características analizadas —*las bases del conocimiento de las empresas*—, se han obtenido dos factores que destacan, por un lado, la base más tácita del conocimiento y, por otro, la más codificable, explícita o formal. Esta distinción ha sido señalada por numerosos autores —Rosenberg (1982), Brooks (1994), o Cantwell (1995), entre otros— y muestra la estrecha relación que existe entre ambos conceptos y el tipo de actividades que recoge cada uno de ellos. La interpretación del primer factor expresa no sólo la importancia diferencial de actividades como el diseño, la ingeniería o el desarrollo de aquellas otras que se han denomi-

CUADRO N.º 2

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE LOS FACTORES OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS FACTORIALES

Características de la tecnología y la innovación tecnológica	*Interpretación de los factores obtenidos*
Bases del conocimiento Autovalor 1 = 2,538 Autovalor 2 = 1,263 Porcentaje acumulado de varianza explicada = 54,3	1. Componente tácito (experiencia, diseño, ingeniería, desarrollo) 2. Componente explícito y formal (Importancia de la I+D y actividades de aplicada y básica)
Orientación y objetivos de las actividades innovadoras Autovalor 1 = 4,059 Autovalor 2 = 2,010 Autovalor 3 = 1,197 Porcentaje acumulado de varianza explicada = 72,7	1. Procesos como objetivo (mejoras y desarrollo de procesos y adaptación de tecnología) 2. Productos como objetivo (Desarrollo y mejora de productos) 3. Introducción de novedades en los mercados (tanto de proceso como de producto)
Esfuerzo innovador Autovalor 1 = 1,876 Autovalor 2 = 1,116 Porcentaje acumulado de varianza explicada = 74,8	1. Esfuerzo en I+D (personal y gasto en I+D) 2. Esfuerzo en otras actividades innovadoras (personal y gasto en otras actividades innovadoras)
Colaboración en las actividades de innovación Autovalor 1 = 1,668 Autovalor 2 = 1,036 Porcentaje acumulado de varianza explicada = 54,1	1. No empresarial-baja (OPIS, usuarios y no colaboración) 2. Empresarial (proveedores y otras empresas)
Formas de apropiación y protección de los resultados de la innovación Autovalor 1 = 3,956 Autovalor 2 = 1,360 Autovalor 3 = 1,163 Autovalor 4 = 1,003 Porcentaje acumulado de varianza explicada = 74,8	1. Estrategia de patentes (nº de patentes y modelos y su importancia) 2. Estrategia de diseño (nº de dibujos y su importancia) 3. Estrategia de imagen corporativa (nº de marcas y su importancia) 4. Estrategia interna de secretos y regularidad innovadora (importancia de secretos y regularidad)

Nota: No se incluye el origen de las tecnologías de proceso y de producto, ya que no se ha utilizado en los análisis factoriales.

nado más formales o explícitas —I+D, investigación básica e investigación aplicada—, sino que incide en el valor de la experiencia como «otra fuente del conocimiento» para las empresas, que no se diferencia del resto. Esto es, aquel camino de acumulación de conocimientos muy específicos y de difícil transferencia que obtienen las firmas a través de los equipos humanos y de su trabajo continuado. Esta visión implica que sea necesario considerar lo tácito —aproximado a través de la experiencia— de manera explícita como forma de enriquecimiento de las actividades innovadoras, es decir, como un activo más de las empresas.

Sin embargo, debido a la elevada interrelación existente entre ambas formas de acumulación de los conocimientos, esta distinción es cada vez más difusa. Ello no obsta para que se trate de indagar en el papel que juega cada uno de estos factores en las formas de innovar de las empresas, aunque su interpretación esté sujeta a ciertas cautelas. Una de las más subrayadas por la literatura es la referida a la doble dirección entre los desarrollos científicos —normalmente más explícitos y formales— y los tecnológicos —con una mayor carga de aspectos tácitos—, tanto en términos de posibilidades que se abren mutuamente como en la complementariedad (13) entre ambos en muchos campos tecnológicos (véase Brooks, 1994, para una amplia exposición de este aspecto).

La siguiente característica es la *orientación y los objetivos de las actividades innovadoras* de las empresas, que trata de destacar los distintos resultados —en términos de procesos productivos y productos— que se obtienen de estas actividades. Se ha incluido una variable que expresa la dirección que previamente se marcan las empresas hacia determinado tipo de innovaciones, bien de proceso bien de producto; es decir, una variable pura de estrategia que refleja la importancia de los objetivos de las actividades innovadoras.

Los resultados obtenidos en los tres factores constatan la coherencia de los planteamientos iniciales de las empresas en cuanto a la orientación de sus actividades innovadoras hacia fines concretos, pero no así la realidad de los resultados que obtienen, considerada a través de la introducción *efectiva* de innovaciones en los mercados. Por una parte, dos de los factores expresan los objetivos claramente diferenciados hacia la consecución de procesos y de productos de manera separada. Sin embargo, el tercer factor muestra que, finalmente, las empresas no distinguen entre la introducción en los mercados de novedades de proceso o de producto. La explicación a esta situación plantea la existencia de dos planos de actuación diferentes en las firmas. Por un lado, el plano de los deseos, objetivos y aspectos planificables y, por otro, el de la irrelevancia de aquéllos mientras se puedan obtener resultados novedosos de cualquier tipo susceptibles de mejorar las ventas, los activos o cualquier otra función objetivo de las empresas.

La tercera característica que se trata en los análisis factoriales realizados es la relativa al *esfuerzo innovador* que realizan las empresas. Los dos factores obtenidos expresan claramente la diferencia entre el esfuerzo en actividades de I+D y el dedicado a otro tipo de actividades innovadoras. A priori podría pensarse que estos factores muestran una diferencia en cuanto al grado de formalización de los esfuerzos innovadores que se realizan, pero quizá sea más correcto interpretarlos como explicativos de las diferentes maneras de realizar estas actividades, ya que, como se ha expuesto, las posibilidades de orientación de los esfuerzos en innovación son múltiples.

La cuarta característica que se considera se refiere a las *formas de colaboración* que utilizan las empresas en la realización de sus actividades innovadoras. Dos son los factores obtenidos en este caso. Uno en el que la colaboración se centra en el papel que juegan los usuarios —por ejemplo, en la determinación de características de productos— y los organismos públicos de investigación (OPIS) como las universidades u otros centros públicos de investigación. Junto a ellas, aparece la no colaboración como variable a destacar.

Pues bien, este factor puede ser interpretado como forma de colaboración no empresarial, debido al peso de las relaciones con los OPIS y los usuarios. Puede resultar paradójica la existencia de una variable representativa de la ausencia de colaboración, pero su papel en este punto es altamente aclaratorio. Así, esta variable permite tener una visión cualitativa de en cuál de los dos factores obtenidos el grado de relaciones de colaboración es más elevado (14). El segundo factor muestra la relevancia de las relaciones con otras empresas y con los proveedores, por lo que se le ha denominado de colaboración empresarial.

Hay que destacar que en ambos casos se encuentra una relación tanto hacia adelante como hacia atrás —es decir, vertical— en términos del tipo de institución y su localización dentro de la cadena de actividades de la empresa (sería el caso de los proveedores y OPIS como eslabón de la cadena hacia atrás, y los usua-

rios hacia adelante). El caso de la colaboración con otras empresas no es tan claro de interpretar, ya que puede ser horizontal —si la/s empresa/s con las que se colabora no están incluidas en las relaciones de producción directas de la empresa— o vertical si, a su vez, es un usuario o proveedor de la firma.

Finalmente, la última de las características analizadas —las distintas *formas de protección y apropiación de los resultados de la innovación*— muestra la existencia de una estrategia conjunta de protección-apropiación de las innovaciones, ya que aparecen unidos tanto el número de activos registrados como la importancia que las firmas otorgan a éstos en cada uno de los tres primeros factores. Este resultado indica que ambos aspectos han de ser tratados de manera conjunta, ya que son dos aproximaciones a una misma idea: la de preservar de la competencia las innovaciones conseguidas. No obstante, existe una elevada semejanza entre la importancia que las empresas conceden a las distintas formas de protección y las vías de apropiación que utilizan (15), lo cual indica una elevada coherencia en este aspecto del comportamiento innovador por parte de las firmas (16). Los cuatro factores obtenidos, relativos a las patentes, el diseño, la imagen corporativa y la regularidad y secretos como estrategias de preservar los resultados innovadores, presentan una característica muy significativa que permite diferenciarlos en dos subconjuntos. En el primero de ellos se incluirían los tres primeros factores mencionados, que tienen en común el uso de instituciones externas a la empresa —como son las oficinas de patentes— para lograr su objetivo de protección-apropiación. El segundo lo conforma el último factor, que expresa una estrategia más interna o íntima de la empresa, sin que se realice ningún tipo de operación a través del mercado (17). En otras palabras, podría decirse que las firmas son capaces de internalizar su estrategia de protección-apropiación sin tener que recurrir al uso de instituciones ajenas a ellas.

A continuación se ha realizado un conjunto de análisis *cluster* (18) que han dado como resultado óptimo seis grupos de empresas, es decir, seis patrones de innovación diferentes. Estos patrones se caracterizan a continuación, en términos de: las variables de estructura de las empresas —tamaño, origen del capital social y edad— y las variables que expresan las actividades tecnológicas e innovadoras a través de las cuales se han conformado los distintos patrones. Los resultados, en términos de la posición relativa respecto al valor medio de cada factor en cada uno de los grupos o patrones encontrados se muestra en el cuadro n.º 3.

Comenzando por el patrón A -empresas medianas de capitales independientes nacionales-, éste se caracteriza por estar formado por empresas de tamaño mediano, nacidas a finales de los años sesenta y que no pertenecen a grupos empresariales. Por lo que respecta a su estrategia de protección-apropiación de los conocimientos, se orienta hacia las patentes y la imagen corporativa, lo cual denota una relevancia acusada del uso de fuentes externas —oficinas de patentes— para mantener las ventajas generadas. La base fundamental del conocimiento se centra en el aspecto más tácito de éste, destacando también la reducida importancia relativa de las bases explicito-formales, lo cual confiere a este patrón un rasgo distintivo claramente delimitado frente al resto. Por cuanto se refiere a la colaboración con otros agentes en la realización de actividades de innovación, las firmas incluidas en este patrón no muestran ninguna predisposición a ésta, ni realizan un esfuerzo innovador destacable, generando de manera interna la mayor parte de su tecnología.

Por su parte, el patrón B —*grandes empresas nacionales altamente innovadoras*— incluye firmas con un tamaño elevado, nacidas alrededor de finales de los años cincuenta —son las más antiguas— y pertenecientes a grupos de capital privado nacional, siendo el más dinámico en el terreno innovador. Este patrón muestra una estrategia de protección-apropiación de los resultados innovadores muy intensa en todos los aspectos contemplados, lo cual denota la importancia de las ventajas tecnológicas para las firmas. Es, además, el único patrón para el cual las bases del conocimiento tanto tácitas como explícitas tienen una relevancia superior a la media del conjunto. Sin embargo, no ocurre lo mismo con respecto a las actividades de colaboración, en las que se muestran alrededor de la media.

El esfuerzo innovador que realizan las empresas pertenecientes a este patrón es muy relevante tanto en las labores de I+D, como en otras actividades innovadoras, siendo el único en el que se presenta esta situación. Al igual que en el caso anterior, las tecnologías utilizadas por las empresas de este patrón son generadas básicamente por ellas mismas, aunque con una intensidad algo más acusada en lo referente a las tecnologías de proceso, lo cual se plasma en una orientación también intensa en sus objetivos innovadores hacia los procesos, rasgo que aparece igualmente en otros patrones,

CUADRO N.º 3

RESULTADOS DEL ANÁLISIS *CLUSTER*: CARACTERIZACIÓN DE LOS PATRONES TECNOLÓGICOS

Características	*Factores*	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
ESTRUCTURA	Tamaño	M	G	G	P	P	M/G
	Edad	1969	1959	1960	1968	1973	1967
	Grupo	No	Pr/n	Pr/n/m	No	No	No/Pr/n/pb
PROTECCIÓN/APROPIACIÓN DE RESULTADOS	Patentes	++	++	-	=	-	=
	Diseño	-	++	=	—	—	—
	Imagen Corp.	+	+	=	=	-	-
	Estrat. interna	-	+	-	-	-	++
BASES DEL CONOCIMIENTO	Tácito	++	++	-	-	—	=
	Explicito-formal	—	+	—	+	—	+
COLABORACIÓN	No empresarial	-	=	—	=	—	+
	Empresarial	—	=	+	=	—	+
ORIENTACIÓN Y OBJETIVOS	Procesos obj.	=	+	+	+	—	-
	Productos obj.	=	-	++	—	—	+
	Introd. innovac.	+	+	—	=	—	+
ESFUERZO INNOVADOR	En I+D	=	++	-	—	—	=
	En otras actividades	—	+	—	++	—	++
ORIGEN DE LAS TECNOLOGÍAS	De proceso	+Prop	++Prop	Pro/adq	+Prop	+Prop	+Prop
	De producto	+Prop	+Prop	+Adq	+Prop	Pro/a	+Prop

Leyenda: ++: Muy alta; +: Alta; =: Media; -: Baja; —: Muy baja.
Nota: P: Pequeñas; M: Medianas; G: Grandes; No: No pertenece a grupo empresarial; Pr/n: Pertenece a grupo de capital nacional; Pr/m: Pertenece a grupo de capital multinacional; Prop: Propio; Adq: Adquirido.
Patrón A: Empresas medianas de capitales independientes nacionales (nº de empresas, 125); Patrón B: Grandes empresas nacionales altamente innovadoras (nº de empresas, 30); Patrón C: Grandes empresas de grupos multinacionales y empresas públicas (nº de empresas, 98); Patrón D: Pequeñas empresas de alta intensidad innovadora (nº de empresas, 74); Patrón E: Pequeñas empresas de baja intensidad innovadora (nº de empresas, 97); Patrón F: Grupo mixto (nº de empresas, 121).
Fuente: Elaboración propia.

pero que no va acompañado de una intensidad tan elevada.

El tercer patrón, el C —*empresas de grupos multinacionales y empresas públicas*—, presenta un tamaño elevado, con una edad media de primeros de los años sesenta y pertenecientes a grupos de capital tanto público nacional como multinacional. Su estrategia de protección-apropiación es media o baja en todos los factores, lo cual indica que o bien no obtienen resultados innovadores con la suficiente entidad como para que merezcan una atención especial en este aspecto, o bien, dado el carácter de las empresas de este patrón, su estrategia de protección viene marcada desde otros ámbitos —sería el caso de las filiales de multinacionales— o no se guían por parámetros similares a los de las empresas privadas —el caso de las firmas de capital público.

Este patrón muestra, además, una posición relativa por debajo de la media tanto en las bases del conocimiento como en el esfuerzo innovador. Esto puede ser una de las causas de la reducida importancia que muestran las estrategias de protección-apropiación. Sin embargo, los objetivos de sus actividades innovadoras se muestran muy claramente definidos, ya que es el único patrón caracterizado por una orientación clara hacia la introducción tanto de procesos como de productos nuevos. Aquí es necesario referirse nuevamente a la composición del capital de este patrón, ya que los objetivos tecnológicos pueden estar muy influidos por las políticas de la empresa matriz o del Estado. Respecto al origen de las tecnologías, es el único patrón que se muestra más dependiente de la adquisición de tecnologías de proceso, observándose además una colaboración empresarial por encima de la media del conjunto, rasgos que llevan de nuevo a tener en consideración el origen del capital de las firmas.

El patrón D —*pequeñas empresas de alta intensidad innovadora*— está constituido por firmas de tamaño reducido, nacidas a fi-

nales de los años sesenta y no pertenecientes a grupos empresariales. En términos generales, este patrón muestra una estrategia de protección-apropiación de los resultados innovadores centrada en las patentes y la imagen corporativa, aunque en ambos casos de manera poco acusada. No obstante, las bases del conocimiento más formales, junto con una orientación clara hacia la obtención de nuevos procesos y un elevado esfuerzo innovador en actividades distintas de la I+D, otorgan a las firmas de este patrón una capacidad relevante en el terreno tecnológico.

El quinto patrón E —*pequeñas empresas de baja intensidad innovadora*— está compuesto por las empresas más jóvenes, de tamaño reducido e independientes. Se muestran por debajo del resto de los patrones en todos los aspectos relativos a sus actividades tecnológicas, y el origen de su tecnología de producto es parcialmente adquirido.

Finalmente, el patrón F es un g*rupo mixto* entre el patrón de las empresas medianas de capitales independientes y el de grandes empresas altamente innovadoras. Está formado por empresas de tamaño mediano-grande, nacidas a mediados de los sesenta, que o bien no pertenecen a un grupo o pertenecen a grupos de capital privado y público nacional. Algunos rasgos diferenciadores de este patrón respecto de los dos mencionados son los relativos a una más acusada estrategia interna de proteción-apropiación de los resultados de la innovación, al igual que una elevada colaboración con otros agentes en las labores innovadoras y una clara orientación hacia los nuevos productos como objetivo de sus actividades tecnológicas.

La existencia de un patrón como éste demuestra la elevada complejidad de la organización de las actividades innovadoras, que lleva a la aparición de comportamientos híbridos de difícil clasificación.

IV. LA POLÍTICA TECNOLÓGICA Y LOS PATRONES DE INNOVACIÓN

Desde el punto de vista de la política tecnológica, es necesario distinguir entre las oportunidades, los recursos y los incentivos del proceso innovador (Metcalfe, 1995).

Las oportunidades tecnológicas reflejan los aspectos institucionales y técnicos, mientras que los incentivos están unidos a las condiciones de apropiación y protección de los resultados derivados de la innovación y a las exigencias de la demanda, y los recursos tienen que ver más directamente con la capacidad financiera y la cualificación y habilidades de los trabajadores. Estos tres aspectos, junto con unos objetivos claramente delimitados, son básicos a la hora de instrumentar acciones de política tecnológica coherentes. Yendo más lejos, la consideración de la naturaleza acumulativa de actividades innovadoras debería imponer cierta disciplina de continuidad en la política, de manera que las expectativas y comportamientos de las empresas incluyan el marco institucional derivado de las actuaciones y objetivos de la política tecnológica.

Obviamente, las asimetrías de información afectan también a los organismos encargados de guiar la política, por lo que han de considerarse como limitaciones. Por ello, el estudio de los patrones de innovación permite un conocimiento más adecuado de los comportamientos tecnológicos de las firmas, y puede generar ciertas ventajas de información que mejoren las posibilidades de éxito de aquella.

Teniendo en consideración los aspectos mencionados y el análisis realizado, dos son las vertientes básicas que se proponen de la política tecnológica (19) orientada a las empresas innovadoras: la genérica y la específica. Respecto de la primera, se distinguen varias posibilidades. Por un lado, el impulso a la generación de tecnologías de corte horizontal que permitan su adaptación por parte de las firmas hacia aquellos aspectos en los que estén especializadas. Esto disminuiría los costes de aprendizaje, reduciendo el tiempo necesario para conseguir niveles adecuados de conocimientos para su aplicación al proceso productivo y garantizaría una difusión más amplia de las tecnologías, con los consiguientes efectos externos positivos. Un segundo tipo de medidas genéricas tiene que ver con la creación de consorcios de empresas y entidades públicas de investigación que dediquen esfuerzos a la generación de conocimiento científico y tecnológico orientado hacia fines concretos en un estadio precompetitivo, y que posteriormente pudiese desarrollarse en las firmas para su aplicación a problemas específicos. Esta línea de actuación, con fomento y participación del sector público, supondría un acicate a la colaboración empresarial a través de, por ejemplo, la creación de *joint ventures*. La tercera línea se refiere al impulso del esfuerzo innovador. Las fórmulas tradicionales —subvenciones, créditos blandos, etc.— se han mostrado insuficientes, salvo excepciones (20), en el fomento los esfuerzos en innovación de las empresas. Quizás ello se deba a la visión que tienen las empresas de las

ayudas públicas como sustitutivas, y no complementarias, de las inversiones en innovación, es decir, a la existencia de cierto grado de sustitución de recursos privados por públicos. Por este motivo, la co-financiación de proyectos innovadores puede ser una forma de elevar el esfuerzo innovador —posiblemente el papel del capital riesgo sea aquí de especial relevancia—, y de imprimir una dinámica positiva de nacimiento de empresas innovadoras. Finalmente, y como objetivo de especial relevancia, el fomento de la participación de las empresas en entornos competitivos de orden internacional, con un doble objetivo: primero, ampliar la base de oportunidades a través de la colaboración con firmas de otros países, y segundo, obtener un conocimiento profundo de las tecnologías en desarrollo que permita una proyección de las empresas en el largo plazo a través de la generación de ventajas tecnológicas capaces de competir con las de los rivales de otros países.

Por lo que respecta a las medidas de corte específico, el análisis realizado permite tener una idea de cuáles serían las posibilidades abiertas a la política tecnológica en función de la organización interna de las actividades de innovación de las empresas, de sus fortalezas y debilidades. Así, es posible derivar algunos objetivos específicos para los patrones obtenidos en términos de los principales aspectos que han sido tratados.

Una primera propuesta se refiere a las estrategias de protección-apropiación de los resultados innovadores. Tal y como subraya Buesa (1994), es necesaria una mayor información sobre los sistemas de propiedad industrial ya que, como se ha visto, únicamente dos de los seis patrones muestran una tendencia acusada al uso de registro de activos como estrategia para limitar la disipación de sus ventajas, y un tercer patrón se centra básicamente en estrategias de orden interno —secretos industriales y acumulación, fundamentalmente. Dos son las cuestiones que pone de relieve esta situación. La primera tiene que ver con la imperfección del sistema de registro de activos, lo cual puede suponer su menor utilización relativa por la mayor parte de los patrones, y la segunda, la naturaleza de las innovaciones obtenidas, que pueden no ser susceptibles de patentarse.

En segundo lugar, sería necesario el fomento a la creación de activos específicos de tipo tácito —por ejemplo, estabilidad en los equipos de investigación— que generara en las empresas activos de difícil transmisión y alta especialización en labores que requieren de cualificaciones elevadas. Esto permitiría, enlazando con el punto anterior, que las posibilidades de dispersión de las ventajas obtenidas se redujeran, así como la posibilidad de aprovechar el *know-how* acumulado en el tiempo, lo que, a su vez, es un estímulo a la obtención de innovaciones en el futuro.

El tercer aspecto que se plantea se refiere a las orientaciones de las actividades innovadoras de las firmas. Como se ha constatado en el análisis previo, en varios de los patrones la introducción de novedades en los mercados muestra cierta distancia con las estrategias iniciales de las empresas. Por ello, parece necesario que, independientemente de los objetivos que se marcan éstas —que, obviamente, han de pertenecer a su estrategia—, el sector público pueda aportar, al menos, dos ingredientes básicos para una adecuada orientación de la innovación empresarial. El primero, unido a la asesoría e información sobre las complementariedades tecnológicas y las nuevas oportunidades que puedan observarse desde el ámbito más general de la evolución de las tecnologías de aplicación tanto horizontal como específica o vertical; y el segundo, relativo a las transformaciones de la demanda y su composición tecnológica.

Finalmente, los aspectos de corte estructural ponen de manifiesto los distintos comportamientos de las empresas pertenecientes a los patrones caracterizados por un peso más acusado de capitales públicos y multinacionales. En este sentido, un adecuado tratamiento de este tipo de agentes empresariales pasa por ofrecerles incentivos diferenciados respecto a las empresas de capitales privados nacionales, ya que sus comportamientos se muestran claramente diferenciados. En esta línea, el estímulo a la generación propia de tecnologías dentro del territorio nacional puede ser de una especial importancia. Por lo que respecta al tamaño y la edad de las empresas, se ha mostrado que las de menor dimensión y más jóvenes requieren de una atención mayor debido al carácter incipiente de su actividad innovadora. Es aquí donde el papel de las administraciones públicas puede ser de una relevancia especialmente acusada, ya que el futuro de estas firmas y la posibilidad de reforzar el tejido de las empresas innovadoras pasa por incentivar el nacimiento y adecuado desarrollo de sus actividades, unido a lo que se viene exponiendo en los párrafos anteriores.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo, se han tratado de analizar dos aspectos re-

lativos a la innovación tecnológica: los comportamientos de las empresas innovadoras españolas, a través de la idea de patrones de innovación, y las aproximaciones de política tecnológica que, a partir de aquéllos, puedan ser las más adecuadas. Los resultados obtenidos pueden resumirse como sigue:

1. La conceptualización evolucionista de la tecnología y de la innovación tecnológica permite una caracterización ordenada de las distintas aproximaciones que las empresas realizan a las actividades innovadoras que desarrollan. Más aún, permite delimitar aspectos que se han mostrado muy útiles para definir tanto los comportamientos empresariales como las posibilidades abiertas a la política tecnológica. Por otra parte, la estimación de los patrones de innovación de las empresas sugiere que la complejidad observada en los comportamientos tecnológicos de éstas se puede estudiar a través de un conjunto relativamente reducido de características, y que una clara delimitación de los subconjuntos de firmas aporta una visión simplificada de la realidad susceptible de ser utilizada desde diferentes ámbitos, y en particular desde la óptica de la política tecnológica.

2. Los factores derivados del análisis realizado muestran la relevancia de las fuentes del conocimiento, las estrategias de protección y apropiación de los resultados innovadores, los esfuerzos destinados a la innovación y la generación propia de las tecnologías en la delimitación de los patrones de innovación. Junto a estos aspectos, la ausencia de colaboración en las actividades innovadoras y la presencia de planos diferenciados en lo tocante a los objetivos y orientación de la innovación perfilan unos comportamientos que exigen una respuesta igualmente selectiva desde la política tecnológica.

3. Finalmente, los objetivos de la política en el terreno tecnológico pasan por tener en consideración dos planos: el genérico y el específico. En el primero, las líneas de actuación irían por cuatro caminos diferentes: el fomento de la generación de tecnologías de corte horizontal, el apoyo a la colaboración en la innovación, un incremento del esfuerzo innovador acusado y la participación en entornos internacionales de elevado dinamismo tecnológico. Por lo que se refiere a medidas de corte específico, se trata de mejorar el conocimiento de los sistemas de protección y apropiación de resultados, tanto internos como externos a las empresas, el fomento a la creación de activos específicos que mejoren la posición de las firmas en el medio y largo plazo, la generación de sistemas de información adecuados para orientar las estrategias y objetivos de la innovación y, finalmente, políticas diferenciadas en función del tamaño y el tipo de capital mayoritario de las firmas.

NOTAS

(*) Este artículo se basa en una investigación dirigida por los profesores Mikel Buesa y José Molero, y financiada por el CDTI, a quienes agradezco la posibilidad de utilizar la información. También he de dejar constancia de la ayuda recibida de la Fundación del Banco Herrero.

(1) El término base del conocimiento que se utiliza es el que propone Dosi (1988: 1126): «el conjunto de *inputs* de información, conocimiento y capacidades de que los inventores se nutren en su búsqueda de soluciones innovadoras».

(2) Evidencia empírica de esta complementariedad puede encontrarse en Pavitt (1984) y Freeman (1988), entre otros.

(3) Un análisis pormenorizado de estas características puede encontrarse en Nelson y Winter (1982), Rosenberg (1982) o Sahal (1985), entre otros.

(4) Para una definición de ambos conceptos, pueden consultarse, entre otros, Nelson y Winter (1977), Saviotti y Metcalfe (1984), Sahal (1981 y 1985), Freeman y Pérez (1988) y Dosi (1982).

(5) Como apunta Dosi (1988), las oportunidades tecnológicas varían entre los sectores y en el tiempo. Por su parte, Rosenberg (1982) destaca la influencia de las variables institucionales en la definición de las oportunidades.

(6) Aunque el tratamiento teórico distingue entre la apropiación de los resultados innovadores y las formas de protección de éstos, no parece que sea posible trazar una línea divisoria entre ambos, ya que la capacidad de apropiación está sujeta a las formas posibles de protección. Por esto aquí se tratará como una elección estratégica conjunta. Obviamente, ésta depende de la capacidad de los distintos mecanismos de protección para evitar que otras empresas puedan realizar comportamientos oportunistas. A modo de ejemplo, si el sistema de patentes es muy imperfecto, tenderá a ser sustituido por formas de protección que no requieran de instituciones ajenas a la propia empresa, como por ejemplo los secretos industriales.

(7) Tal y como describen Malerba y Orsenigo (1996), el modelo amplio se caracteriza por una especialización tecnológica internacional asociada a unos grados de diversidad relativamente altos entre los innovadores, una elevada entrada de nuevos innovadores y un tamaño medio pequeño. Mientras que el modelo profundo está caracterizado por una especialización tecnológica internacional relativamente estable con un conjunto de innovadores también relativamente estable, y de tamaño elevado.

(8) El título de la investigación en que se basa este trabajo es «Análisis y evaluación de la actividad del CDTI (1984-1995)», dirigida por los profesores José Molero y Mikel Buesa. El objetivo de esta investigación era la evaluación de la actuación del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) durante los años 1984 a 1995. Los resultados del análisis se encuentran en Molero, Buesa, Fernández y Jiménez (1995). También pueden consultarse algunos resultados de parte de la información en Buesa y Molero (1996 y 1998), Molero y Buesa (1996) y Fonfría (1997 y 1998). Una explotación estadística de los datos está en Molero *et al.* (1997).

(9) La encuesta fue enviada a 1.354 empresas, de las cuales se obtuvo contestación válida para 545 de ellas, lo que supone una tasa de respuesta del 40,25 por 100 e implica un margen de error del ± 3,31 por 100 con un intervalo de confianza del 95,5 por 100.

(10) Véanse Buesa y Molero (1998) y Fonfría (1998) para una amplia descripción de las características de las empresas asociadas a su tamaño.

(11) Se ha calculado el índice de orientación de la innovación propuesto por Kabla (1994), obteniéndose un valor de –0,5, lo cual indica la reducida radicalidad de las innovaciones y su mayor orientación hacia los productos.

(12) En el anexo 1 se muestra el conjunto de las variables utilizadas en el análisis.

(13) Pomares, Rodríguez y Aguado (1997) han encontrado rasgos de complementariedad en estas actividades para el ca-

so de empresas andaluzas. Por otro lado, URRACA (1997) muestra que este rasgo se da igualmente para un importante conjunto de los sectores industriales españoles.

(14) Efectivamente, es sintomático que esta variable acabe unida al factor de colaboración menos utilizado tradicionalmente por las empresas españolas.

(15) Los coeficientes de correlación entre ambos conjuntos de variables son significativos para cualquier combinación de ellas que se elija.

(16) Aunque el procedimiento de cálculo es en parte distinto, BUESA y MOLERO (1992) obtienen un factor claramente explicativo de la configuración de la apropiación del conocimiento técnico.

(17) Obviamente, nos estamos refiriendo a las oficinas de patentes u organismos privados o públicos ajenos a las empresas. Esta apreciación no incluye, por tanto, los contratos intraempresa por los que un trabajador se compromete a guardar un secreto industrial.

(18) El tipo de análisis *cluster* utilizado es el denominado de *K-means,* que permite seleccionar el número de grupos. Para elegir la composición final del número de *clusters,* se ha procedido a realizar un análisis discriminante, estudiando la composición que maximiza el porcentaje de empresas correctamente clasificadas dentro de cada grupo. Para un detalle mayor de la técnica utilizada, véase FONFRÍA (1998).

(19) Un análisis pormenorizado de la política tecnológica española puede encontrarse en BUESA (1994). Para un estudio regional, pueden consultarse BUESA (1998) y FONFRÍA *et al.* (1998).

(20) Un ejemplo de las excepciones puede consultarse en FONFRÍA (1996), referido al Programa de modernización Industrial de la Comunidad de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

ARCHIBUGI, D.; CESARATTO, S., y SIRILLI, G. (1991), «Sources of innovative activities and industrial organization in Italy», *Research Policy*, n.º 20. págs. 299-313.

BROOKS, H. (1994), «The relationships between science and technology», *Research Policy*, n.º 23, págs. 477-486.

BUESA, M. (1994), «La política tecnológica en España: Una evaluación en la perspectiva del sistema productivo», *Información Comercial Española*, n.º 726, páginas 161-182.

— (1998), I+D e innovación tecnológica en las regiones españolas, *Documento de Trabajo,* n.º 13, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.

BUESA, M., y MOLERO, J. (1992), *«Patrones del cambio tecnológico y política industrial»*, IMADE-Civitas, Madrid.

— (1996), «Patterns of technological change among spanish innovative firms: The case of the Madrid region», *Research Policy,* n.º 25, págs. 647-663.

— (1998) «Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española», *Información Comercial Española*, número 773, octubre págs. 155-173.

CANTWELL, J. (1995) «Multinational corporations and innovatory activities», en Molero, J. (ed.) *Technological Innovation and New International Competitiveness. The Case of Intermediate Countries*, Harwood Academic Publishers. Reading, páginas 21-58.

CÍRCULO DE EMPRESARIOS (1995), *Actitud y comportamiento de las grandes empresas españolas ante la innovación*, Círculo de Empresarios, Madrid.

DE MARCHI, M.; NAPOLITANO, G., y TACCINI, P. (1996), «Testing a model of technological trajectories», *Research Policy*, n.º 25, páginas 13-23.

DOSI, G. (1982), «Technological paradigms and technological trajectories: Asuggested interpretation of the determinants and directions of technical change», *Research Policy,* n.º 11 (3), págs. 147-162.

— (1988), «Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, septiembre, págs. 1120-1171.

— (1991), «Perspectives on evolutionary theory», *Science and public policy,* volumen 18, n.º 6, págs. 353-361.

DOSI, G., y SOETE, L. (1988), «Technical change and international trade», en Dosi, *et al., Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, páginas 401-431.

FONFRÍA, A. (1996), «Factores organizativos en el desarrollo tecnológico de las PYMES. Una aplicación a partir del programa de modernización industrial», *Economía Industrial*, n.º 30, págs. 163-172.

— (1997), «Factores tecnológicos y estructurales explicativos de la internacionalización de las empresas innovadoras», Instituto de Análisis Industrial y Financiero, *Documento de Trabajo,* n.º 4.

— (1998), *Patrones de innovación e internacionalización de las empresas innovadoras españolas*, tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

FONFRÍA A., y GRANDA, I. (1999), «Regímenes tecnológicos schumpeterianos: Un análisis a través de las patentes en los EE.UU.», ponencia presentada al *II Encuentro de Economía Aplicada,* Universidad de Zaragoza, 3-5 de junio.

FONFRÍA *et al.* (1998), «La política científica y tecnológica en las regiones españolas», *Documento de Trabajo,* n.º 10, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.

FREEMAN, Ch. (1988), «Introduction», en Dosi, *et al., Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, páginas 1-8.

FREEMAN, Ch., y PÉREZ, C. (1988), «Structural crisis of adjustment business cycles and investment behaviour», en DOSI, *et al., Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, páginas 38-66.

KABLA, I. (1994), «Un indicateur de l´innovation: le brevet», *Economie et Statistique,* números 275-276, mayo-junio, páginas 113-129.

KLINE, S., y ROSENBERG, N. (1986), «An overview of innovation», en National Academy of Enginering, *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, The National Academic Press, Washington DC.

MALERBA, F., y ORSENIGO, L. (1990), «Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the italian case», en HEERTJE, A., y PERLMAN, M. (eds.), *Evolving technology and market structure*, Ann Arbor, Michigan University Press.

— (1995), «Schumpeterian patterns of innovation», *Cambridge Journal of Economics*, n.º 19, págs. 47-65.

— (1996), «Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific», *Research Policy*, n.º 25, págs. 451-478.

METCALFE, S. (1995), «The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives», en STONEMAN, P. (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change,* Blackewll Handbooks in Economics, Oxford, págs. 409-511.

MOLERO, J., y BUESA, M. (1996), «Innovatory activity in spanish firms: Regular versus occasional patterns», ponencia presentada en *International Conference on Management an New Technologies,* Madrid, 12-14 de junio.

MOLERO, J. *et al.* (1997), «La innovación tecnológica en la empresa española. Resultados de la Encuesta IAIF-CDTI (1995)», *Documento de Trabajo,* n.º 5, *Instituto de Análisis Industrial y Financiero*, Universidad Complutense de Madrid.

MOLERO, J.; BUESA, M.; FERNÁNDEZ, C. M., y JIMÉNEZ, J. C. (1995), «Evaluación de la actuación del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial», *Instituto de Análisis Industrial y Financiero*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, U.C.M. (mímeo).

NELSON (1981), «Research on productivity growth and productivity difference: Dead ends and new departures», *Journal of Economic Literature*, n.º 19, septiembre. páginas 1029-1064.

NELSON, R., y WINTER, S. (1977), «In search of a useful theory of innovations», *Research Policy*, vol. 6, págs. 36-77.

— (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press.

ORSENIGO, L. (1989), *The Emergence of Biotechnology*, Printer Publishers, Londres.

PAVITT, K. (1984), «Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a

theory», *Research Policy*, vol. 13, páginas 343-374.

POMARES, I. (1998), *Comportamientos innovadores de las empresas industriales en Andalucía*, Ed. Civitas.

POMARES, I.; RODRIGUEZ, J., y AGUADO, R. (1997), «An analysis of R&D activities using multivariate analysis and qualitative response models», ponencia presentada las *IV Jornadas RICTES*, 6 y 7 de noviembre, Universidad Complutense de Madrid.

ROSENBERG, N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press.

SAHAL, D. (1981), *Patterns of Technological Innovation*, Addison Wisley, Nueva York.

— (1985), «Technology guide-posts and innovation avenues», *Research Policy*, número 14, págs. 61-82.

SAVIOTTI, P. P., y METCALFE, J. (1984), «A theorethical approach to the construction of technological output indicators», *Research Policy*, n.º 13, págs. 141-151.

SCHERER, F. M., y ROSS, D. (1990), *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Houghton Mifflin Company, Boston.

SCHUMPETER, J. A. (1943), *Capitalism, socialism, and democracy*, Hutchinson, Londres.

URRACA, A. (1997), *Determinantes de la actividad innovadora en la industria española en el marco de los patrones de innovación*, tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de Toledo.

ZUBIAURRE, A. (1997), «Regímenes tecnológicos en las empresas innovadoras vascas», ponencia presentada las *IV Jornadas RICTES*, 6 y 7 de noviembre, Universidad Complutense de Madrid.

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	*Descripción*	*Tipo de variable*
* Tamaño	Hasta 50; de 51 a 250; de 251 a 500; más de 500 trabajadores	Discreta, 4 categorías
* Edad	Año de creación de la empresa	Continua
* Origen del capital	No pertenece a un grupo; pertenece a un grupo empresarial de capital: privado, nacional, público, extranjero	Discreta, 4 categorías
* Sector	Actividad según CNAE	Agregada en 21 sectores
* Origen de la tecnología de producto	Propia, mixta, desarrollos propios más/menos/igual importancia cuantitativa que las adquisiciones externas	Discreta, 5 categorías
* Origen de la tecnología de proceso	Propia, mixta, desarrollos propios más/menos/igual importancia cuantitativa que las adquisiciones externas	Discreta, 5 categorías
* Esfuerzo en I+D	Gasto en I+D respecto a las ventas	Discreta, 4 categorías
* Esfuerzo en otras actividades innovadoras	Gastos en actividades innovadoras respecto a las ventas	Discreta, 4 categorías
* Importancia de los objetivos de las actividades innovadoras	Desarrollo de nuevos productos, mejoras de productos, adapatación de tecnologías adquiridas, desarrollo de nuevos procesos, mejora de procesos	Cada una de ellas discreta, con 6 categorías
* Papel de los usuarios	Importancia de éstos en las actividades innovadoras de la empresa	Discreta, 6 categorías
* Papel de los proveedores	Importancia de éstos en las actividades innovadoras de la empresa	Discreta, 6 categorías
* Importancia del tipo de actividad de I+D	Investigación básica, aplicada, desarrollo tecnológico	Cada una de ellas discreta, con 6 categorías
* Importancia de la colaboración con otros agentes	No colabora; colabora con OPIS; colabora con otras empresas	Cada una de ellas discreta, con 6 categorías

ANEXO 1 (conclusión)

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	*Descripción*	*Tipo de variable*
* Nuevos productos y procesos obtenidos en los últimos 5 años	Productos totalmente nuevos en el mercado mundial, procesos de producción totalmente nuevos en el mercado mundial, productos nuevos para la empresa pero no para el mercado, productos sustancialmente modificados, procesos de producción sustancialmente modificados	Cada una de ellas discreta, con 2 categorías
* Personal dedicado a actividades de I+D	Menos de 10, de 10 a 24, de 25 a 100, más de 100	Discreta, 4 categorías
* Importancia de las distintas fuentes de la tecnología propia	Actividades de I+D, diseño industrial, ingeniería de producción, experiencia de la empresa	Cada una de ellas discreta, con 6 categorías
* Propiedad industrial	Número de patentes, modelos de utilidad, registro de marcas, registro de dibujos industriales	Continua
* Importancia de la protección de la tecnología a través de...	Patentes, modelos de utilidad, marcas, dibujos industriales, procedimientos para mantener secretos industriales, regularidad en la innovación	Cada una de ellas discreta, con 6 categorías
* Inversiones directas en el exterior	Sí/No	Discreta, con 2 categorías
* Filiales comerciales	Nº de países en los que posee filiales exclusivamente comerciales	Continua
* Filiales de producción	Nº de países en los que posee filiales de producción	Continua
* Exportaciones	Sí/No	Discreta, con 2 categorías
* Intensidad en la exportación	Propensión exportadora mayor o menor del 25 por 100 de las ventas	Discreta, con 2 categorías
* Concesión de licencias a empresas de otros países	Si/No	Discreta, con 2 categorías
* Prestación de asistencia técnica a empresas de otros países	Sí/No	Discreta, con 2 categorías
* Propiedad de centros de I+D en otros países	Sí/No	Discreta, con 2 categorías
* Participación en programas internacionales de I+D	Sí/No	Discreta, con 2 categorías

Fuente: Encuesta IAIF-CDTI.

ANEXO 2

CORRESPONDENCIA CON LA CNAE-74 DE LOS SECTORES DE LA ENCUESTA

Número de empresas	*SECTORES DE LA ENCUESTA*	*CNAE-74*
21	Agricultura y pesca	01, 02, 03, 05 y 06
9	Energía	11, 12, 13 y 15
29	Minerales y productos derivados	21 y 24
41	Industria química	25 excepto 254 y 255
33	Industria farmacéutica	254 y 255
18	Productos metálicos	31
64	Maquinaria y equipos mecánicos	32
25	Maquinaria y material eléctrico	34
35	Industria electrónica	33 y 35
24	Instrumentos de precisión	39
16	Industria del automóvil	36
9	Otro material de transporte	38
61	Industria alimentaria	41/42
15	Textil, confección, piel y calzado	43 y 45
14	Papel y edición	47
20	Industria del caucho y plástico	48
14	Otras manufacturas	49
14	Servicios comerciales	61, 62, 63 y 64
63	Servicios a otras empresas	84
15	Otros servicios	93 y 94
5	No clasificadas	—

Resumen

En este artículo se realiza un análisis de los patrones de innovación de las empresas innovadoras españolas y, a partir de los resultados obtenidos, se trata de estudiar las opciones que se abren para la política tecnológica.

Palabras clave: empresas innovadoras, innovación tecnológica, política tecnológica, patrones de innovación.

Abstract

In this article we examine the patterns of innovation of innovative Spanish companies, and from the results obtained we set out to study the options that lie open to techonological policy.

Key words: innovative companies, technological innovation, technological policy, patterns of innovation.

JEL classification: O32.

FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN CON CAPITAL RIESGO

José MARTÍ PELLÓN (*)

I. INTRODUCCIÓN

PARA el propósito de este trabajo, se entiende por innovación el proceso consistente en convertir ideas en productos o servicios, nuevos o mejorados, que tengan aceptación en el mercado (1). El logro de la financiación necesaria para el desarrollo de dicho proceso se ve obstaculizado por la mayor incertidumbre sobre los resultados a alcanzar, en comparación con otros proyectos de inversión que lleva a cabo una empresa. Este es el argumento que justifica la existencia de programas de apoyo público a la financiación de la innovación.

La mayor parte del volumen de fondos públicos dedicados a esta actividad suele centrarse en facilitar el acceso al endeudamiento a largo plazo a las empresas innovadoras. Sin embargo, este artículo está enfocado hacia la financiación de la innovación con recursos propios a través de la actuación de unos inversores, generalmente privados, que pretenden la participación temporal en el capital de empresas que no tienen acceso a los mercados de valores.

Esta fórmula, conocida como capital riesgo, o *venture capital,* tiene su origen en los años cuarenta en Estados Unidos (Dominguez, 1974), iniciándose su implantación en Europa, con algunas excepciones, a mediados de la década de los años setenta (Coutarelli, 1977). En Estados Unidos, la actividad desarrollada por este tipo de inversores se concentra en el apoyo a empresas en crecimiento o en proceso de puesta en marcha.

El objetivo de este artículo consiste en evaluar la viabilidad del capital riesgo como instrumento para financiar la innovación en Europa y en España, estimando el efecto de programas públicos de incentivos orientados a facilitar el acceso a esta fuente financiera por parte de empresas innovadoras. Para ello, en el segundo apartado se analiza el grado de implicación real del capital riesgo en la financiación de la innovación en Europa y España, en relación con Estados Unidos, desde una doble perspectiva: la importancia relativa de las inversiones de capital riesgo en sectores con mayor contenido tecnológico y el peso de su participación en empresas en etapas iniciales.

Ante el diferente grado de implicación observado, el tercer apartado describe las causas que explican las desviaciones observadas en el uso de un mismo concepto entre Europa y España, por un lado, y Estados Unidos, por otro. Para ello, se evalúa tanto la perspectiva de los inversores, la rentabilidad final de las operaciones, como las condiciones requeridas por el entorno para el normal funcionamiento de esta actividad financiera.

En el cuarto apartado se exponen los diferentes caminos que se han utilizado, por parte de la Comisión Europea y de los estados miembros, ante el convencimiento del papel de las pequeñas y medianas empresas (PYME) como motores de la innovación (2), y el reconocimiento a las especiales dificultades que éstas afrontan para captar financiación a largo plazo (3) para incentivar la participación de los operadores de capital riesgo en la financiación de la innovación.

Dada la conveniencia de introducir algún sistema público de incentivos, en el quinto apartado se plantea un modelo de simulación de la relación coste-eficacia de los distintos mecanismos posibles. Para su desarrollo, se utilizan datos ciertos sobre las rentabilidades obtenidas en el pasado por inversores de capital riesgo en operaciones de arranque de empresas innovadoras en España. A partir de la agregación de estas operaciones en carteras representativas de hipotéticos fondos de capital riesgo, dedicados en exclusiva a dicha actividad, se simulan los resultados de los diferentes sistemas de incentivos planteados. Con ello, se pretende observar los efectos diferenciales de los distintos programas, así como las variaciones marginales, producidas en los resultados derivadas de la aplicación de cada uno de ellos, ante cambios en los parámetros del sistema elegido. El fin último es promover un uso eficiente de los recursos públicos para favorecer la financiación de la innovación con capital riesgo.

Finalmente, se recogen las conclusiones alcanzadas en el trabajo, tanto en lo relativo a la auténtica implicación del capital riesgo en la financiación de la innovación como en lo concerniente a las vías más idóneas para promover su utilización a medio y largo plazo.

II. UTILIZACIÓN DEL CAPITAL RIESGO PARA FINANCIAR LA INNOVACIÓN: PANORAMA INTERNACIONAL

La actuación de los operadores de capital riesgo en Europa ha seguido una trayectoria muy diferente de la observada en Estados Unidos. Mientras que una parte significativa de los recursos de capital riesgo asignados en este último país se destinan a la financiación de la innovación, reconociéndose un efecto relevante sobre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) (4), en Europa los inversores se han concentrado en operaciones menos arriesgadas en empresas no cotizadas de gran dimensión.

Para apoyar esta afirmación, es posible mostrar la vinculación del capital riesgo en la financiación de la innovación por dos caminos:

- Observando el peso de las inversiones en empresas englobadas en los sectores identificados como de mayor contenido tecnológico, independientemente de su estado de desarrollo en el momento de la entrada del inversor de capital riesgo.

- Identificando la importancia relativa de las inversiones en empresas en etapas iniciales (*seed*, *start-up* y *other early stages*) frente a la intervención en empresas consolidadas.

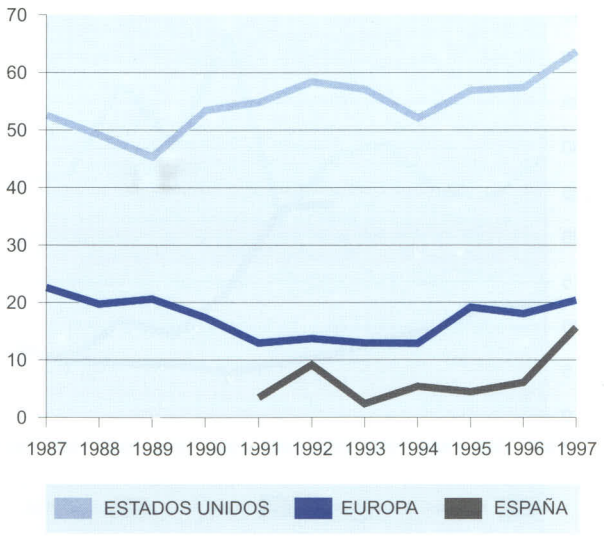
En relación con el primer punto, a partir de los desgloses sectoriales habituales en los estudios que recogen la evolución de la actividad inversora de los operadores de capital riesgo (5), se identificaron las inversiones realizadas en los siguientes sectores: comunicaciones, informática, otros relacionados con la electrónica, biotecnología/ingeniería genética y automatización industrial/robótica. El gráfico 1 muestra el peso relativo de las inversiones de capital riesgo, en los sectores mencionados, en Estados Unidos, Europa y España.

Los operadores americanos destinaron más de la mitad de los recursos asignados cada año a los sectores mencionados, mientras que la media europea tan sólo en contados años se acercó al 20 por 100. La concentración de este tipo de inversiones en España siempre se situó por debajo de la media europea, registrándose un mayor acercamiento en 1997 por el peso de algunas inversiones importantes en empresas relacionadas con la informática y las telecomunicaciones.

Repitiendo la misma agrupación para el número de operaciones realizadas, el peso de las inversiones contabilizadas en Estados Unidos en estos sectores fue superior al 70 por 100 en la década de los noventa (Venture Economics, 1998), con la única excepción del año 1996, mientras que los porcentajes registrados en el conjunto de los países europeos oscilaron entre el 20 y el 30 por 100 (European Venture Capital Association, 1993-1998; European Venture Capital Association, 1987-1992). La implicación de los inversores españoles fue siempre muy inferior a la media del conjunto de los países europeos, con valores próximos al 10 por 100, con la excepción del 16,4 por 100 registrado en 1997.

En relación con el segundo punto, la financiación de la innovación también se fomenta promoviendo un aumento en el ritmo de creación de empresas. La participación en proyectos empresariales que todavía afrontan riesgos tecnológicos (financiación semilla), o para apoyar la estructura financiera de empresas que están iniciándose en el proceso de producción y distribución (financiación de arranque, en sentido amplio), permite aumentar la demanda de tecnología. Esta actitud facilita la adopción de enfoques innovadores por parte de empresarios que no siempre desarrollan de forma

GRÁFICO 1
INVERSIONES DE CAPITAL RIESGO EN LOS SECTORES CON MAYOR CONTENIDO TECNOLÓGICO
(En porcentaje del volumen de inversión)



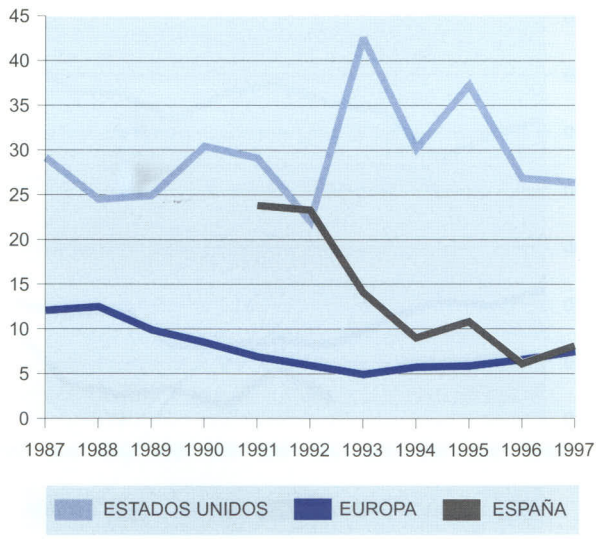
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos tomados de *Venture Economics* (1998), *European Venture Capital Association* (1993-1998), *European Venture Capital Association* (1987-1992) y Martí Pellón (1997-1999; 1992-1996).

directa las tecnologías que utilizan, pero que son capaces de conjugarlas de modo que alcancen un resultado competitivo, facilitando de este modo su difusión y explotación comercial.

Por ello, resulta relevante analizar también el grado de implicación del capital riesgo en la financiación de empresas en etapas iniciales: semilla, arranque y otras fases iniciales. A través del gráfico 2, se compara el peso de este tipo de inversiones en Estados Unidos, Europa y España.

Puede comprobarse que los operadores de capital riesgo radicados en Estados Unidos acumularon en este tipo de operaciones valores próximos o superiores al 30 por 100 del volumen invertido cada uno de los años analizados. Por contra, la media europea refleja la decreciente atención hacia la financiación de empresas inmaduras por parte de los inversores, que culminó con valores cercanos al 5 por 100 en la primera mitad de los años noventa, frente al 16 por 100 registrado en 1986 y al 12 por 100 contabilizado, respectivamente, en los años 1987 y 1988.

GRÁFICO 2
INVERSIONES DE CAPITAL RIESGO EN ARRANQUE DE EMPRESAS
(En porcentaje del volumen de inversión)



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos tomados de *Venture Economics* (1998), *European Venture Capital Association* (1993-1998), *European Venture Capital Association* (1987-1992) y Martí Pellón (1997-1999; 1992-1996).

No obstante, en los últimos dos años se incrementó ligeramente la importancia relativa de este tipo de inversiones, aunque sin llegar a alcanzar ni siquiera el 8 por 100 en 1997. Este modesto cambio de tendencia parece tener su origen en dos hechos:

- El elevado volumen de fondos captados en Europa en los últimos años, en su mayor parte orientados hacia inversiones en empresas consolidadas, ha aumentado considerablemente la competencia entre los operadores. Esta circunstancia se está traduciendo en un aumento de precios que reduce la rentabilidad esperada de las operaciones más habituales, provocando un desplazamiento de la oferta de recursos hacia empresas más inmaduras.

- La ausencia de un entorno adecuado para la atracción de capitales privados de capital riesgo hacia la participación en empresas en etapas iniciales parece estar calando en la Comisión Europea y en algunos gobiernos de los países miembros. Por ello, empiezan a manifestarse los efectos de algunas actuaciones públicas desarrolladas en los últimos años (6).

De la observación del gráfico 2 se desprende que la experiencia española fue muy diferente de la constatada en otros países europeos. La explicación a este hecho radica en que el origen de esta actividad en España estuvo protagonizado por inversores pertenecientes al sector público. Aunque en la actualidad el peso de estas inversiones es similar al observado en el conjunto de los países europeos, una gran parte de las operaciones de arranque son realizadas por las entidades con mayoría de capital público, que fueron responsables de una quinta parte del volumen invertido en el período 1996-1998 (Martí Pellón, 1997-1999).

En definitiva, coincidiendo con las afirmaciones recogidas en otros trabajos (Guillaume, 1998; Murray y Lott, 1995), se constata el reducido peso de las inversiones de las entidades de capital riesgo europeas en la financiación de las empresas de base tecnológica, tanto nuevas como existentes, o en la financiación del arranque de empresas.

III. CAUSAS DE LA ESCASA IMPLICACIÓN DE LOS INVERSORES EUROPEOS EN LA FINANCIACIÓN DE LA INNOVACIÓN

Para explicar la marcada diferencia en la orientación de las inversiones de los operadores de capital riesgo en Europa y España, frente a Estados

Unidos, es posible ofrecer argumentos en dos niveles. En primer término, al tratarse de inversores privados, la modesta vinculación con la financiación de la innovación está motivada por la baja rentabilidad de operaciones que, sin embargo, afrontan mayores riesgos y más prolongados períodos de mantenimiento. En segundo lugar, es preciso preguntarse por las causas que determinan la menor rentabilidad de este tipo de inversiones.

En relación con el primer punto, todos los estudios de rentabilidad realizados hasta la fecha en Europa ponen de manifiesto la menor rentabilidad de las actuaciones en empresas en etapas iniciales. El más reciente incorpora las valoraciones de 202 fondos de capital riesgo europeos, hasta finales del año 1997, de los que 106 pertenecían al Reino Unido, 51 tenían una orientación no nacional y sólo 8 tenían como objeto la inversión en España. Conforme a sus resultados, los fondos especializados en empresas en etapas iniciales obtuvieron un rendimiento medio del 5,7 por 100. Este porcentaje fue tres veces inferior a la rentabilidad media del conjunto de los fondos considerados (European Venture Capital Association, 1998).

Estos datos se ven refrendados por los resultados de estudios realizados en algunos países europeos con peso significativo en la actividad de capital riesgo en los años ochenta. A modo de referencia:

- *Reino Unido*

La edición más reciente del informe que anualmente publica la Asociación Británica de Capital Riesgo (BVCA) recoge los datos de 152 fondos constituidos entre 1980 y 1997. La rentabilidad media de los fondos dedicados al arranque de empresas ascendió al 8,2 por 100, frente al 19,7 por 100 observado en las grandes operaciones de adquisición con apalancamiento (Jury, 1998).

- *Francia*

En el último informe publicado (Ernst & Young, 1998), las rentabilidades de las inversiones en empresas en proceso de arranque, en el período 1988-1997, ascendieron al 12,2 por 100, frente al 15,5 por 100 de las operaciones de expansión y el 23,1 por 100 registrado en transmisión de empresas consolidadas. Para el período 1985-1995, Guillaume (1998) recoge valores respectivos para los tres tipos de inversiones del 4, 17 y 35 por 100.

- *Holanda*

Los estudios realizados en este país, bajo encargo de la Asociación Holandesa de Capital Riesgo (NPV) se basaron en el estudio de rentabilidades brutas (7) calculadas a partir de la agregación de inversiones individuales realizadas por las entidades de capital riesgo (ECR). Hasta el momento, se han publicado seis ediciones anuales, siendo la última disponible la que recoge datos cerrados hasta diciembre de 1997. Las rentabilidades brutas medias obtenidas, en la desinversión de participaciones en empresas en etapas iniciales, variaron sustancialmente al agrupar diferentes períodos, registrándose un –8 por 100, al tomar los datos de 1988 a 1992; o un 7 por 100, al considerar el período 1988-1996. Las rentabilidades medias observadas en las operaciones de adquisición con apalancamiento ascendieron al 26 y 20 por 100, respectivamente, en ambos períodos (Nederlandse Vereniging van Participatiemaastschppijen, 1998).

- *España*

Aunque hasta la fecha no se han hecho públicos los resultados de ningún informe oficial, para la realización de este trabajo se recabó información sobre 178 participaciones que habían sido adquiridas por las ECR entre 1987 y 1996, y fueron desinvertidas entre 1991 y 1997. La rentabilidad global de las 84 participadas que estaban en proceso de arranque, en el momento de la inversión inicial, ascendió al 0,7 por 100, frente al 12,9 por 100 de las inversiones en empresas en crecimiento y el 24,7 por 100 de las adquisiciones con apalancamiento.

Como referencia del mayor riesgo de las primeras, el 46,3 por 100 de las inversiones en arranque de empresas se saldaron con pérdida, mientras que esta circunstancia sólo se produjo en el 23,1 por 100 de las operaciones en las empresas más maduras.

En definitiva, sea cual sea la referencia analizada, las inversiones realizadas en empresas en etapas iniciales registraron rendimientos sustancialmente inferiores a los observados en empresas consolidadas.

Pasando a explicar las causas que podrían motivar las menores rentabilidades, Martí Pellón (1997-1999) enumera las siguientes condiciones para el adecuado funcionamiento del mercado de capital riesgo:

— Existencia de un mercado interior de grandes dimensiones.

— Disponibilidad de un mercado de valores para empresas en crecimiento.

— Ausencia de barreras administrativas y culturales que obstaculicen la creación de riqueza.

— Adecuado tratamiento fiscal de las plusvalías y de los gastos de investigación y desarrollo.

Las dos primeras son las que tienen una mayor importancia para el desarrollo de la actividad. Un mercado grande ofrece la posibilidad de crecer con rapidez a una empresa competitiva, por muy pequeña que ésta sea, si se cuenta con un mercado de valores capaz de suministrar los recursos financieros necesarios para financiar el proceso de expansión.

Murray y Marriot (1998) coinciden en señalar que una de las principales dificultades que afrontan las nuevas empresas de base tecnológica es la incertidumbre sobre la capacidad para lograr financiación adicional para permitir el crecimiento.

Una alternativa a la existencia de un mercado de valores para empresas en expansión sería la existencia de una coordinación entre inversores de capital riesgo especializados en participaciones con diferente grado de desarrollo. Sin embargo, la experiencia española (Martí Pellón, 1997-1999) y la británica (Murray, 1994) apuntan la existencia de una escasa cooperación entre los fondos de capital riesgo dedicados al arranque de empresas y los fondos centrados en empresas más consolidadas.

Un mercado que no cumpla las condiciones antes señaladas no permite rentabilizar suficientemente una buena inversión en una nueva empresa de base tecnológica. Si el mercado interior no es grande, el crecimiento inicial no seguirá las pautas que un inversor de estas características demanda (8).

En Estados Unidos se dispone de un auténtico mercado único en el que no se presentan barreras culturales ni administrativas. Como complemento, existe un mercado de valores, conocido por el nombre de NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotation), que abre la posibilidad de emitir títulos a empresas inmaduras que no recibirían financiación en las bolsas oficiales.

El NASDAQ se compone de tres segmentos diferenciados. El tercero de ellos es un mercado de emisión no organizado en el que es posible ofrecer títulos de empresas que incluso ni han llegado a alcanzar el punto muerto. Es precisamente este segmento el que dio origen al mercado que hoy conocemos, permitiendo la colocación de títulos de decenas de miles de empresas en un cuarto de siglo de andadura.

La conjunción de estos aspectos permite que un inversor de capital riesgo rentabilice su inversión dentro de los diez años de vida del fondo. Si una empresa recién creada es competitiva, sólo se precisan recursos financieros abundantes para financiar su crecimiento. Las colocaciones en el *Pink Sheet Market* del NASDAQ pueden ir sucediéndose si la evolución de la sociedad es satisfactoria. Al aumentar las acciones en circulación, la creciente liquidez se traduce en un menor riesgo de aquéllas, que acaba por descontarse con un mayor precio.

Paralelamente, la introducción de las acciones en el mercado posibilita la desinversión de la participación de la ECR en condiciones de mercado, sin que necesariamente la empresa haya desarrollado todo su potencial de crecimiento. De este modo, puede realizar el valor que contribuyó a crear.

En el período tomado como referencia, las condiciones no fueron similares en Europa, al estar fragmentado el teórico mercado único en quince mercados nacionales, con monedas diferentes y barreras culturales y administrativas significativas, y no contarse con un mercado de valores para empresas en crecimiento suficientemente desarrollado. Además, el mayor riesgo de las inversiones en arranque y/o en sectores con mayor contenido tecnológico no se vio compensado con unas mayores expectativas de ganancia. No se trata de una peor selección de las inversiones, sino de un menor ritmo de crecimiento, que determinó una insuficiente rentabilidad para el conjunto, porque en las mejores participaciones no fue posible generar plusvalías significativas.

Mientras que en Estados Unidos una inversión de arranque podría desinvertirse en pocos años, en Europa la salida se produciría a mayor plazo y por recompra de otros accionistas o venta a terceros, sin garantías sobre la posibilidad de realizar su auténtico valor. Como consecuencia, los inversores europeos prefieren concentrarse en operaciones que sean realizables en un período de unos cinco años: las participaciones en empresas ya consolidadas.

Sin embargo, algunos cambios recientes en el entorno tendrán un efecto positivo a medio plazo. El advenimiento del euro puede ser el primer paso para el desarrollo de un auténtico mercado interior europeo, facilitando mayores expectativas de crecimiento para las empresas competitivas. Por otra parte, son varias las iniciativas surgidas a mediados de los años noventa para tomar posiciones de

cara a desempeñar en el futuro un papel similar al que desarrolla el NASDAQ en Estados Unidos:

— EASDAQ (European Association of Securities Dealers Automated Quotation).

— Mercados EURO.NM (Nouveau Marché, París; Neuer Mark, Francfort; NMAX, Amsterdam; Euro.Nm Belgium, Bruselas; Nuovo Mercato, Milán).

— AIM (Alternative Investment Market).

IV. NUEVAS PERSPECTIVAS DEL CAPITAL RIESGO PARA PROPORCIONAR RECURSOS PROPIOS A LAS EMPRESAS INNOVADORAS EUROPEAS

Como introducción a este conjunto de alternativas para la mejora de la canalización de capital riesgo hacia empresas de base tecnológica, debe ponerse de manifiesto que hacen frente a los síntomas, pero no a las causas que provocan el alejamiento de los operadores de capital riesgo. Sin embargo, se trata de medidas necesarias para paliar la escasez de recursos hasta que el entorno permita la canalización de recursos de inversores privados hacia empresas innovadoras.

Haciendo abstracción de peculiaridades más específicas, o de mezclas de modelos de incentivos diferentes, los planteamientos de apoyo directo a la canalización de recursos propios a empresas en etapas iniciales en países de nuestro entorno, con o sin orientación exclusiva hacia empresas de base tecnológica, pueden clasificarse en los siguientes grupos.

1. Aseguramiento de inversiones

El primer planteamiento consiste en la cobertura de una parte de las minusvalías que se produzcan en las inversiones que sean objeto del aseguramiento. La institución aseguradora suele contar con fondos públicos y se financia, parcial o totalmente, con primas que carga a los inversores en función de los riesgos gestionados, así como a partir de una eventual participación en las plusvalías obtenidas por el inversor de capital riesgo.

Como principal modelo de este planteamiento, debe mencionarse la labor desarrollada en Francia por SOFARIS. En su faceta de apoyo a las inversiones de las entidades de capital riesgo, cubre desde el 50 hasta un máximo del 70 por 100 de la deuda o la inversión en recursos propios garantizada, hasta un máximo de 5 millones de francos por empresa. La prima cobrada a la entidad inversora oscila entre el 0,6 por 100 anual sobre el capital vivo, en los casos de deuda, y el 0,3 por 100 anual más una participación en plusvalías, en los casos de aseguramiento de capital propio.

Al limitarse la pérdida potencial, el principal inconveniente es que puede reducir el esfuerzo de análisis del inversor de capital riesgo. Sin embargo, éste podría ser también su punto más positivo, al *invitar* a los inversores privados a embarcarse en operaciones de mayor riesgo que, de otro modo, no acometerían.

2. Apalancamiento de fondos públicos

Con este modelo, es posible acceder a fondos adicionales que acompañen a los recursos aportados por inversores privados. Con ello se pretende aumentar el flujo de fondos canalizados hacia las empresas en etapas iniciales sin distorsionar el mecanismo de asignación. Se busca que ésta se realice con criterios profesionales, pero sin asumir el protagonismo y los gastos de gestión. El incentivo suele consistir en el reparto, con el inversor privado, de una parte de las plusvalías atribuibles al inversor público por los fondos apalancados, contribuyendo a mejorar la rentabilidad de aquél.

Al incentivar la asignación eficiente de los recursos, permite la mejora de la rentabilidad del inversor privado, aumentando su interés por este tipo de operaciones y permitiendo la recuperación de una parte significativa de los fondos públicos aportados a medida que se produzcan las desinversiones. El inconveniente radica en que es necesario un mayor volumen de recursos en los primeros años para hacer frente a los procesos de inversión que se pretende apoyar.

Pueden identificarse tres variantes de este modelo:

- Aportación directa de recursos a fondos que reúnan el perfil buscado.
- Coinversión con inversores privados en operaciones individuales.
- Apalancamiento de deuda a la sociedad inversora para aumentar los recursos que canaliza hacia las empresas participadas.

Como referencia de las tres modalidades pueden mencionarse, respectivamente:

- El programa europeo de fondos de capital semilla, desarrollado entre los años 1988-1995.

• El programa alemán BTU, promovido por la Technologie-Beteiligungs-Gesellschaft (TBG), que además permite el aseguramiento de una parte de la inversión.

• El programa SBIC, promovido por la Small Business Administration de Estados Unidos.

3. Aportación directa de recursos, bajo gestión privada o pública

Cuando no se dan las condiciones para atraer inversiones de un determinado tipo a una zona geográfica, la única alternativa es la provisión directa de fondos públicos. La iniciativa pública pretende cubrir la ausencia de inversores privados aportando recursos cuya gestión es asumida por gestores públicos o cedida a gestores independientes.

Este fue el modelo originalmente adoptado en nuestro país para promover el desarrollo empresarial en regiones atrasadas, a través de la creación de sociedades inversoras cuyos gestores eran nombrados por los accionistas mayoritarios. Independientemente del mayor o menor ajuste del perfil de los gestores a las necesidades de esta actividad, el principal problema era la limitada libertad en su actuación.

Se considera que la asignación de los recursos será más eficiente si se realiza una cesión temporal de la administración de éstos a gestores profesionales de reconocido prestigio. En los últimos años se crearon fondos en cuatro comunidades autónomas, con aportaciones públicas, cediéndose la administración a operadores privados.

Un mecanismo complementario de apoyo consiste en subvencionar una parte de los mayores costes que se afrontan en la selección, seguimiento y desinversión de participaciones en empresas innovadoras. Como ejemplo de esta alternativa, pueden citarse dos experiencias:

• *El programa europeo de fondos de capital semilla (1988-1995)*

Además de la aportación directa de recursos para algunos de los fondos adscritos al programa, en todos ellos la gestora recibió una ayuda reembolsable (9) equivalente al 50 por 100 de los gastos operativos, aportada por la D. G. XXIII de la Comisión Europea.

• *El programa I-TEC (1997)*

Ofrece al gestor una subvención del 5 por 100 de los gastos justificados en la búsqueda, selección y seguimiento de participaciones en nuevas empresas de base tecnológica, con un límite de 500.000 euros. Para beneficiarse de dicha subvención, el gestor debería recibir una autorización favorable del Fondo Europeo de Inversiones y dedicar un mínimo del 25 por 100 de un nuevo fondo a empresas innovadoras con tres o menos años de antigüedad.

Además del capital riesgo desarrollado por entidades especializadas, existe una actividad inversora que llevan a cabo los inversores particulares con una orientación hacia proyectos empresariales incipientes. A estos inversores, que constituyen el capital riesgo informal, se les conoce como *business angels*.

La importancia de estos inversores estriba en que están en disposición de aportar recursos propios, en cantidades muy reducidas, a empresas inmaduras que no recibirían la atención de inversores de capital riesgo institucionales, a la par que su actuación se realiza con una notable dispersión geográfica (Harrison y Mason, 1996).

Por ello, es deseable el apoyo público a un mercado de capital riesgo llamado *informal* mediante la creación de estructuras que permitan acercar los proyectos empresariales a los inversores y ofrecer incentivos fiscales a los inversores particulares que invierten directamente en empresas inmaduras promovidas por particulares.

V. MODELO DE SIMULACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE INCENTIVOS: PRIMERA APROXIMACIÓN

El objetivo del modelo consiste en simular el impacto de diferentes programas de incentivos públicos orientados a la creación de fondos de capital riesgo dedicados en exclusiva a la participación en el arranque de empresas en España, así como analizar los efectos de variaciones marginales en los parámetros de cada uno de ellos para favorecer un uso eficiente de los recursos públicos.

Para desarrollar el proceso de simulación, se seleccionó aleatoriamente una muestra de participaciones tomadas por ECR radicadas en España en empresas en etapas iniciales en las que se había producido la salida definitiva del inversor.

Seguidamente, se solicitó información sobre los flujos de tesorería entre la ECR y la empresa participada, incorporando todas las salidas *S* hacia la empresa (ampliaciones de capital, préstamos y

otros) y las entradas *E* recibidas de ella (dividendos, intereses, reembolsos y ventas) para todas las participaciones seleccionadas.

Una vez contrastada la información recibida, se procedió a agrupar las participaciones seleccionadas en varias carteras, emulando su pertenencia a hipotéticos fondos dedicados en exclusiva a empresas innovadoras, tomando como criterio de agrupamiento la fecha de realización de las inversiones por parte de la ECR.

A continuación, se simularon las repercusiones que cada uno de los mecanismos de incentivos hubiese producido sobre la rentabilidad de los fondos constituidos, medida a través de la tasa interna de rendimiento (TIR) del conjunto de la cartera (10), analizando simultáneamente el compromiso neto de fondos públicos. Una vez realizada, se procedió al cálculo de la variación marginal de alguna de las condiciones del programa, comprobando el cambio provocado en el compromiso neto de fondos públicos y en la TIR final bruta del fondo.

Para la homogeneización de los datos, se calculó el valor final de todas las aportaciones a 31 de diciembre de 1997, utilizando como tasa de descuento la media geométrica de las rentabilidades de la deuda pública a tres años del período considerado.

La muestra tiene su año de referencia inicial en 1987 porque:

- La consideración de inversiones anteriores a dicha fecha introduciría un notable sesgo en los resultados. Sólo tres de las entidades creadas hasta el año 1986 no tenían como accionistas mayoritarios a inversores pertenecientes al sector público (Martí Pellón, 1997-1999).

- De igual modo, resultaría complicado obtener un catálogo individualizado de las inversiones realizadas por las ECR antes de 1987, que es fundamental para la selección de una muestra aleatoria, así como recuperar datos contrastables de los flujos de caja entre las sociedades participadas y la entidad inversora correspondiente.

Para la selección de la muestra, se consideró oportuno eliminar las participaciones de muy escasa cuantía. La dificultad de encontrar el punto de corte estaba en el limitado tamaño de la mayor parte de las inversiones que las entidades representadas realizaron en la segunda mitad de la década de los ochenta. La media asignada por empresa en 1986, para todos los tipos de inversiones, incluyendo las operaciones de expansión, ascendió a 27 millones de pesetas, situándose por encima de 40 millones en los dos años siguientes. Con objeto de eliminar las inversiones de menor tamaño, intentando al mismo tiempo representar la realidad del sector, se optó por excluir las inversiones inferiores a 30 millones de pesetas.

En definitiva, la población objetivo se identificó como el conjunto de operaciones de arranque, por importe superior a 30 millones de pesetas, realizadas en el período 1987-1997, que fueron desinvertidas entre 1991 y 1997. El conjunto de desinversiones correspondientes a empresas participadas cuando se encontraban en etapas iniciales ascendió a 372 (11). La inversión de la ECR superó el límite marcado en 138 de ellas.

La muestra elegida consistió en 90 participaciones, que representaban el 65 por 100 de la población mencionada, al desconocerse el grado real de respuestas válidas que se podrían obtener. Las ECR aportaron información contrastable sobre 84 operaciones, un 93 por 100 de las solicitadas, que representaban el 60,9 por 100 de la población definida y el 22,6 por 100 de las desinversiones en empresas en etapas iniciales en el período considerado. Los inversores de capital riesgo involucrados acumularon una inversión total de 8.620 millones de pesetas, a lo largo del período considerado, que fueron desembolsados en sucesivas rondas de financiación.

En el desarrollo real de un fondo de capital riesgo, la mayor parte de las inversiones se realizan en los tres primeros años de vida, manteniéndose un remanente para atender la financiación de continuación de las empresas en cartera. Por este motivo, el criterio de agregación fue la fecha de realización de la inversión, delimitándose cuatro hipotéticos fondos con una cartera formada por 21 empresas cada uno. Los resultados de la asignación se recogen en el cuadro n.º 1. Las rentabilidades resultantes de la agregación evidencian la necesidad de programas de incentivos para involucrar a inversores privados en la financiación de empresas en etapas iniciales.

Las cifras de inversión acumuladas son consistentes con el tamaño medio de los fondos y sociedades de capital riesgo existentes en España, con alguna vinculación hacia inversiones en empresas en etapas iniciales, en el período considerado (Martí Pellón, 1997-1999).

Como limitación de esta muestra, debe mencionarse que, en la última cartera, pese a acumular inversiones similares en volumen, se incluyeron inversiones con una duración más reducida que en

CUADRO N.º 1

COMPOSICIÓN DE LAS CARTERAS CONSTITUIDAS

	Cartera 1	*Cartera 2*	*Cartera 3*	*Cartera 4*	*Total*
1987	11				11
1988	6				6
1989	4	15			19
1990		6	5		11
1991			8		8
1992			6		6
1993			2	5	7
1994				13	13
1995				2	2
1996				1	1
Número de participadas	21	21	21	21	84
Inversión a precio de coste (Mpta)	2.405	2.423	1.838	1.955	8.620
TIR agregada (porcentaje)	7,47	–11,37	–0,69	–3,03	0,70

el resto, lo que podría explicar algunas anomalías en las variaciones marginales estudiadas.

Para analizar el impacto sobre la rentabilidad de los fondos teóricos definidos y las necesidades de recursos públicos, se plantearon las siguientes modalidades de incentivos:

1) Cobertura de un tanto por uno γ de las minusvalías que pudieran producirse, suponiendo un coste de aseguramiento α de la inversión asegurada para el operador, con la posibilidad de añadir una participación η en la plusvalía total obtenida por el inversor.

2) Coinversión de una parte del volumen comprometido con un fondo dotado con recursos públicos, recibiendo una porción λ de las plusvalías que en la desinversión correspondiesen a éste.

3) Una mezcla de los dos sistemas anteriores, incorporando la coinversión y el aseguramiento de forma simultánea.

En relación con los programas basados en el aseguramiento, a los movimientos de tesorería entre el fondo correspondiente y cada empresa participada se añadieron hasta tres posibles tipos de flujos. Unos negativos, resultantes de multiplicar la inversión realizada en cada momento, a precio de adquisición, por el coste del aseguramiento α, y dos tipos posibles de flujos finales en la fecha de desinversión: uno positivo, en caso de indemnización por minusvalía, y otro negativo, en caso de reparto de una parte de la plusvalía. La TIR de los fondos se calcularía:

$$-\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}\frac{S_{jt}(1+\alpha)}{(1+r)^t}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\frac{E_{jt}}{(1+r)^t}+$$

$$+\sum_{j=1}^{N}\frac{\gamma\cdot MINUS_j}{(1+r)^T}-\sum_{j=1}^{N}\frac{\eta\cdot PLUS_j}{(1+r)^T}=0$$

donde,

S_{jt}: Desembolso por inversión en la empresa *j*, en el momento *t*.

E_{jt}: Entrada de tesorería, procedente de la empresa *j*, en el momento *t*.

t: Fecha en la que tuvo lugar la entrada o salida de tesorería, desde la primera aportación (momento cero) hasta la desinversión final de la participación (momento T).

j: Empresa de la cartera responsable de la entrada o salida de tesorería, desde 1 hasta N.

α: Coste del aseguramiento, en tanto por uno, aplicable por cada peseta invertida.

γ: Tanto por uno máximo de cobertura de la minusvalía del programa de incentivo correspondiente.

η: Tanto por uno de la plusvalía que la ECR cedería a la institución aseguradora.

$MINUS_j$: Minusvalía producida en la empresa *j* en el momento final T.

$PLUS_j$: Plusvalía total realizada en la empresa *j* en el momento final T.

En los programas de coinversión se supuso que cada fondo privado sólo aportó el equivalente a multiplicar μ por el importe comprometido en cada participada, procediendo el resto $(1 - \mu)$ de un hipotético fondo de carácter público. El incentivo de estos programas se materializó a través del reparto de las plusvalías obtenidas por la participación del coinversor público, en caso de producirse. En este caso, la TIR se obtendría a partir de la ecuación:

$$-\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}\frac{\mu \cdot S_{jt}}{(1+r)^t}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\frac{\mu \cdot E_{jt}}{(1+r)^t}+$$

$$+\sum_{j=1}^{N}\frac{\lambda \cdot (1-\mu) \cdot PLUS_j}{(1+r)^T}=0$$

siendo,

μ: Tanto por uno de la inversión que suscribe el inversor privado.

λ: Tanto por uno de la plusvalía que el inversor público cede al fondo privado.

Como principal aspecto diferencial, los modelos basados en el aseguramiento mejoran la rentabilidad al limitar la minusvalía en las participaciones que generan pérdidas, mientras que los basados en la coinversión pretenden incentivar la buena gestión compartiendo una porción de las plusvalías obtenidas. Un programa de aseguramiento podría invitar al operador a descuidar el análisis previo. Aunque también podría verse desde otra perspectiva. Si se precisa un programa de incentivo es porque las ECR privadas no rentabilizan determinados tipos de inversiones. Probablemente, si no contaran con alguna fórmula para limitar su pérdida, seguirían sin involucrarse en las operaciones que se desea incentivar. Ello significaría que el programa diseñado no sería operativo.

Por este motivo, se definió un último programa consistente en mezclar características de los dos modelos anteriores. El sistema se basaría en la coinversión con un fondo nutrido con recursos de procedencia pública, asegurándose además el riesgo de pérdida en la porción aportada por el fondo de capital riesgo privado, imputándose una cantidad por este concepto. En el momento de la desinversión, se cedería al fondo privado una parte de las plusvalías correspondientes al fondo público, obtenidas en las participaciones exitosas, y se compensaría una parte de las minusvalías realizadas en las peores inversiones. El planteamiento se representaría a través de la ecuación:

$$-\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}\frac{\mu \cdot S_{jt}\,(1+\alpha)}{(1+r)^t}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\frac{\mu \cdot E_{jt}}{(1+r)^t}+$$

$$+\sum_{j=1}^{N}\frac{\lambda \cdot (1-\mu) \cdot PLUS_j}{(1+r)^T}+\sum_{j=1}^{N}\frac{\gamma \cdot \mu \cdot MINUS_j}{(1+r)^T}=0$$

Pasando a desarrollar el proceso de simulación, en el cuadro n.º 2 a) se recoge una muestra de los resultados de un programa basado en el aseguramiento de inversiones. En él se ofrece la variación del impacto resultante (12) de la modificación del porcentaje de cobertura de la minusvalía. Para ello se supuso un pago único, en concepto de prima pagada por aseguramiento, equivalente al 4 por 100 de la inversión asegurada. Alternativamente, en el cuadro n.º 2 b) se ofrecen los resultados de un programa apoyado en una menor prima inicial, fijada en un 1 por 100 de la inversión asegurada, y una entrega del 10 por 100 de las plusvalías afloradas en las participadas en el conjunto del fondo.

Puede comprobarse que este mecanismo redujo de forma notable las pérdidas de las carteras con resultados muy negativos, pero no incrementó sustancialmente la rentabilidad del fondo con rentabilidad modesta, aunque positiva. Analizando las variaciones marginales de la rentabilidad de los fondos ante el aumento del porcentaje de cobertura, los resultados obtenidos mostraron una alteración ligeramente decreciente en el incremento marginal de la TIR del fondo 1, que tenía un valor originalmente positivo, y una evolución ascendente en el crecimiento marginal de la TIR del fondo 2, que era el que peores resultados había cosechado.

De forma global, el aumento del tanto por uno de cobertura hubiese permitido incrementos de la TIR media superiores a los requeridos en fondos públicos, para niveles de cobertura entre 0,3 y 0,5, tendiendo a converger ambos ritmos de variación para coberturas próximas a 0,7.

La introducción de un sistema participativo como el propuesto en el cuadro n.º 2b) no hubiese tenido una repercusión significativa sobre el resultado global, aunque sí un compromiso algo inferior en recursos públicos. Sin embargo, las variaciones marginales tuvieron una relación contraria a lo expuesto en el párrafo anterior, pero convergiendo también para coberturas de potenciales pérdidas cercanas a 0,7 sobre uno.

En cualquier caso, aunque tres de los fondos hubieran alcanzado rentabilidades brutas positivas para la máxima cobertura, en ninguno de ellos hubiese logrado un valor suficiente para el nivel de riesgo asumido. Además, debe ponerse de mani-

CUADRO N.º 2

INCENTIVO BASADO EN LA COBERTURA DE UN PORCENTAJE DE LA INVERSIÓN

a) Aseguramiento puro (caso planteado: $\alpha = 0{,}04$)

Cobertura de la inversión (γ)	*Valor final recursos públicos (*)*	*Variación uso recursos públicos (**)*	*TIR media simulada fondos (**)*	*Variación TIR (**)*	*TIR simulada Fondo 1 (**)*	*TIR simulada Fondo 2 (**)*	*TIR simulada Fondo 3 (**)*	*TIR simulada Fondo 4 (**)*
0,3	148,6		0,25		7,58	–6,82	–0,05	–1,76
0,4	421,5	183,63	1,00	303,84	7,84	–5,42	0,43	–0,89
0,5	694,4	64,74	1,71	71,01	8,10	–4,13	0,90	–0,03
0,6	967,4	39,30	2,38	39,46	8,36	–2,94	1,37	0,81
0,7	1.240,3	28,21	3,02	27,03	8,61	–1,83	1,83	1,62
b) Aseguramiento con participación en plusvalías (caso planteado: $\alpha = 0{,}01$ y $\eta = 0{,}1$)								
0,3	85,4		0,39		7,32	–6,48	0,17	–1,22
0,4	358,3	319,51	1,16	198,48	7,61	–5,05	0,67	–0,31
0,5	631,2	76,16	1,89	62,74	7,88	–3,74	1,16	0,58
0,6	904,2	43,23	2,59	36,63	8,16	–2,52	1,64	1,45
0,7	1.177,1	30,18	3,25	25,61	8,43	–1,40	2,12	2,29

(*) Millones de pesetas.
(**) Porcentajes.

fiesto que en los cálculos anteriores se trabaja sobre rentabilidades brutas, sin incorporar los gastos de gestión y seguimiento, y que éstos podrían estimarse en un 3-5 por 100 anual, que habría que descontar para estimar la rentabilidad neta del inversor.

El segundo mecanismo propuesto consistió en la coparticipación de un hipotético fondo nutrido con financiación pública, renunciando el inversor público a una porción de las plusvalías derivadas de las desinversiones, individualmente consideradas. El cuadro n.º 3 recoge los resultados simulados para dos posibles planteamientos de coinversión (1-μ), al 25 y al 50 por 100, recogiendo el compromiso neto de fondos públicos, la TIR media y de los fondos ante variaciones en el tanto por uno de reparto de la plusvalía correspondiente al coinversor público (λ).

El efecto sobre las carteras difirió bastante del recogido en el cuadro n.º 2. En este caso, el mayor impacto se produjo sobre los fondos con rentabilidades positivas, antes de la simulación del programa de incentivos, registrándose un efecto poco relevante en los fondos que acumularon pérdidas significativas. Puede observarse que la mejora de la TIR del fondo 1, sobre el valor observado sin la aplicación de algún sistema de incentivos, osciló entre 1,55 y 5 puntos porcentuales, mientras que en el fondo 2 la variación se produjo entre 0,93 y 2,69 puntos porcentuales, manteniéndose siempre en valores negativos.

La variación marginal experimentada por la TIR del primer fondo fue ligeramente decreciente, con niveles del 9 por 100 para valores de λ próximos a 0,25, que descendieron hasta el 6 por 100 cuando la tasa de cesión de plusvalías se acercó a 0,75. Por el contrario, en el fondo con resultados más negativos la variación de la TIR siguió una leve evolución al alza, con un valor algo superior al 4 por 100.

También debe ponerse de manifiesto que el mayor compromiso neto de fondos públicos se debió a la pérdida de una parte significativa de los importes entregados, en paralelo con el inversor privado, en los procesos de coinversión. El mayor compromiso de fondos públicos no implicó una mejora de la TIR media de los fondos analizados en relación con la experimentada con el sistema anterior.

Finalmente, se simuló una alternativa híbrida de las anteriores, consistente en plantear la coinversión paritaria, recibiendo una parte de las plusvalías correspondientes al coinversor público (λ) y asegurando una parte de la inversión propia con un coste único inicial α. El cuadro n.º 4 muestra los resultados de las simulaciones realizadas en los casos de cesión del 10 ó el 25 por 100 de la plusvalía al inversor privado.

CUADRO N.º 3

INCENTIVO BASADO EN LA COINVERSIÓN

a) Coinversión limitada (caso planteado: $\mu = 0{,}75$)

Plusvalía cedida a la ECR (λ)	*Valor final recursos públicos (*)*	*Variación uso recursos públicos (**)*	*TIR media simulada fondos (**)*	*Variación TIR (**)*	*TIR simulada Fondo 1 (**)*	*TIR simulada Fondo 2 (**)*	*TIR simulada Fondo 3 (**)*	*TIR simulada Fondo 4 (**)*
0,25	–40,8		–0,11		9,35	–10,44	0,41	–1,39
0,375	511,6	1.353,99	0,55	617,96	10,20	–9,99	0,93	–0,60
0,5	1.063,9	107,97	1,18	114,68	11,00	–9,54	1,45	0,17
0,625	1.616,3	51,92	1,79	51,49	11,75	–9,11	1,96	0,92
0,75	2.168,7	34,17	2,37	32,84	12,47	–8,68	2,45	1,65

b) Coinversión paritaria (caso planteado: $\mu = 0{,}5$)

0,25	930,6		-0,11		9,35	–10,44	0,41	–1,39
0,375	1.394,4	49,84	0,55	617,96	10,20	–9,99	0,93	–0,60
0,5	1.858,3	33,26	1,18	114,68	11,00	–9,54	1,45	0,17
0,625	2.322,1	24,96	1,79	51,49	11,75	–9,11	1,96	0,92
0,75	2.785,9	19,97	2,37	32,84	12,47	–8,68	2,45	1,65

(*) Millones de pesetas.
(**) Porcentajes.

Este mecanismo tuvo una mayor incidencia sobre el fondo rentable que el resultante del simple aseguramiento, observándose una evolución ligeramente decreciente en la variación marginal al alza de la TIR del fondo 1 al aumentar el porcentaje de cobertura.

Por otra parte, los fondos con peores resultados se beneficiaron del aseguramiento previsto en esta variante del modelo, pudiendo atenuar las pérdidas experimentadas. Como consecuencia, puede observarse que una aportación neta de recursos públicos algo inferior a los 1.162 millones de pesetas, en valor capitalizado a finales de 1997, hubiera permitido mejorar las rentabilidades medias y de cada fondo de la opción recogida en el cuadro número 2 para una cobertura del 70 por 100 de las pérdidas, con un compromiso neto de fondos públicos de 1.240 millones de pesetas.

VI. CONCLUSIONES

Las ideas más importantes que se han sustentado en el trabajo pueden resumirse en los puntos siguientes:

1. La financiación mediante capital riesgo es una actividad financiera que pretende la participación en empresas no cotizadas, en proceso de arranque o expansión, con el objetivo de generar y realizar plusvalías en el proceso de acompañamiento de la empresa hacia los mercados de valores o el acceso a fuentes financieras tradicionales. Sin embargo, su teórica idoneidad para constituirse en fuente externa de recursos propios para las empresas más pequeñas e innovadoras no se ha visto respaldada por la realidad en el conjunto de los países europeos, especialmente desde mediados de los años ochenta.

2. En primera instancia, el escaso interés de los inversores de capital riesgo está motivado por la reducida rentabilidad media que este tipo de proyectos genera, sin olvidar el mayor plazo de maduración y los más elevados costes de análisis y seguimiento en relación con las operaciones de mayor tamaño. Las inversiones de mayores dimensiones en empresas consolidadas generan rentabilidades sustancialmente superiores en menores plazos, soportando riesgos mucho más limitados.

3. Las modestas rentabilidades generadas por las inversiones en empresas en etapas iniciales se deben a la ausencia de un entorno adecuado para el desarrollo del capital riesgo. El círculo vicioso entre el insuficiente tamaño del mercado interior y la ausencia de mercados de valores para títulos de empresas inmaduras en crecimiento limita las posibilidades de expansión rápida, que facilitarían la desinversión de la participación del inversor dentro del período de vida de un fondo de capital riesgo. Es un problema de tiempo de maduración. El por-

CUADRO N.º 4

INCENTIVO BASADO EN LA COINVERSIÓN CON ASEGURAMIENTO

a) Coinversión paritaria con renuncia al 10 por 100 de la plusvalía (caso planteado: $\alpha = 0{,}01$; $\mu = 0{,}5$ y $\lambda = 0{,}1$)

Cobertura de la inversión (γ)	*Valor final recursos públicos (*)*	*Variación uso recursos públicos (**)*	*TIR media simulada fondos (**)*	*Variación TIR (**)*	*TIR simulada Fondo 1 (**)*	*TIR simulada Fondo 2 (**)*	*TIR simulada Fondo 3 (**)*	*TIR simulada Fondo 4 (**)*
0,3	615,9		1,21		8,67	-6,14	0,80	-0,39
0,4	752,3	22,16	1,95	61,43	8,93	-4,75	1,28	0,48
0,5	888,8	18,14	2,65	35,96	9,18	-3,47	1,75	1,33
0,6	1.025,2	15,35	3,32	25,16	9,43	-2,29	2,21	2,17
0,7	1.161,7	13,31	3,96	19,22	9,68	-1,18	2,68	2,98

b) Coinversión paritaria con renuncia al 25 por 100 de la plusvalía (caso planteado: $\alpha = 0{,}01$; $\mu = 0{,}5$ y $\lambda = 0{,}25$)

0,3	1.172,5		1,95		9,72	-5,73	1,41	0,50
0,4	1.308,9	11,64	2,67	37,12	9,95	-4,37	1,88	1,35
0,5	1.445,4	10,43	3,36	25,62	10,19	-3,11	2,34	2,18
0,6	1.581,8	9,44	4,01	19,42	10,42	-1,94	2,80	2,99
0,7	1.718,3	8,63	4,63	15,56	10,65	-0,85	3,25	3,79

(*) Millones de pesetas.
(**) Porcentajes.

centaje de proyectos con éxito viene a ser parecido al que se observa en Estados Unidos, pero los inversores de capital riesgo no son capaces de generar en ellos importantes plusvalías. Después de un largo período de estancia, la empresa no ha desarrollado todavía todo su potencial. Como se trata de inversores temporales, el final de su ciclo de inversor les obliga, en muchos casos, a salir sin realizar el valor que contribuyeron a crear.

4. Los programas de apoyo a la financiación de las nuevas empresas de base tecnológica con capital riesgo deberían concentrarse, en primer término, en las causas por las que el mercado no asigna recursos a este tipo de operaciones. Cualquier medida o programa que facilitase la aceleración del establecimiento de un auténtico mercado interior europeo, y el paralelo desarrollo de mercados de valores para empresas en crecimiento, permitiría la mejora de la financiación de la innovación. Aunque la introducción de la moneda única es un hito fundamental para el logro del primer punto y, en relación con el segundo, existen varias iniciativas que compiten por cumplir el papel que tiene el NASDAQ en la economía americana, las condiciones idóneas para que el mercado asigne regularmente fondos de capital riesgo a proyectos innovadores tardarán todavía en producirse unos 10-15 años.

5. Hasta entonces, es necesario arbitrar programas públicos que contribuyan a mejorar las rentabilidades medias de los inversores de capital riesgo en las operaciones en nuevas empresas, especialmente las de base tecnológica. Haciendo abstracción de sistemas mixtos, los mecanismos de incentivos son el aseguramiento de inversiones, con la cobertura de una parte de las minusvalías afloradas, y la coinversión con fondos públicos, apalancando una parte de los beneficios de éstos. La alternativa a ellos es la aportación directa de fondos públicos.

6. A efectos de evaluar la incidencia de diversos sistemas de incentivos, se ha planteado un modelo de simulación para una muestra real de desinversiones de participaciones financiadas en la fase de arranque, que pone de manifiesto que ninguna de las alternativas ensayadas hubiese aumentado suficientemente la rentabilidad de los hipotéticos fondos constituidos. El estudio del efecto marginal de la variación de las condiciones de un programa sobre el compromiso neto de fondos públicos y la mejora de la rentabilidad, realizado fondo a fondo, ofreció distintos patrones de comportamiento en función de la rentabilidad de cada uno antes de la aplicación de algún sistema de incentivo. Las fórmulas basadas en el aseguramiento de inversiones hubiesen mejorado la rentabilidad de fondos con resultados muy negativos. Las fórmulas apoyadas en la coinversión hubiesen tenido un efecto significativo en fondos con rendimientos positivos antes de la aplicación del incentivo. La implantación de

una fórmula híbrida de coinversión con aseguramiento hubiese permitido alcanzar la mejor relación coste-eficacia en conjunto, pero sin permitir el logro de rentabilidades brutas suficientes para compensar el riesgo asumido por los inversores.

7. Aunque los razonamientos expuestos son consistentes con la revisión de las rentabilidades obtenidas en España y en otros países europeos, sería conveniente replicar el modelo de simulación para un mayor abanico de fondos de duraciones homogéneas, tomando datos de desinversiones en diferentes países. El objetivo pretendido sería la construcción de modelos explicativos de cada uno de los mecanismos de incentivos, a partir de la información generada en el proceso de simulación. De este modo, los decisores públicos podrían disponer de una herramienta para mejorar la relación coste-eficiacia de los recursos públicos comprometidos en este tipo de programas.

8. Como no se dan las condiciones para rentabilizar carteras dedicadas en exclusiva a empresas de reciente creación, es necesario contar con fondos nutridos únicamente con recursos públicos, con la gestión cedida a profesionales independientes. Su papel consistiría en afrontar los riesgos iniciales de los proyectos innovadores, reduciendo el período de estancia del inversor privado, que sustituiría al público al cabo de algunos años. Ante la probable escasez de fondos de capital riesgo privados dedicados en exclusiva al arranque de empresas, esta actuación podría complementarse con un fondo público que coparticipase con otros privados, incorporando alguna modalidad de aseguramiento, en operaciones individuales en empresas en etapas iniciales.

NOTAS

(*) El autor desea dejar constancia de su agradecimiento hacia el profesor Dr. Juan Antonio Maroto Acín por sus valiosas sugerencias y comentarios para la estructuración definitiva del artículo.

(1) Las definiciones de empresa innovadora no son homogéneas en los trabajos que versan sobre esta materia. Coincidiendo con Storey y Tether (1998), que recogen una amplia gama de posibles significados, la necesidad de ajustarse a los datos disponibles recomienda la utilización de una versión poco restrictiva.

(2) Su contribución al empleo total y a la creación de nuevos puestos de trabajo es reconocida de forma generalizada, pudiendo encontrarse referencias sobre experiencias concretas, en espacios geográficamente limitados, en los trabajos de Birch (1979) y de Storey, Watson y Wynarczyk (1989), o en sectores específicos (Bygrave y Timmons (1992).

(3) Desde el conocido Informe MacMillan (1931), que señaló como principal causa de dichas dificultades la imperfección de los mercados, han sido muchos los trabajos que han pretendido identificar la explicación más relevante. Entre otros, Storey (1994) señala la limitada existencia de activos que pueden ser aportados como garantía; Goslin y Barge (1986) hablan de la ausencia de experiencia comercial contrastable; Rumelt (1984) destaca la dificultad para valorar sus activos intangibles, y la generación futura de renta que éstos permitirán.

(4) En este sentido, Kortum y Lerner (1998) elaboraron varios modelos para estudiar la relación existente entre las inversiones de capital riesgo y las inversiones en I+D, valorando el impacto de cada dólar invertido en capital riesgo en relación con cada dólar invertido en I+D. Aunque la relación entre ambas variables fue positiva y significativa, resultó diferente según el modelo utilizado; estimándose en un promedio del 15 por 100 el peso de los inversores de capital riesgo en las inversiones totales de I+D en los años ochenta.

(5) Realizados anualmente por *Venture Economics*, en Estados Unidos, por la *European Venture Capital Association* (EVCA), en Europa, y por Martí Pellón, en España.

(6) En la cumbre monográfica sobre el empleo (Amsterdam, 1997), se apostó por la canalización de recursos propios hacia las empresas no cotizadas. Entre otras actuaciones, se aceptó la movilización de fondos FEDER para atender la financiación de PYME en zonas objetivo 1 y 2, y se modificaron las pautas de actuación de instituciones tan consolidadas como el mismo Banco Europeo de Inversiones. Anteriormente, se habían producido sólo actuaciones aisladas, con escaso impacto, como el programa de fondos de capital semilla (1988-1995).

(7) No toman en consideración los gastos de gestión.

(8) A modo de referencia, Murray y Lott (1995) afirman que los inversores británicos de capital riesgo esperan una rentabilidad entre el 50 y el 57 por 100 anual, según exista o no riesgo tecnológico, para las inversiones en empresas en etapas iniciales.

(9) Esta ayuda debía ser reembolsada a los 10 años, sin intereses, en caso de haberse logrado una tasa interna de rendimiento (TIR) para el fondo equivalente a la rentabilidad de los bonos del Tesoro más cinco puntos porcentuales.

(10) La TIR es el valor que resulta al despejar r en la siguiente ecuación:

$$-\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}\frac{S_{jt}}{(1+r)^t}+\sum_{j=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\frac{E_{jt}}{(1+r)^t}=0$$

donde,

S_{jt}: Desembolso por inversión en la empresa j, en el momento t.

E_{jt}: Entrada de tesorería, procedente de la empresa j, en el momento t.

t: Fecha en la que tuvo lugar la entrada o salida de tesorería, desde la primera aportación (momento cero) hasta la desinversión final de la participación (momento T).

j: Empresa de la cartera responsable de la entrada o salida de tesorería, desde 1 hasta N.

(11) La identificación de la población objetivo y la selección aleatoria de la muestra fueron posibles por la existencia de un catálogo de inversiones individuales que el autor viene elaborando para la realización de informes anuales sobre la evolución del sector desde 1985.

(12) Medido tanto por el compromiso neto de recursos públicos (cantidades aportadas menos cantidades recuperadas por cualquier concepto) capitalizados a 31 de diciembre de 1997 como por la variación de la TIR bruta de los fondos.

BIBLIOGRAFÍA

Birch, D. (1979), *The Job Generation Process*, MIT Programme on Neighborhood and Regional Change, Cambridge (Massachusetts).

Bygrave, W., y Timmons, J. (1992), *Venture Capital at the Crossroads*, Harvard Business School Press, Boston.

Coutarelli, S. (1977), *Venture Capital in Europe,* Praeger, Nueva York.

Dominguez, J. R. (1974), *Venture Capital*, Lexington Books, Lexington (Massachusetts).

Ernst & Young (1998), *Mesures de la performance de l'activité du Capital Investissement en France (1988-1997)*, AFIC, París.

EUROPEAN VENTURE CAPITAL ASSOCIATION (1998), «New Pan-European performance study», *Europe Private Equity Update*, n.º 9, enero, páginas 1-4.

— (1993-1998), *1993-1998 EVCA Yearbook*, Zaventem (BE).

— (1987-1992), *Venture Capital in Europe. 1987-1992 EVCA Yearbook*, Zaventem (BE).

GOSLIN, N. L., y BARGE, B. (1986), *Entrepreneurial qualities considered in venture capital support*, Frontiers of Entrepreneurial Research; Babson College, Wellesley (Massachusetts).

GUILLAUME, H. (1998), *La technologie et l'innovation*, La Documentation Française, París.

HARRISON, R., y MASON, C. (1996), *Informal Venture Capital*, Prentice Hall, Londres.

JURY, J. (1998), «UK private equity demonstrates consistently superior returns», *UK Venture Capital Journal*, julio-agosto, págs. 21-24.

KORTUM, S., y LERNER, J. (1998), «Does venture capital spur innovation», *NBER Working Paper Series,* 6846, National Bureau of Economic Research, Cambridge (Massachusetts).

MACMILLAN, H. (1931), *Report on the Committee on Finance and Industry*, Cmd. 3897 HMSO, Londres.

MARTÍ PELLÓN, J. (1997-1999), *El capital inversión en España. 1996-1998,* Civitas, Madrid.

— (1992-1996), *El capital inversión en España. 1991-1995,* Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Industrial, Madrid.

MURRAY, G. C. (1994), «The second "Equity Gap": Exit problems for seed and early stage venture capitalists and their investee companies», *International Small Business Journal*, 12 (4), páginas 59-76.

MURRAY, G. C., y LOTT, J. (1995), «Have UK venture capitalists a bias against investment in new tecnology-based firms?», *Research Policy*, 24, págs. 283-299.

MURRAY, G. C., y MARRIOT, R. (1998), «Why has the investment performance of technology-specilist, European venture capital funds been so poor?», *Research Policy*, 27, págs. 947-976.

NEDERLANDSE VERENIGING VAN PARTICIPATIEMAASTSCHPPIJEN (1998), *Venture Capital Returns in the Netherlands*, 6th edition, La Haya.

RUMELT, R. P. (1984), «Towards a strategic theory of the firm», en LAMB, R. B. (ed), *Competitive Strategic Management*, págs. 556-571, Prentice hall, Englewood Cliffs (NJ).

STOREY, D. J.(1994), *Understanding the Small Business Sector*, Routledge, Londres.

STOREY, D. J., y TETHER, D. S. (1998), «New technology-based firms in the European union: an introduction», *Research Policy*, 26, páginas 933-946.

STOREY, D. J.; WATSON, R., y WYNARCZYK, P. (1989), «Fast growth businesses: case studies of 40 small firms in the North East of England», *Paper No. 67*, Department of Employment, Londres.

VENTURE ECONOMICS INC. (1998), *1997 National Venture Capital Association Annual Report*, Arlington (Virginia).

Resumen

Este artículo analiza el diferente grado de implicación de los operadores de capital riesgo en la financiación de la innovación en Europa y España en comparación con la experiencia americana, identificando las posibles causas que lo motivan. Entre ellas, se encuentra la falta de adecuación de ciertas condiciones del mercado, lo que requiere la utilización selectiva de incentivos promovidos desde el sector público. A estos efectos, se consideran los distintos mecanismos de actuación posibles, al tiempo que se propone un modelo de simulación, alimentado con una muestra real de participaciones en empresas españolas, como medio para estudiar la relación coste-eficacia de cada uno de ellos.

Palabras clave: capital riesgo, financiación de la innovación, arranque de empresas.

Abstract

This article examines the varying degree of involvement of venture capital operators in the financing of innovation in Europe and Spain in comparison with the American experience, pinpointing the possible underlying reasons for this. These include the unsuitability of certain market conditions, which calls for the selective use of incentives fomented by the public sector. For these purposes we consider the different possible mechanisms of action while at the same time putting forward a model of simulation, supplied with a real sample of holdings in Spanish companies as a means for studying the cost effectiveness of each one of them.

Key words: venture capital, innovation financing, start-up financing, early-stages, equity gap.

JEL classification: G24, O16, O31.

LOS INCENTIVOS FISCALES POR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN LA UNIÓN EUROPEA: UNA NOTA

Fernando SERRANO ANTÓN

I. INTRODUCCIÓN

EL objeto de esta nota es poner de relieve los distintos regímenes de incentivos fiscales que existen en la Unión Europea. Como se podrá comprobar, la mayoría de los países poseen alguna norma en su legislación que trata de fomentar la inversión en actividades de Investigación y Desarrollo (en adelante, I+D).

En estos momentos en que el gobierno español se plantea la posibilidad de introducir cambios en el tratamiento fiscal de los gastos en actividades I+D, resulta fundamental el conocimiento de los beneficios fiscales concedidos por otros países de nuestro entorno.

En el apartado II se hará un examen de los incentivos fiscales para fomentar la realización de actividades I+D que tienen los países de la UE. En el caso de que un determinado país no conceda ningún tipo de beneficio fiscal para dichas actividades (*v.gr.* Alemania y Finlandia), éste se omitirá.

II. REPASO DE LA NORMATIVA DE CADA PAÍS

Austria

Una deducción en la cuota o crédito fiscal se concede por los gastos en el desarrollo o mejora de sistemas de producción, productos o invenciones en general que sean válidas para la economía austríaca (i.e. gastos en actividades de investigación y desarrollo). Se excluyen de la base para el cálculo de la deducción por actividades en I+D los gastos de administración, los costes de distribución y los gastos en activos fijos (1).

Para poderse practicar esta deducción, es preciso que el resultado conseguido o pretendido sea válido a la economía austríaca, lo que se consigue mediante un certificado expedido por Ministro Federal de Economía. Este certificado no se precisa cuando la invención está ya protegida por la Ley de Patentes.

Como regla general, la deducción máxima por dicha actividad es de un 12 por 100 de los gastos en I+D. Una deducción especial de hasta un 18 por 100 se concede si la invención obtenida no se transfiere para su explotación sustancial a un tercero. Existe una explotación sustancial si la renta derivada de la explotación por otra persona excede del 25 por 100 de los gastos de I+D de dicho ejercicio.

Las normas para la amortización de los bienes que se hayan adquirido para la realización de las actividades en I+D siguen las normas generales del impuesto sobre la renta austríaco (2).

Bélgica

El legislador belga ha previsto una reducción en la base imponible por cantidades invertidas en activos nuevos que puedan ser amortizables. La amortización prevista es acelerada, es decir, el equivalente a un porcentaje anual incrementado de la cantidad invertida en dichos activos. La cantidad se deduce de la base imponible de las sociedades o de los establecimientos permanentes de las sociedades extranjeras (3).

La aplicación de esta reducción de la base se realiza de la siguiente manera. En lo que afecta a inversiones en sistemas para el ahorro y el uso eficiente de energía, así como actividades dedicadas a la investigación y desarrollo, siempre que sean respetuosas con el medio ambiente, se permite la deducción del:

— 13,5 por 100 de la inversión para las personas físicas, las sociedades y los establecimientos permanentes belgas de sociedades extranjeras;

— 18,5 por 100 para las mismas inversiones cuando son realizadas por sociedades de innovación tecnológica.

La Ley de 20 de diciembre de 1995 (4) ha extendido esta deducción para inversiones en patentes (5). El objetivo del legislador es fomentar la investigación, incluso cuando haya sido realizada fuera de la empresa (cuadro número 1).

El inmovilizado inmaterial es amortizable por anualidades fijas, cuyo número no puede ser inferior a tres tratándose de inversiones en investigación y desarrollo y de cinco en el resto de los casos. La administración belga admite que el material afectado a la investigación científica

CUADRO N.º 1

Tipo de inversión	PYME	Sociedades de innovación tecnológica	Otras sociedades
Inversiones para la eficiencia energética	13,5 por 100	18,5 por 100	13,5 por 100
I+D y patentes	13,5 por 100	18,5 por 100	13,5 por 100

pueda amortizarse en el porcentaje del 33,33 por 100 al año.

Las sociedades de innovación tecnológica poseen un régimen fiscal muy favorable siempre que hayan sido creadas entre 1984 y 1990 y que hayan sido reconocidas como tales (6). Este tipo de sociedades son las que están constituidas con el sólo objeto de explotar y comercializar un proceso innovador de alta tecnología. Por proceso innovador de alta tecnología se entiende un modo de fabricación o de prestación de servicios que presenta características especiales, que le distingue de los utilizados hasta ese momento en Bélgica, o que posee capacidades excepcionales que sobrepasan aquellas consideradas normales en los procesos industriales, y que permite con sus técnicas la aplicación en Bélgica de las invenciones y de los resultados de investigaciones.

Estas sociedades se benefician de los siguientes beneficios fiscales durante los siguientes diez años:

— durante los primeros tres ejercicios contables, se exime del pago del impuesto sobre sociedades tanto sobre los beneficios no repartidos como los que lo hayan sido, siempre que en este caso no se supere el 13 por 100 del capital de la sociedad, según la opción que haya tomado la propia sociedad;

— durante el resto del período, la exención es sólo aplicable sobre los beneficios repartidos;

— exención del impuesto sobre operaciones societarias por la constitución de sociedades y, en determinados casos, se conceden deducciones por los bienes inmuebles ocupados por dichas sociedades de innovación tecnológica, y

— exención de las ganancias de capital puestas de manifiesto por la enajenación de acciones de este tipo de compañías, siempre que hayan estado en posesión de éstas durante al menos tres años.

Dinamarca

Dinamarca no posee un régimen especial de incentivos fiscales para las inversiones en I+D, si bien existe una serie de condiciones para poder ser deducidos los gastos en actividades de investigación y desarrollo.

El sistema tributario danés hace depender la deducción de dichos gastos de si la investigación es «ordinaria» o «básica» o si efectúa en el seno de una actividad económica.

a) *I+D ordinaria:* Según el artículo 8, b) de la Ley de Liquidación Danesa (*Ligningsloven,* Ley 869 de 15 de noviembre de 1995), los gastos ordinarios de I+D pueden ser deducidos en el ejercicio fiscal en que se producen, o bien pueden ser amortizados a partes iguales durante los siguientes cinco ejercicios, comenzando por el ejercicio en que se produjeron los mismos. Dichos gastos deben estar relacionados con el ejercicio empresarial actual o futuro del contribuyente. Si los gastos se producen antes del inicio de la actividad empresarial, aquéllos deberán esperar para ser deducidos o amortizados al momento del inicio de la actividad.

La I+D ordinaria se define como la aplicación de conocimientos técnicos o científicos para el nuevo desarrollo o la mejora notable de materiales, productos, procesos, sistemas o servicios. Esta definición también incluye investigación aplicada, es decir, la investigación que se lleva a cabo con objeto de llegar a nuevos conocimientos mediante la aplicación práctica (7).

Los costes que incluye la I+D ordinaria danesa son: sueldos, el valor de la materia prima, alquileres, activos intangibles, experimentos e investigaciones realizados por terceros. Estos gastos se deducen en el mismo ejercicio en que se incurrieron; el resto, como, por ejemplo, los gastos de maquinaría, equipos y los bienes no inventariables, son normalmente deducidos a través de la amortización lineal.

b) *I+D básica:* Consiste en la investigación realizada para conseguir nuevos conocimientos sin el objeto de una aplicación práctica específica de éstos. En este caso, los costes en los que se incurra pueden ser deducidos incluso cuando la compañía en ese momento desconozca si los resultados pueden ser comercialmente aplicados.

Los costes de este tipo de I+D son deducidos si han sido efectuados en el ejercicio de una actividad económica. Los gastos deducibles son los mismos que los previstos para las actividades de I+D ordinaria.

c) *I+D como actividad económica:* La deducibilidad de los gastos efectuados por I+D, cuando el negocio de una compañía es llevar a cabo investigaciones y vender los resultados producidos por éstas, debe realizarse en el mismo ejercicio fiscal en que se produjeron (8).

España

Los sujetos pasivos del impuesto sobre sociedades tienen derecho a deducir de la cuota líquida del impuesto por las inversiones que realicen en gastos de I+D (9), independientemente de su contabilización como gasto del ejercicio o de su activación como inmovilizado inmaterial en curso o terminado. A efectos de la deducción se considera que:

a) la investigación es la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y una superior comprensión en el ámbito científico o tecnológico;

b) el desarrollo es 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 para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes.

Para que un gasto pueda considerarse como aplicado a una actividad I+D, ha de cumplir una serie de requisitos establecidos en la norma (10):

— la actividad I+D debe realizarse en España, si bien se admite la presencia de un establecimiento permanente en España a efectos de la deducción. Lo anterior es sin perjuicio de que para ella se adquieran elementos o equipos extranjeros o se contrate personal investigador no residente en España. También se admite la aplicación de esta deducción cuando las actividades de I+D se realicen en el exterior siempre que la actividad principal se efectúe en España y no sobrepase el 25 por 100 del importe total invertido;

— las inversiones realizadas deben estar directamente relacionadas con la actividad I+D y aplicadas efectivamente a ella.

También tienen la consideración de gastos en actividades de I+D las cantidades pagadas a un tercero que realiza la actividad por encargo del sujeto pasivo, siempre que dicha actividad se realice en España. En este caso, se entiende que el tercero no tiene derecho alguno a practicarse la deducción.

La base de la deducción está constituida por el importe del gasto en I+D menos el 65 por 100 de las subvenciones recibidas para su financiación que se computen como ingreso en el mismo ejercicio fiscal. La base de la deducción comprende: los gastos de personal investigador, científico, técnico y auxiliares dedicados a una actividad dirigida a la incorporación de nuevos conocimientos científicos o tecnológicos para la elaboración de productos no existentes en el mercado, los suministros consumidos en el ejercicio, los gastos de los inmovilizados materiales e inmateriales, etcétera.

Los porcentajes de deducción varían según sea el valor de los gastos del período impositivo, en comparación con el valor medio de los gastos efectuados en los dos años anteriores:

— cuando sea igual o inferior, el porcentaje es del 20 por 100 para la totalidad de los gastos del período;

— si es superior, se aplica el 20 por 100 hasta el valor medio y, sobre el exceso, el 40 por 100.

Los activos fijos afectos a I+D, fuesen nuevos o usados, deberán permanecer en funcionamiento en la empresa un tiempo superior a cinco años o durante su vida útil.

La conclusión con o sin éxito del programa I+D no influye en la deducción, como tampoco el que el resultado del mismo sea o no susceptible de protección jurídica conforme a la Ley 11/1986, de patentes.

Francia

El Code Général des Impôts francés establece una deducción en la cuota en relación con los gastos que se realicen en actividades de investigación y desarrollo realizadas tanto por personas jurídicas como físicas (11). Los gastos, para ser deducibles, deben realizarse en Francia en actividades de investigación fundamental o aplicada y en actividades de desarrollo experimental (12).

Dicha deducción constituye un componente esencial de la ayuda pública francesa en favor de las actividades de I+D; de hecho, son más de 7.000 empresas francesas las que se benefician de esta deducción, siendo 6.300 PYME.

La deducción consiste en un 50 por 100 de la diferencia entre:

— gastos realizados en I+D en el ejercicio fiscal que se liquida, y

— la media de los costes en que se haya incurrido por I+D en los dos años precedentes, ajustados por un coeficiente basado en el incremento de precios al consumo.

El límite de la deducción son 40 millones de francos franceses. Dicho régimen expira el 31 de diciembre del 2003. El exceso de crédito que no pueda ser compensado en el impuesto sobre la renta de personas físicas o jurídicas (se exceptúa así la posible compensación con los recargos y con la imposición mínima existente en Francia) puede ser utilizado en los tres ejercicios fiscales posteriores. En el caso de empresas de reciente creación, el exceso de deducción puede dar lugar a una devolución.

Los gastos que están contemplados en la deducción son los siguientes: dotaciones a la amortización de bienes inmuebles afectos a la investigación, alquileres, gastos de personal, gastos de investigación en los que hayan incurrido terceros, gastos de registro de patentes y gastos ligados a la elaboración de nuevas colecciones por empresas dedicadas al mundo de la moda.

Holanda

En Holanda no existe un régimen de incentivos fiscales específico por inversiones en actividades I+D. Ahora bien, sí existen algunos beneficios fiscales ligados a este tipo de actividades.

Para los trabajadores no residentes que estén temporalmente contratados por un empresa holandesa, se establece un derecho a la aplicación de una reducción en la base imponible de un 35 por 100 del salario bruto, siempre que se trate de trabajadores con una alta cualificación técnica o científica. Esta reducción de la base se concede como compensación por los gastos extraordinarios derivados de tener el puesto de trabajo en Holanda (13).

Las condiciones de aplicación de este incentivo son las siguientes:

— el contribuyente no residente tiene que estar contratado por un empresa holandesa. Esta empresa debe ser un retenedor;

— el contribuyente extranjero está trabajando temporalmente en Holanda;

— el trabajador tiene que poseer un conocimiento específico que resulte muy difícil de encontrar en el mercado laboral holandés. Por conocimiento específico se entiende una alta preparación o especialización, y

— la reducción del 35 por 100 se aplica por un período de 10 años a contar desde el comienzo del contrato laboral.

Independientemente de la aplicación de esta reducción en la base imponible, el trabajador tiene derecho al resto de incentivos fiscales establecidos en el impuesto sobre la renta holandés en los artículos 35-37 (14).

Existe otro incentivo para los trabajadores sometidos a retención a cuenta en el impuesto sobre la renta. En efecto, a los salarios pagados a trabajadores que estén efectuando actividades de I+D se les aplica una reducción del 40 por 100 sobre los primeros 150.000 florines holandeses del total del salario bruto y un 13 por 100 sobre el resto. La reducción anual máxima por empresario o compañía es de 15 millones de florines.

Para que se pueda aplicar esta reducción en la base imponible, es necesario que las actividades de I+D estén organizadas en Holanda, y deben ser directa y exclusivamente dirigidas a la investigación científica y técnica sobre nuevos productos o procesos de producción. Esto incluye los estudios de viabilidad. Antes de aplicar la reducción, el empresario o la compañía debe obtener un certificado de I+D. Este certificado debe ser solicitado al ministro de Hacienda al menos tres semanas antes del inicio del nuevo año calendario.

De acuerdo con la consulta de 27 de julio de 1994, la reducción I+D puede ser calculada sobre los salarios beneficiados con la regla del 35 por 100 concedida a trabajadores no residentes que posean una importante especialización y un contrato temporal en Holanda.

Lo que resulta interesante de este incentivo es que no afecta al impuesto sobre la renta de las personas físicas, es decir, los trabajadores podrán deducirse la cantidad en la cuota líquida como si no se hubiese producido la reducción en el cálculo de las retenciones. Para la empresa, la reducción en las retenciones supone unos menores costes y, por tanto, un mayor beneficio sometido al impuesto sobre sociedades.

El artículo 44m[4] del citado impuesto sobre la renta establece además otro incentivo cuando señala que los empresarios que lleven a cabo actividades I+D al menos durante 625 horas al año reciben una deducción superior por autónomos. Para 1999 la cantidad es de 10.621 florines. Esta deducción o crédito puede ser combinada con la regla del 35 por 100 explicada anteriormente (15).

Italia

Como otros países, Italia establece junto al régimen especial de deducción de gastos en actividades de I+D, una serie de incentivos fiscales por la inversión en este tipo de actividades.

El artículo 74.1 del DPR número 917, de 22 de diciembre de 1986 (16) establece la deducibilidad de los gastos incurridos en actividades de I+D en el año en que se producen o (en la misma cuantía) durante los siguientes cinco años. La empresa, una vez que ha optado por la amortización constante, está obligada a seguir con dicho sistema durante el resto del período, sin posibilidad de cambiar el criterio.

Aparte del régimen de amortización ya visto, la Ley núm. 449, de 27 de diciembre de 1997, estableció una deducción en la cuota dirigida al desarrollo de las investigaciones científicas. En efecto, el artículo 5 de la Ley 449/1997 desarrolla esta deducción considerando como empresas que pueden practicarse este tipo de incentivo a las PYME, las empresas artesanales, los consorcios, y las sociedades constituidas entre las PYME y las empresas artesanales, aunque asuman la forma de cooperativas. Como requisito para todas las sociedades citadas, se necesita que desarrollen sus actividades en territorio italiano.

Se excluye de este incentivo fiscal a las empresas pertenecientes a las siguientes áreas: agricultura, pesca, transporte, siderurgia y construcción naval.

La ventaja fiscal que va unida a la creación y mantenimiento de puestos de trabajo de individuos con una gran preparación científica puede ser de dos tipos, dependiendo del nuevo tipo de contrato laboral. Así, en el primer caso, se habla de contratos por asunción, al conseguir los trabajadores de una empresa italiana el título de doctor, cualquier otro título académico post-licenciatura, aunque se consiga en el extranjero, y licenciados con experiencia en el sector de la investigación. En estos casos, el legislador italiano concede una deducción de 15 millones de liras por cada obtención de uno de los grados citados, con un máximo de 60 millones de liras por empresa y ejercicio.

En el segundo caso, se trata no ya de trabajadores que obtienen un título superior, sino de nuevos contratos de investigación en centros universitarios, consorcios, entes públicos e instituciones de investigación, en el *Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente* (ENEA), en la Agencia Espacial Italiana, en fundaciones privadas que desarrollen directamente actividades de investigación científica, y en laboratorios públicos y privados debidamente autorizados. Asimismo, se contemplan en este segundo tipo los gastos en los que se incurra por la concesión de becas de estudio para la realización de doctorados. En estos casos, la deducción asciende al 60 por 100 de los importes relativos a los contratos o a las becas de investigación. Para el caso de contratación de nuevos trabajadores altamente cualificados, la aplicación de la deducción requiere que se haya incrementado el número de trabajadores en el nuevo ejercicio.

Luxemburgo

La Ley de 27 de julio de 1993 (17) tiene por objeto el desarrollo y la diversificación económicos así como la mejora de la estructura general de la economía. Entre dichas medidas se encuentran las ayudas en favor de operaciones de I+D que tengan por objeto promover la creación, el desarrollo, la racionalización, la conversión o la reorientación de empresas. Entre estas operaciones de promoción se encuentran la transferencia de tecnología, la adquisición de patentes, de licencias y de *know how,* así como las operaciones de cooperación transfronterizas o internacionales realizadas por las empresas de I+D.

Los gastos susceptibles de beneficiarse de este régimen están limitados según los programas de investigación a un 25 por 100, 35 por 100 o 50 por 100. Entre los gastos que se entienden incluidos se hallan los servicios prestados por terceros, la compra de patentes, licencias de utilización y *know how.*

La Ley prevé diferentes instrumentos para la promoción de la investigación, como subvenciones, bonificaciones en el interés a pagar por capitales prestados y ayudas a la promoción (17). Está igualmente previsto un régimen de incentivos fiscales para el beneficio procedente de nuevas empresas que utilicen sistemas de fabricación innovadores (sectores de tecnología punta que se caracterizan por los medios que se utilizan) o que presten servicios de alta tecnología. A este tipo de actividades se les conceden unas vacaciones fiscales en los ocho primeros ejercicios fiscales desde el inicio de operaciones, siempre que no compitan con actividades económicas ya existentes. La cuantía de las vacaciones fiscales depende del importe de la inversión en propiedades inmobiliarias y equipos principalmente, con un máximo de un 25 por 100 de los beneficios obtenidos por la empresa.

Asimismo, la Ley de marzo de 1987 (18) exime del pago de to-

do tipo de impuestos a los centros de investigación públicos y a las empresas del sector público, salvo el IVA.

Portugal

Como en gran parte de los países estudiados, los beneficios fiscales que se conceden por la inversiones en I+D se desarrollan o bien como regímenes especiales de depreciación, o bien como incentivos en forma de deducciones.

En el caso de Portugal, el artículo 30 del *Código do Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Colectivas* (19) declara la deducibilidad de los gastos de I+D como un coste del ejercicio en que se realizan. El legislador portugués, en el mismo artículo, define lo que se consideran gastos de investigación como los realizados por la empresa con vista a la adquisición de nuevos conocimientos científicos o técnicos.

En cuanto a los gastos de desarrollo, se entienden como tales aquéllos realizados por la empresa a través de la exploración y estudio de resultados de trabajos de investigación o de otros conocimientos científicos o técnicos con el fin de descubrir o mejorar sustancialmente materias primas, productos, servicios o procesos de fabricación (20).

El porcentaje de deducción por amortización de los costes en inversiones en I+D, basado en el método de la línea recta, es del 33,33 por 100.

En Portugal existe una deducción específica en la cuota o crédito fiscal por las inversiones en I+D. La creación de este régimen de incentivos responde a la necesidad de estimular y apoyar la investigación empresarial a partir de 1997, cuando este país se percata de que es uno de los pocos países de la OCDE que carece de un régimen específico de fomento e incentivo para las inversiones en I+D.

Esta deducción se encuentra regulada en el Decreto Ley 292/97, de 22 de octubre. La deducción se aplica a empresas sujetas al impuesto sobre la renta de las personas jurídicas, residentes en Portugal, que ejerzan una actividad comercial, industrial o agrícola y a los no residentes cuando posean en Portugal un establecimiento permanente.

La deducción consiste en un 8 por 100 de los gastos realizados en el ejercicio más un crédito adicional de un 30 por 100 de la cantidad que exceda de la media de inversiones realizadas en I+D durante los dos años anteriores, con un máximo de 50 millones de escudos portugueses. El crédito que no haya podido ser utilizado puede ser compensado en los tres ejercicios siguientes.

Se consideran especialmente deducibles los siguientes gastos:

— adquisiciones de inmovilizado, a excepción de edificios desde que están afectos a actividades de I+D;

— gastos de personal con vinculación en actividades de I+D;

— gastos por las cantidades pagadas a dirigentes, administradores y gestores de instituciones de I+D;

— gastos corrientes de funcionamiento hasta un máximo de un 55 por 100 de los gastos de personal;

— participación en el capital de instituciones de I+D y contribuciones a fondos destinados a financiar actividades de I+D;

— gastos relativos a la contratación de actividades de I+D a entidades públicas, o que hayan sido consideradas de utilidad pública, o cuya idoneidad en materia de I+D sea reconocida por los ministerios de Economía y de Ciencia y Tecnología;

— gastos de registro y mantenimiento de patentes;

— gastos por la adquisición de patentes que sean predominantemente destinadas a la realización de actividades I+D, y

— gastos de auditoría.

Reino Unido

En el Reino Unido se está llevando a cabo un debate sobre la necesidad de establecer un claro marco de incentivos en las actividades de I+D y de propiedad intelectual. En estos momentos, se puede observar un número de medidas tributarias distintas y dispersas dependiendo del tipo de actividad que se desarrolle. Sin duda, esto produce que la racionalidad del régimen sobre el que se asienta se vea perjudicada.

La Administración tributaria británica sabe de la importancia de las actividades I+D para toda la economía, ya que, independientemente del potencial para crear nuevas sistemas, fórmulas y productos, a largo plazo produce un incremento en el crecimiento del país.

Los incentivos, sólo a nivel de amortización, que se pueden encontrar en la Ley del impuesto sobre la renta de 1988 son los siguientes: en cuanto a los gastos en investigación y desarrollo (21), se recogen en el cuadro número 2, y en cuanto a los gastos por adquisición de propiedad intelectual, en el cuadro n.º 3.

Las asociaciones científicas de investigación poseen una

exención en lo que se refiere al impuesto sobre la renta (ICTA 1988).

Suecia

En Suecia no existe un régimen de incentivos fiscales para las actividades de I+D.

Ahora bien, se concede una reducción en la base imponible a los investigadores extranjeros contratados temporalmente por organizaciones o empresas suecas. Para tener derecho a este incentivo, el trabajador tiene que poseer la autorización del Consejo de Tributación de Investigadores.

El beneficio fiscal se concede en relación con un trabajo de investigación o desarrollo en los campos o en los niveles de especialización en los que se encuentran serios problemas para la contratación de expertos dentro del país. El incentivo se concede por un período de dos años, y excepcionalmente por cuatro años, siempre que el trabajador fuese un no residente antes del inicio de su trabajo en Suecia.

La reducción de la base consiste en la exclusión en un 30 por 100 del salario derivado de su trabajo como investigador. Además los gastos por alojamiento, mudanzas, viajes y el colegio de los hijos también se excluyen de la base imponible de dicho trabajador (22).

III. CONCLUSIONES

El estudio de los regímenes de incentivos fiscales para la inversión en actividades de I+D que existen en la Unión Europea pone de manifiesto la gran disparidad de instrumentos utilizados por los distintos países, si bien en todos los ordenamientos se observan definiciones precisas del concepto de I+D, para evitar así el uso fraudulento de este tipo de beneficios fiscales. Se ha podido comprobar asimismo que los incentivos fiscales que están ligados a este tipo de actividades pueden consistir o bien en reducciones en la base, o bien en deducciones en la cuota, es decir, créditos fiscales. También se constata que en ocasiones se permite un amortización acelerada y en otros casos, cuando no existen estos beneficios, los países establecen medidas para el fomento de la contratación de trabajadores e investigadores altamente cualificados, o bien algún tipo de incentivo para la inversión de horas de trabajo en actividades de investigación y desarrollo.

NOTAS

(1) *Cfr.* Artículo 4.4 *Einkommensteuergesetz* (EStG) o Ley del Impuesto sobre la renta, BGB1 1988-400.

(2) *Cfr.* Artículos 7 y 8 EStG.

(3) *Cfr.* Artículos 68 - 77 *Code des impôts sur les revenus, Boletín Oficial* de 30 julio de 1992, en adelante CIR.

(4) Artículo 6 Ley de 20 de diciembre de 1995 de medidas fiscales, financieras y diversas, *Boletín Oficial* de 23 de diciembre de 1995.

(5) La definición belga de patentes se contiene en las disposiciones relativas a la

CUADRO N.º 2

REINO UNIDO: INCENTIVOS PARA GASTOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Tipo de gasto en I + D	*Tratamiento fiscal*
Gastos I+D en equipos y edificios	Amortización total en el momento de la realización del gasto
Gastos I+D en el resto de supuestos	Amortización total en el momento de la realización del gasto

CUADRO N.º 3

REINO UNIDO: INCENTIVOS PARA GASTOS EN ADQUISICIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Tipo de gasto en I + D	*Tratamiento fiscal*
Patentes, *know how* industrial, *software*	25 por 100 de deducción
Marcas, franquicias	No hay deducción fiscal
Copyrights	Amortización en el período de explotación

contabilidad de sociedades y, en especial, en la Arrêté Royal de 8 de octubre de 1976 relativa a las cuentas anuales de sociedades.

(6) *Cfr.* Artículos 68 - 76 de la Ley de 31 de julio de 1984.

(7) Véase la Circular Danesa núm. 72 de 17 de abril de 1996.

(8) Véase el artículo 6 de la *Statsskatteloven* o Ley estatal del impuesto sobre la renta y el patrimonio, Ley 149 de 10 de abril de 1992.

(9) Véase artículo 33 LIS.

(10) No tienen la consideración de actividades de investigación y desarrollo: la supervisión de ingeniería, el control de calidad y la normalización del producto, la solución de problemas técnicos de procesos productivos interrumpidos, los esfuerzos rutinarios para mejorar la calidad de materiales, productos, procesos o sistemas, la adaptación de un proceso o sistema de producción ya existente a los requisitos específicos impuestos por un cliente, los cambios periódicos o de temporada en el diseño de materiales ya existentes, equipos, procesos y sistemas propios del proceso productivo, y la planificación de la actividad productiva.

(11) Véase *Code Général des Impôts,* art. 244, quarter B, 199 ter B y 220 B.

(12) Véase *Code Géneral des Impôts,* art. 49, 7, F.

(13) *Cfr.* Circular del Ministerio de Hacienda holandés de 29 de mayo de 1995.

(14) *Cfr. Wet op de inkomstenbelasting* 1964, Stb. 1964-512.

(15) Holanda concede créditos fiscales cuando se realizan inversiones en países en desarrollo y posterior reparto de dividendos. De todas las maneras, esta materia escapa del objeto del estudio. *Cfr. Unilateral Relief Decree,* de 1 de enero de 1990.

(16) El *Decreto del Presidente della Repubblica* núm. 917 de 22 de diciembre de 1986, aprueba el *testo unico delle imposte sui redditi.*

(17) Véase Mémorial A 1993, pág. 1087.

(18) Véase Mémorial A, 1987, pág. 164.

(19) Véase Decreto Ley 442-B/1988, de 30 de noviembre.

(20) *Cfr.* Artículo 30.2 CIR.

(21) La definición que se toma en cuenta para la deducción de los gastos I + D es la generalmente aceptada de la OCDE, también conocida por definición Frascati.

(22) *Cfr.* Artículo 54 *Kommunalskattelagen* (Impuesto sobre la renta municipal)

Resumen

En esta nota, se estudian los regímenes de incentivos fiscales por inversión en actividades en investigación y desarrollo que existen en la Unión Europea. La práctica mayoría de los estados miembros de la UE poseen alguna norma que trata de fomentar la inversión en dichas actividades. Los incentivos fiscales que están ligados a este tipo de actividades pueden consistir o bien en reducciones en la base, o bien en deducciones en la cuota, es decir, créditos fiscales; así como sistemas de amortización acelerada, entre otras modalidades de incentivos que son estudiadas.

Palabras clave: I+D, incentivos fiscales, España, Unión Europea.

Abstract

This note deals with the regimes of tax incentives in the European Union for investments in research and development activities. Most of EU member states has special fiscal incentives in order to promote and foster the investments in such activities. The tax incentives link to research and development activities consist basically in reductions or tax credits. In some cases, incentives can take the form of accelerated depreciation.

Key words: R&D, tax incentives, Spain, European Union.

JEL classification: O31.

CENTRALIDAD Y COHESIÓN EN LAS REDES DE COLABORACIÓN EMPRESARIAL EN LA I+D SUBSIDIADA

Luis SANZ MENÉNDEZ
José Remo FERNÁNDEZ CARRO
Clara Eugenia GARCÍA (*)

I. INTRODUCCIÓN

La innovación tecnológica se presenta como un proceso clave que determina las oportunidades de crecimiento económico de empresas, regiones y países. Por otra parte, desde hace años se viene señalando la importancia de aspectos colectivos y/o sistémicos en la producción de nuevos conocimientos. Por ejemplo, se insiste en la relevancia de las *externalidades* (Geroski, 1995; Mohnen, 1996) o de las estructuras institucionales —*sistemas de innovación*— que condicionan, limitan o potencian, las posibilidades de innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson 1993; Edquist, 1997). Así, la innovación tecnológica aparece como el resultado de las interacciones entre los actores del sistema, incluyendo las relaciones entre empresas y las que éstas mantienen con otros actores públicos y privados.

La idea de que la innovación tecnológica se produce en el seno de redes o sistemas de relaciones interorganizativas se encuentra ampliamente difundida; y un sistema eficiente de innovación sería el que contase con buenas capacidades de distribución y absorción de la información y conocimiento tecnológicos (David y Foray, 1995). Este enfoque sistémico ha servido, además, para llamar la atención no sólo sobre la relevancia creciente de la colaboración en la I+D, sino sobre las características de las redes que emergen como resultado de esta cooperación (Hagedoorn, 1990; Freeman, 1991), y que pueden adoptar formas diversas, incluyendo acuerdos de cooperación, cesión de licencias, intercambio tecnológico, relaciones con clientes o suministradores, etcétera.

Por otra parte, las ventajas de las redes de cooperación interorganizativa en el ámbito de la I+D guardan una relación muy estrecha con las características de la innovación y los conocimientos producidos. En este sentido, es necesario considerar cuáles son algunas de estas características para poder comprender mejor el significado de las formas de medición de la colaboración en la I+D que se desarrollan y analizan en este trabajo. En primer lugar, es necesario destacar que la innovación es un proceso de interacción y producción de conocimientos que, por sus propias características, no son perfectamente apropiables. Estas dificultades en la apropiación del conocimiento se traducen en la existencia de importantes externalidades de carácter positivo, cuyos beneficios se capitalizan mejor si los agentes están organizados, o sus relaciones están estructuradas o semi-estructuradas, que es la idea que subyace al fomento de la investigación cooperativa. Además, partiendo de esta consideración de carácter general, el análisis y medición de las redes sociales de cooperación cobra especial relevancia, ya que permite observar el comportamiento de distintos agentes en función de su posición relativa en cada una de las redes, componentes o *cliqués* en los que participa.

Desde la perspectiva empresarial, las actividades de I+D aparecen como una componente significativa, aunque no la única, del desarrollo de su potencial tecnológico y de innovación. Las actividades de I+D en la empresa tienen un carácter dual: *a)* son la fuente de producción de nuevos conocimientos y *b)* determinan el desarrollo de las denominadas capacidades de absorción del conocimiento producido por otros actores del sistema (Cohen y Levinthal, 1989).

El fomento de la I+D cooperativa se ha convertido en un tema central de las políticas científicas y tecnológicas. Este creciente interés responde, básicamente, a dos razones. En primer lugar, al intento por mejorar la eficiencia del sistema de ciencia y tecnología en su conjunto, de tal manera que el fomento de redes interorganizativas facilita la distribución de conocimientos e innovación, e incrementa las capacidades de absorción de los distintos agentes. Y, en segundo lugar, a que la promoción de la cooperación en materia de I+D tiene para los gobiernos una relación coste/beneficio muy favorable.

Los gobiernos, hoy en día, no se preocupan tanto por incentivar las inversiones individuales en materia de I+D como, sobre todo, por mejorar la eficiencia del conjunto del sistema ciencia-tecnología-industria. De hecho, una nueva generación de instrumentos de política se ha desarrollado con el objeto de «solventar los fa-

llos sistémicos» (Malerba, 1996; Smith, 1997) en lugar de concentrar la acción de los gobiernos en incentivar la investigación con el objetivo de solucionar los tradicionales fallos del mercado. Con esta nueva fundamentación, los gobiernos se convierten en facilitadores o coordinadores (Schienstock, 1994) y, en este contexto, el énfasis en la colaboración en la I+D es parte de las estrategias para facilitar que empresas e instituciones implicadas en la innovación puedan coordinar sus actividades. Podría decirse que existe un nuevo consenso sobre la relevancia de la colaboración en la I+D para las políticas tecnológicas (EC, 1995; OECD, 1996 y 1997) y que esto es debido a que las redes son el ámbito en el que se generan, intercambian y utilizan los conocimientos que conducen a la innovación. La creciente relevancia, en el contexto europeo, de los instrumentos de política tecnológica y de innovación basados en la colaboración, tales como el Programa Marco de I+D o EUREKA (1), son ejemplos prácticos de las nuevas estrategias basadas en la colaboración entre empresas, o entre éstas y centros académicos de investigación.

Si suponemos que la cooperación en el desarrollo de un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico promueve la formación de redes interorganizativas, el sistema de innovación, así como de producción y utilización del conocimiento, es susceptible de estudiarse en términos de redes sociales. Aquí no se estudian los patrones o comportamientos cooperativos de los agentes, sino cómo determinados programas europeos de I+D han contribuido a generar estructuras distintas y, por tanto, cómo la diversidad en las redes podría asociarse a diferencias más o menos significativas en la eficiencia de estos programas de investigación. Es importante señalar que este trabajo permite describir los programas y sus efectos sin que ello signifique que sea posible extrapolar estas características a otro tipo de efectos *ex post* que, en el ámbito concreto de las empresas, hayan tenido lugar como resultado de la cooperación interorganizativa.

Este artículo pretende analizar las formas en que esas organizaciones se conectan para determinar la estructura general de la red, sus grupos y la posición de las organizaciones singulares en la misma, de modo que se profundice en las estructuras sociales que subyacen a los flujos de conocimiento e información. La idea fundamental que sustenta la argumentación es que las interacciones entre organizaciones, además de reflejar la estructura que subyace a los flujos de conocimiento y comunicación, podrían tener impacto relevante en el comportamiento de los actores de la innovación, como resultado de los procesos de aprendizaje que se desarrollan en el marco de esas estructuras.

Hoy se reconoce que las redes, o las interacciones entre los actores, son decisivas para la innovación; sin embargo, la medición y descripción de las propiedades y de los efectos de estas redes se encuentra aún poco desarrollada. Es precisamente en este terreno donde se sitúa este trabajo, que se centrará en el análisis de la colaboración interorganizativa en la I+D, especialmente la que surge a través de proyectos de investigación subsidiados de naturaleza pre-competitiva, en el marco de los programas de I+D de la Comunidad Europea (2), que se iniciaron entre 1990 y 1996. El objeto específico de este trabajo es el estudio de las redes interorganizativas dedicadas al desarrollo y/o ejecución de la investigación y, más específicamente, de la investigación subvencionada. Las preguntas que nos planteamos al abordar este análisis en términos de las redes que emergen en el desarrollo conjunto de proyectos de investigación europeos son las siguientes: ¿Cuál es la posición de los actores en la red?, ¿cuáles son los grupos que pueden identificarse?, ¿cómo evoluciona la red?

Para dar cuenta de las estructuras que emergen de la colaboración, este trabajo utiliza métodos relacionales, en concreto el denominado análisis estructural y de redes —*network analysis* (3)—, que tiene su fundamento en la teoría de grafos, y que se ha desarrollado como herramienta de medición en los últimos decenios, fundamentalmente, en sociología y en el estudio de las formas organizativas (4). Esta herramienta tiene la ventaja de que permite analizar el problema, de forma operativa, desde distintas perspectivas o enfoques disciplinares (DeBresson y Amesse, 1991). Por otro lado, el uso de este método, aunque se ha aplicado al estudio de otras estructuras relacionales, no se ha generalizado en el análisis de las redes que emergen de la colaboración en la I+D y, mucho menos, con datos españoles.

Así expuestos, los objetivos de este trabajo son modestos; se trata de hacer una primera aproximación descriptiva al estudio de las redes que emergen como resultado de la cooperación de empresas españolas en el marco de proyectos europeos de investigación. Este trabajo pretende demostrar la utilidad de una metodología —el análisis estructural y de redes— aplicada a la comprensión y caracterización de la cooperación subsidiada en I+D, y que en España se viene

analizando a través de indicadores simples y con herramientas tradicionales, tales como el número de proyectos totales, la razón de proyectos con participación española, el número de coordinadores o la proporción de retorno en términos financieros para España (véase CDTI, 1998; CICYT, 1998).

La relativa novedad de la aplicación del análisis de redes sociales a la colaboración en I+D, así como la dificultad terminológica inevitablemente ligada al mismo, nos llevan a explicar de forma más detallada cómo se construyen estas redes o grafos, así como algunos conceptos necesarios para su comprensión, todo ello antes de presentar las aplicaciones y resultados del análisis de redes sociales utilizando la información procedente de la cooperación en distintos programas europeos de I+D.

II. LOS PROGRAMAS DE I+D COMO CONSTRUCTORES DE REDES

El análisis de redes permite describir las estructuras relacionales que surgen cuando diferentes organizaciones colaboran en diversos acuerdos bilaterales o multilaterales, de modo que tal estructura se traduce en la existencia de una red social. Las redes sociales son conjuntos de relaciones sociales o interpersonales que ligan individuos u organizaciones en «grupos». Desde los primeros trabajos de Barnes (1954) y Bott (1957) intentado describir las estructuras sociales en términos de redes, enlazando con las tradiciones de la sociometría, el concepto de red ha devenido familiar en las ciencias sociales, especialmente en la sociología (5).

Las redes son mecanismos de comunicación, de transmisión de información y de aprendizaje. El estudio sobre los *colegios invisibles* (Crane, 1972) fue uno de los primeros trabajos que utilizó la idea de las redes de comunicación entre científicos como forma de explicar el crecimiento del conocimiento científico. Desde entonces, el fenómeno de las redes de colaboración se ha aplicado al estudio de la ciencia, la tecnología o la innovación desde diversas perspectivas (6). Sin embargo, existe una gran diversidad en los conceptos de red utilizados y, especialmente, en su operacionalización y medición.

En la aplicación de redes a la cooperación empresarial en I+D existen precedentes como los desarrollos de la escuela de Uppsala; así Hakansson (1989) ha desarrollado un esquema analítico en el cual las redes están constituidas por los actores, los recursos y actividades que desarrollan. Sin embargo, el más claro y significativo impulso empírico ha venido de la mano de la explotación de la base de datos CATI creada en MERIT (7), aplicada fundamentalmente al estudio de las *joint ventures* y alianzas tecnológicas. Algunos de los resultados de estos análisis se encuentran en Hagedoorn y Schakenraad (1990), dónde revisan los tipos de acuerdos cooperativos entre empresas en diversas áreas tecnológicas; en Hagedoorn y Schakenraad (1992), dedicado al análisis de la densidad y estabilidad de las redes en tecnologías de la información; o, más recientemente, en Hagedoorn (1995).

El método también se ha aplicado específicamente al estudio de las redes de colaboración que surgen de proyectos conjuntos de investigación entre países (Cabo y Bijmolt, 1992; Cabo, 1997), y ha quedado canonizado en el *Informe europeo de indicadores de ciencia y tecnología* (EC, 1997a). Sin embargo, el objeto específico de este trabajo es el estudio de las redes interorganizativas dedicadas al desarrollo y/o ejecución de la investigación subvencionada y pre-competitiva. Por tanto, las relaciones que se van a analizar no se refieren a países, sino a empresas y centros de investigación.

Las herramientas que tradicionalmente se han utilizado en los análisis bibliométricos han sido las derivadas de la «co-ocurrencia», mientras que en el análisis de la colaboración interempresarial dominan las técnicas de análisis de conglomerados (*clusters*) y las de escalado multidimensional (MDS). La contribución de este artículo, utilizando las herramientas del análisis estructural y de redes, queda reflejada en los siguientes aspectos: *a)* el análisis de los actores y sus posiciones como resultado de la interacción y, especialmente, la identificación de las posiciones de poder que los actores ocupan en la red informativa (para lo que se mide la centralidad de los actores), y *b)* la caracterización del grado de cohesión y de integración de la red (por lo que se estudian los componentes, la densidad y la centralización de las redes). Finalmente, este análisis incluye la demostración de que es viable el desarrollo de mediciones sistemáticas de las variables que caracterizan a las redes que emergen de la colaboración en la investigación, y que tales medidas permiten la comparación entre programas de investigación y países.

El análisis de redes nos permite identificar las estructuras que emergen en torno a la actividad de colaboración en la investigación subvencionada por los programas marco de I+D. Estas estructuras sociales están

formadas por empresas y organizaciones de investigación (universidades, instituciones de investigación, etc.) que colaboran en un conjunto de proyectos, y cuyo alcance y definición de tareas están acotados por los objetivos de un programa específico de investigación. Este tipo concreto de redes se conocen como *redes de afiliación* (Wasserman y Faust 1994), redes de pertenencia o redes de implicación conjunta; la afiliación representa la asociación de un conjunto de actores con un conjunto de acontecimientos. En nuestro caso, un vínculo o una red se forma cuando dos o más organizaciones trabajan conjuntamente en el marco de un determinado proyecto. Este descriptor ofrece varias ventajas; la primera, y más destacada, es la que permite entender cómo el vínculo o vínculos interorganizativos aumentan a medida que se incrementa el número de proyectos conjuntos, así como en relación a otras características tales como la duración o el volumen de recursos implicados.

III. LA CONSTRUCCIÓN DEL GRAFO DE LA COLABORACIÓN EN LA I+D

Como se ha señalado con anterioridad, el análisis estructural y de redes se fundamenta, de modo práctico, en la creación y desarrollo de la matriz de relaciones y en la construcción del *grafo*. En este trabajo se ha construido un grafo que corresponde a los actores participantes en los proyectos de investigación desarrollados en los programas marco de I+D de la Comunidad Europea, que se podrían caracterizar como investigación «pre-competitiva». Este grafo describe las relaciones de cooperación para la investigación de empresas españolas con otras empresas españolas y de otros países europeos, centros de investigación y universidades surgidas en proyectos de investigación al amparo de programas de investigación de los programas marco de I+D, Los datos correspondientes a proyectos y participantes se obtuvieron de la base de datos CORDIS (EC, 1997b), que fue creada como mecanismo de información y difusión de datos de los proyectos de I+D financiados por la Unión Europea.

En el proceso de selección y construcción de los datos se han seguido los siguientes pasos: En primer lugar se identificaron los proyectos cuya fecha de inicio es posterior a 1 de enero de 1990. Dada la fecha en la que se realizó la extracción de datos, se incluyen proyectos contratados hasta septiembre de 1996 en el Programa Marco de I+D. Esto significa que se han incluido proyectos financiados por diversos programas de I+D incluidos en los programas marco II (1987-1991), III (1990-1994) y IV (1994-1998). Bien es verdad que, por el período seleccionado, los correspondientes al III Programa Marco están completos, aunque no los correspondientes al IV Programa, por lo que aquellos representan la parte más importante del grafo.

En segundo lugar, se procedió a seleccionar, del conjunto total, aquellos proyectos que cumplían la condición de tener, al menos, un participante español siempre que este fuese empresa, centro tecnológico empresarial o asociación de investigación. De este modo, se excluyeron los proyectos que no incluían socios españoles o aquellos en los que únicamente estaban representados por universidades o centros públicos de I+D.

Así pues, para definir el grafo se tomó como *actores* a los participantes en proyectos de investigación subsidiada dentro de los programas marco de I+D y que cumplían las condiciones señaladas.

Para hacer viable el tratamiento, se realizó un proceso manual de corrección de los datos originales y de homogeneización de los nombres y acrónimos, tanto españoles como foráneos, aunque en este último caso, y para facilitar el trabajo, se decidió agregar todas las instituciones educativas de cada país distinto de España en una única etiqueta. Este conjunto de instituciones universitarias aparecerá con una posición resaltada artificialmente, aunque sin modificar el análisis de las posiciones y relaciones de los actores españoles, así como de las empresas extranjeras.

El criterio elegido para tender las líneas o aristas entre actores es la colaboración de éstos en un proyecto de I+D, esto es, su afiliación a la red a través de ese proyecto. Por tanto, el grafo consiste en los nodos y las líneas, así como en otra información sobre actores o proyectos. Además, en este caso el grafo resultante es multigrafo, dado que dos actores pueden estar unidos por diferentes líneas derivadas de su adscripción a diferentes proyectos.

Para aumentar la visibilidad de la posición de los socios españoles en la red y para facilitar los cálculos (8), se ha optado por considerar exclusivamente los lazos de los actores españoles con el resto de los socios en cada proyecto, ya fuesen estos españoles o extranjeros, excluyendo del grafo los lazos o aristas de los socios extranjeros entre sí. Este procedimiento permite reducir artificialmente el número de lazos,

aunque introduce un sesgo en la construcción y medida de las redes; si bien la opción es discutible en términos metodológicos, ya que cambia las medidas de centralidad de los actores, no altera ni el orden ni la jerarquía de la posición relativa de los actores españoles entre sí. Esta decisión es justificable en la medida en que permite ver con mayor claridad la posición de los actores españoles, siendo éstos el objetivo de nuestro trabajo.

El criterio elegido para tender las líneas o aristas entre actores es su colaboración en un proyecto de I+D, esto es, su afiliación a la red a través de ese proyecto. Por tanto, el grafo consiste en los nodos y las líneas, así como en otra información sobre actores o proyectos; además, en este caso el grafo resultante es multigrafo, dado que dos actores pueden estar unidos por diferentes líneas derivadas de su adscripción a diferentes proyectos.

IV. LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL A TRAVÉS DEL PROGRAMA MARCO DE I+D

Los programas de I+D de la Unión Europea tienen definidos sus objetivos y su razón de ser en los diferentes tratados que establece la Comunidad Europea. Aunque el lanzamiento de las acciones en materia de I+D se produjo a mediados de los setenta y a principios de los ochenta, cuando se aprobó el programa ESPRIT, la puesta en marcha de una estructura de programas plurianuales data de 1984, con la aprobación del Primer Programa Marco de I+D (1984-1987). Sin embargo, no es hasta el Acta Única Europea, que entra en vigor en 1987, cuando la acción de la Comunidad Europea en este campo pasa a formar parte de los contenidos legales de los tratados.

Desde ese momento, los objetivos de la política comunitaria de I+D son: «fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional» y «estimular a las empresas, incluyendo a las pequeñas y medianas empresas, centros de investigación y universidades, en sus esfuerzos de investigación y de desarrollo tecnológico, y apoyar sus esfuerzos de cooperación» (artículo 130 F. —nuevo artículo 166 de los tratados refundidos, tras la entrada en vigor del Tratado de Amsterdam). Desde sus orígenes, la política tecnológica ha adoptado una forma cooperativa debido a la exigencia de que en los proyectos hubiera actores de diferentes países, por lo que en la práctica se ha fomentado la cooperación internacional de las empresas entre sí y con otros actores del sistema de innovación.

Los programas marco han transferido en los últimos años una notable cantidad de recursos y han apoyado muchos proyectos de investigación en Europa, con participación de numerosas empresas y centros de investigación. El Segundo Programa Marco (1987-1991) se puso en marcha una vez que España pasó a formar parte de la Comunidad Europea, y se dotó de unos recursos de 5.396 millones de ecus, mientras que el Tercer Programa Marco de I+D (1990-1994) aportó a la I+D europea 6.660 millones de ecus, y el Cuarto Programa Marco de I+D (1994-1998), un total de 12.300 Mecus (véanse EC, 1997a; Peterson y Sharp, 1998).

Hay que recordar que la política tecnológica europea ha sido de apoyo a la oferta de nuevas tecnologías, por lo que el mayor peso, en términos de recursos financieros movilizados, ha estado en las áreas de tecnologías de la información, telecomunicaciones y tecnologías industriales o de la producción, especialmente asociadas a nuevos materiales y a la aeronáutica. Siguiendo este patrón, los programas más importantes dentro del Programa Marco han sido ESPRIT y BRITE/EURAM, que además han mantenido su nombre a lo largo de diversas ediciones de los programa marco, así como los distintos programas en el campo de las tecnologías de la comunicación, entre los que se incluyen RACE, ACTS y TELEMATICS, o finalmente los programas de energía JOULE/THERMIE, que aunque han perdido peso en los últimos años estaban en el origen de la política comunitaria de I+D.

Así pues, el Programa Marco de I+D no es una estructura homogénea que financie todo tipo de actividades tecnológicas, e incluso las áreas seleccionadas como prioritarias reciben en términos de recursos una atención claramente diferenciada. Así, por ejemplo, nunca los programas marco de I+D prestaron apoyo a las actividades específicas incluidas en el campo de la química. Del mismo modo, en el conjunto variopinto de actividades consideradas como prioritarias para la promoción de la competitividad de la industria europea, los esfuerzos aplicados a la potenciación de la actividad investigadora en tecnologías de la información y de las comunicaciones o la aeronáutica han sido muy distintos de los realizados para promover la investigación, por ejemplo, en el campo pesquero. De este modo, en condiciones de igualdad de tamaño, las empresas que pertenecen a sectores que podríamos denominar de nuevas tecnologías han tenido

mayores oportunidades de participar en proyectos de investigación apoyados por los programas marco de I+D que las empresas de otros sectores.

Esta situación hace necesario profundizar y definir los subgrafos pertenecientes a los programas específicos de I+D más importantes. Para este análisis detallado se han elegido los diez subgrafos de mayor tamaño dentro del Programa Marco, y que incluyen diversos programas del III y IV Programa Marco de I+D, así como distintas áreas tecnológicas. Este análisis permite identificar actores y redes que han jugado un papel significativo en cada área tecnológica, de manera tal que el grupo de actores afiliados y de relaciones presentan mayores niveles de coherencia y facilitan la comprensión de la red que emerge de la cooperación en la investigación pre-competitiva. Al mismo tiempo este análisis contribuye a diferenciar los efectos que cada uno de los programas tiene en el grafo del conjunto del Programa Marco, donde podremos observar el mayor peso de las redes creadas al amparo de las líneas prioritarias de mayor impacto, como los de tecnologías de la información y telecomunicaciones, nuevos materiales y aeronáutica (Dumont *et alii*, 1999).

Los mayores programas de investigación han sido seleccionados por el número de *líneas* y de *actores*. Los datos generales se recogen en el cuadro n.º 1, en el que también se han incluido los valores correspondientes al número de proyectos de investigación considerados en la generación de la red, y a la media de socios por proyecto. La inclusión de estos dos valores está justificada por su relevancia en el cálculo de la cohesión general de la red y sus efectos sobre la estimación de las medidas de centralidad de los actores. El grado de centralidad de un actor en el conjunto de la red representa el número total de líneas o vínculos que le unen con otros actores, y en el caso de criterios de afiliación, como son los proyectos, depende del número de participaciones de la empresa en proyectos de investigación, así como del tamaño de cada proyecto según el número de socios; esto equivale a considerar que para dos actores con el mismo número de participaciones en proyectos, en el mismo grafo, su grado de centralidad aumentará en función del tamaño de los proyectos en los que participen.

El número total de proyectos (afiliaciones) con participación española computados en estos subconjuntos analizados son 579, en los que hay participación de al menos un socio empresarial o centro tecnológico/asociación de investigación. Las principales áreas tecnológicas en que se encuentran los programas que sirven como marco a la creación de redes de colaboración tecnológicas son las de tecnologías de comunicación y aplicaciones telemáticas (3 programas al menos), tecnologías avanzadas de materiales y de la fabricación (2 programas), tecnologías de la información (2 programas al menos), energías no convencionales (1 programa) y agricultura (1 programa). En definitiva, en el grafo del Programa Marco de I+D hay 2.808 actores y un total de 10.568 líneas o pares de relaciones.

Cuando los datos lo han permitido, y existe continuidad directa en la denominación del programa específico —aunque haya cambiado la definición de sus contenidos—, se ha generado el grafo correspondiente al conjunto del programa específico a lo largo del III y IV programas marco. Este análisis combinado se ha llevado a cabo para los programas más grandes y clásicos: ESPRIT y BRITE/EURAM (9). Por último, es necesario mencionar que en el campo tecnológico de las energías no convencionales el análisis se realiza de forma conjunta con el objeto de que el grafo alcance un tamaño significativo, de modo que el programa que hemos denominado JOULE/THERMIE corresponde a proyectos desarrollados dentro del III y IV programas marco de I+D.

Excepto para los casos mencionados de ESPRIT y de BRITE/EURAM (con 695 y 687 actores respectivamente), los programas escogidos son bastante semejantes por su número de actores —entre 202 el menor y 275 el mayor—, lo que puede facilitar la comparación entre ellos en aspectos relativos tanto a fortaleza, coherencia y centralización del conjunto del grafo como a los aspectos relativos a la centralidad de los actores particulares.

Los grafos seleccionados se refieren a los programas específicos de I+D más importantes en términos de participación y retornos financieros para empresas y actores de la investigación españoles. Por ejemplo, con datos referidos solamente a los programas correspondientes al IV Programa Marco de I+D, 1994-1998, los participantes españoles en el programa ESPRIT obtuvieron subvenciones de más de 20.000 millones de pesetas; mientras que las cifras para otros programas eran de 15.700 millones dentro de BRITE/EURAM, 8.000 millones para los participantes en TELEMATICS, o 5.500 millones para los participantes en ACTS (CDTI, 1998) (10).

Establecidas las características de los programas europeos de I+D que han servido para la construcción de los grafos, a

CUADRO N.º 1

SELECCIÓN DE SUBGRAFOS CORRESPONDIENTES A PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN EN LOS III Y IV PROGRAMAS MARCO DE I+D

Acrónimo	*Programa*	*Área Tecnológica*	*P M*	*Número proyectos*	*Socio medios/proy.*	*Actores*	*Líneas*
Air	agriculture and agro-industrial research	tecnologías agrícolas	3	39	10,5	259	878
Joule/Thermie	joint opportunities for unconventional or long-term energy supply	energías no convencionales	3 y 4	48	7,7	202	617
Race	research in advance communications technologies in Europe	tecnologías de la comunicación	3	32	14,8	204	904
Esprit 3 y 4 (*)	european strategic programme for research in information technology	tecnologías de la información	3 y 4	175	7,6	695	2.099
Esprit 3	european strategic programme for research in information technology	tecnologías de la información	3	102	8,8	466	586
Esprit 4	european strategic programme for research in information technology	tecnologías de la información	4	73	6,0	334	1.513
Telematics	telematics applications	servicios avanzados de comunicación y redes telemáticas	4	50	6,8	275	433
Acts	advanced communication technologies and services	telecomunicaciones	4	39	12,2	257	840
Craft.....	cooperative research action for technology	cooperación tecnológica para PYME	3	52	5,5	264	789
Brite-Euram (*).....	basic research in industrial technology for europe / european research in advanced materials	tecnología de materiales y de la fabricación	3 y 4	144	8,0	687	1.564
Brite Euram 2 ..	basic research in industrial technology for europe / european research in advanced materials	tecnología de materiales y de la fabricación	3	94	7,2	484	880
Brite Euram 3 ..	basic research in industrial technology for europe / european research in advanced materials	tecnología de materiales y de la fabricación	4	50	9,3	283	684

(*) Este programa se divide a continuación en las porciones correspondientes a los III y IV programas marco; el número de líneas de aquel se corresponde con la suma de estos, pero no necesariamente el número de actores.

continuación se explica el camino a recorrer para aplicar el análisis de redes a estos grafos. ¿Cuáles son los conceptos y herramientas que tenemos para pensar las características generales de la red, la posición de las organizaciones y las características de sus relaciones? En el análisis estructural y de redes sociales, el valor de una variable para un determinado actor depende de su relación con otros actores de la red a la que pertenece. Si lo que se estudia es colaboración interorganizativa en la investigación y desarrollo tecnológicos, este tipo de procedimientos analíticos parece particularmente útil (11).

Tradicionalmente, se distinguen dos aspectos en el esfuerzo por medir la estructura y organización de las redes. Primero, el análisis de la estructura general de la red y el nivel de integración que caracteriza a ésta, para lo que se identifican sus componentes y se analiza la densidad y la cohesión del conjunto de la red o de sus componentes. Segundo, el estudio de la posición que cada uno de los actores ocupa en el conjunto de la red, lo que se hace habitualmente a través del

análisis de la centralidad de los actores participantes en la misma. Las medidas de una red asociadas al estudio de la centralidad y cohesión tienen en cuenta, en lo fundamental: el número de organizaciones ligadas, el grado de exclusividad de los lazos y la posición de las organizaciones en el conjunto.

1. Los componentes: densidad y coherencia de las redes

El primer paso en el análisis de la estructura de la red es el estudio de sus componentes, así como de su cohesión, ya que se trata de conocer las propiedades de la estructura social completa representada por el grafo. Por ello, se estudian los *componentes* de cada *grafo,* es decir, las partes o subconjuntos de ese grafo que no tienen relaciones entre sí. Esta identificación de los componentes nos indica el grado de homogeneidad del conjunto estudiado, su cohesión e integración.

La medida más simple de la cohesión de la red es la densidad (12) del grafo, o de sus componentes, y se obtiene como la razón entre las líneas efectivas del grafo y el máximo número de líneas posible, siendo ésta función del número de puntos. Esta densidad, que se suele expresar en porcentaje (13), permite comparar los conjuntos entre sí, aunque con cierta precaución, dado que es una medida sensible al tamaño del grafo, por lo que conviene normalizar su valor.

La densidad como medida general depende de otros dos parámetros de la estructura de la red: la inclusividad del grafo, esto es, de si todos los puntos están conectados y de la suma de grados de sus puntos, o sea, del número de conexiones de cada punto con todos los demás. Por tanto, a igual número de líneas y actores, la densidad promedio aumentará con el número de componentes. Además, empíricamente, a mayor tamaño del grafo o del componente, en términos del número de actores, disminuye la probabilidad de obtener densidades elevadas.

Respecto a las características de los subgrafos elaborados, lo primero que llama la atención son los valores relativamente bajos de la densidad, lo que en el contexto de las afiliaciones establecidas por los proyectos de investigación subvencionados por los programas específicos del Programa Marco de I+D, indica un nivel general de conexión débil entre los diversos puntos que forman los grafos.

Aparentemente, el grafo más denso es el formado por el programa de telecomunicaciones del III Programa Marco (RACE) con un 4,4 por 100, mientras que el programa de menor densidad es BRITE/EURAM 2 (III Programa Marco) con un 0,8 por 100 (14) —ver cuadro n.º 2.

Igualmente, al analizar conjuntamente los programas BRITE/EURAM y ESPRIT del III y IV programas marco, la red resultante es significativamente menos densa que cualquiera de las

CUADRO N.º 2

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS SUBGRAFOS DE LOS DISTINTOS PROGRAMAS DE I+D Y ANÁLISIS DE COMPONENTES

PM	Programas de I+D	Actores	Líneas	Densidad promedio (%) (Gradap)	Densidad (%)	Número de componentes	COMPONENTE MAYOR			
							Actores	Líneas	Densidad (%)	Porcentaje de actores que incluye
3	air	259	878	2,2	2,6	2	256	725	2,22	99
3 y 4	joule	202	617	2,6	3,0	2	198	514	2,64	98
3	race	204	904	2,5	4,4	2	199	522	2,65	98
3 y 4	esprit	695	2.099	0,7	0,9	5	681	1.727	0,75	98
3	esprit 3	466	1.513	1,1	1,4	4	456	1.203	1,16	98
4	esprit 4	334	586	1,0	1,1	10	290	523	1,25	87
4	telematics	275	433	1,1	1,1	8	232	350	1,31	84
4	acts	257	840	2,0	2,6	1	257	672	2,04	100
3	craft	264	789	2,2	2,3	32	43	90	9,97	16
3 y 4	brite/euram	687	1.564	0,6	0,7	6	664	1.367	0,62	98
3	brite/euram 2	484	880	0,7	0,8	6	461	823	0,78	95
4	brite/euram 3	283	684	1,5	1,7	2	276	575	1,52	98

dos por separado, confirmando que cuando se incrementa el número de actores generalmente disminuye la densidad de la red.

De acuerdo con los datos obtenidos, la densidad no está asociada, con claridad, al área tecnológica específica de cada programa; las diferencias en el valor absoluto y de promedio son escasas, aunque se observa que los valores mayores corresponden a los programas de telecomunicaciones. Sin embargo, la poca densidad relativa de los programas ESPRIT y BRITE/EURAM se debe a su mayor tamaño, dado que los actores participantes tienen dificultades para estar en comunicación con todo el resto de la red debido a su número.

El análisis de componentes de los subgrafos correspondientes a los diversos programas específicos de investigación contemplados se incluye también en el cuadro n.º 2, y nos permite, como se ha señalado anteriormente, analizar cómo se agrupan y conectan los actores. En términos generales los programas específicos de investigación analizados se fragmentan de acuerdo con su tamaño y, además, en la mayoría de los programas casi todos los actores y relaciones se encuentran incluidas en un componente principal, que suele agrupar a más del 95 por 100 del conjunto de los participantes.

Existen dos claras excepciones en esta caracterización general. Por una parte, el programa ACTS de tecnologías de la comunicación, que tiene solamente un componente, por lo que todos los actores sin excepción incluidos en el grafo se encuentran interconectados. Y por otro lado, el programa CRAFT, que destaca por su extrema fragmentación (32 componentes) y por su naturaleza, ya que es un programa que podría definirse como de difusión tecnológica, porque se centra en la ayuda a pequeñas empresas para desarrollar proyectos de I+D. No obstante, este programa es, respecto a su tamaño, comparable con otros programas analizados, por número de actores o de líneas, pero su especificidad viene del hecho de ser un programa de entrada en la actividad de I+D cooperativa para pequeñas y medianas empresas, por lo que la mayoría de las participaciones son únicas. Un hecho que redunda en la menor densidad general y, especialmente, en la mayor fragmentación de la red es que el programa CRAFT tenía el menor número medio de socios por proyecto de todos los programas, lo que contribuye a reducir el número potencial de caminos que unen a los actores entre sí de modo indirecto. Por último, es un programa que no tiene demasiada especificidad en lo que se refiere a la naturaleza de las tecnologías o sector de aplicación, lo que aumenta la diversidad interna y la heterogeneidad entre sus participantes. Sus componentes mayores contienen sólo el 16 por 100, 14 por 100 y 8 por 100 de los actores, y para sumar el 90 por 100 de los actores del grafo se tienen que contabilizar los veinte componentes mayores, lo que demuestra su extremada fragmentación.

Todas estas observaciones nos llevan a concluir que en la mayoría de los programas existe un núcleo amplio de actores que se encuentran conectados entre sí y que, en general, pocos actores se quedan fuera de esta conexión a través de los caminos indirectos de la red, lo que hace suponer la existencia de estructuras sólidas capaces de canalizar los flujos de información.

Por último, para concluir la caracterización de las redes de cada uno de los programas específicos de investigación, se procede al cálculo de tres medidas de cohesión del conjunto del grafo, basadas en la adyacencia de los puntos, que son complementarias de la densidad. Al igual que la densidad, se refieren a si el grafo en su conjunto es muy compacto, pero, mientras la densidad define el nivel general de cohesión del grafo, las medidas diversas de centralización describen hasta qué punto la cohesión está organizada en torno a puntos focales particulares; en definitiva, estas medidas nos ayudan a determinar si el grafo en su conjunto tiene un estructura cohesiva o polarizada. Las medidas de cohesión se explican a continuación. En primer lugar, la unipolaridad (15), que indica el valor del grado del actor más central en relación con el máximo de centralidad posible que podría tener ese actor (n-1). Así pues, si un actor juega un papel decisivo en las conexiones con los otros y lo hace directamente, la unipolaridad aumenta, representando, por tanto, el mayor *grado* efectivo de entre los actores de la red. La segunda medida es la de integración (16) del grafo y corresponde a la suma del grado de todos los actores de un grafo. De modo estándar, sería la razón entre suma efectiva de los grados de todos y cada uno de los actores (la suma de las líneas por las que cada uno está unido con el resto de los actores) y el valor máximo de la suma de los grados posibles. Por último, la centralización (17) es la suma de las diferencias del grado de todos los puntos con el valor de unipolaridad. El procedimiento estándar para medir la centralización del grafo incluye las diferencias entre la medida de centralidad del punto o actor más central y las de los demás puntos, siendo el resultado un valor que se utiliza como una medida de dispersión en la red. La

centralización estandarizada será la razón entre la suma de hecho de las diferencias y la máxima suma de las diferencias posible. Los valores de la medida oscilarán entre 0 y 1, siendo 1 el valor para el grafo más centralizado, caracterizado porque un único actor n_i ocupa el centro y está conectado con todos los demás, mientras que entre éstos no hay ninguna conexión, salvo con el citado actor n_i.

Las tres medidas de cohesión del grafo, que aparecen en el cuadro n.º 3, insisten en las características anteriormente señaladas. En primer lugar, que los programas específicos de telecomunicaciones (RACE y ACTS) y energías (JOULE /THERMIE) representan redes más cohesivas con actores interconectados y con una estructura fuertemente centralizada en comparación con el resto de los programas. En segundo lugar, que en algunos casos un actor singular tiene un papel determinante en la configuración de la estructura de colaboración interorganizativa en materia de I+D.

Un ejercicio particularmente interesante consiste en ordenar los diversos programas y establecer un *ranking* según las diversas formas de medir la centralización del grafo. Así, se observa que RACE y JOULE aparecen siempre como los más unipolares (con más significación del actor más central según su grado), más centralizados y más integrados. ACTS resulta un caso curioso, pues ocupa el primer lugar en cuanto a unipolaridad y centralización, pero está relativamente menos integrado, ello a pesar de tener un solo componente, lo que denota su fuerte polarización sobre unos pocos actores. Mientras que los menos unipolares, centralizados e integrados suelen, con algunas matizaciones, ser BRITE/EURAM y ESPRIT, que son los más grandes. Llama la atención, por su cambio de posición en el *ranking,* CRAFT, que, con muy baja unipolaridad y centralización —no hay un actor singular que domine—, sin embargo posee una estructura medida por la integración más equilibrada.

2. La centralidad de los actores en la red

Analizadas las estructuras generales de las redes de programas a través de grafos y componentes, a continuación se procederá al estudio de la posición de los actores en la red. ¿Cuál es el sentido del concepto de centralidad en el análisis de redes sociales? Sin duda, no se escapa el valor intuitivo que la idea de centralidad en la red tiene, y su asociación con la influencia o la relevancia en el flujo de información que tiene para el conjunto de la estructura.

Localizar a los actores singulares en el conjunto de redes complejas de relaciones exige una distinción relevante entre: centralidad local y centralidad global de los actores. Al medir la centralidad de un actor, no es lo mismo si decimos que éste tiene muchas conexiones directas con otros puntos en su entorno inmediato que afirmar que el actor juega un papel clave en el conjunto de la red, por ejemplo, conectando entre dos subgrupos o

CUADRO N.º 3

MEDIDAS DE COHESIÓN DE LA RED DE LOS DIVERSOS PROGRAMAS DE I+D

PM	Programas de I+D	Actores	Líneas	Integración bruta	Unipolaridad bruta	Centralización bruta	Unipolaridad	Integración	Centralización	Programas ordenados de mayor a menor Unipolaridad	Programas ordenados de mayor a menor Integración	Programas ordenados de mayor a menor Centralización
3	air	259	878	1.454	39	8.647	0,1512	0,0218	0,1304	acts	joule	acts
3 y 4	joule	202	617	1.040	66	12.292	0,3284	0,0256	0,3058	race	race	race
3	race	204	904	1.052	124	24.244	0,6108	0,0254	0,5912	joule	craft	joule
3 y 4	esprit	695	2.099	3.474	125	83.401	0,1801	0,0072	0,1734	esprit 3	air	esprit 3
3	esprit 3	466	1.513	2.420	117	52.102	0,2516	0,0112	0,2415	brite/euram 3	acts	esprit
4	esprit 4	334	586	1.156	24	6.860	0,0721	0,0104	0,0621	esprit	brite/euram 3	telematics
4	telematics	275	433	836	43	10.989	0,1569	0,0111	0,1469	telematics	esprit 3	air
4	acts	257	840	1.344	163	40.547	0,6367	0,0204	0,6211	air	telematics	craft
3	craft	264	789	1.544	36	7.960	0,1369	0,0222	0,1155	craft	esprit 4	brite/euram
3 y 4	brite/euram	687	1.564	2.800	79	51.473	0,1152	0,0059	0,1095	brite/euram	brite/euram 2	brite/euram 2
3	brite/euram 2	484	880	1.712	38	16.680	0,0787	0,0073	0,0716	brite/euram 2	esprit	esprit 4
4	brite/euram 3	283	684	1.172	54	4.110	0,1915	0,0147	0,0519	esprit 4	brite/euram	brite/euram 3

componentes de la misma. La primera aproximación, que se denomina centralidad local, se refiere a la relevancia de un determinado actor en relación con su entorno próximo, con el que tiene lazos directos, mientras que la segunda, denominada centralidad global, se refiere a la prominencia de un actor en relación con el conjunto de la red. La noción de centralidad de los actores es un concepto multidimensional. Freeman (1979), revisando la literatura sobre centralidad, señaló que el concepto podía definirse y hacerse operativo al menos de tres formas: grado (*degree*), proximidad o cercanía (*closeness*) y mediación (*betweenness*):

- *Grado* (18): se define como el número de otros actores a los cuales un actor está directamente unido o es adyacente. La medida del grado, la más sencilla, organiza a los actores por el número efectivo de sus relaciones en el conjunto de la red. Esta medida trata de la *centralidad local* de un actor con respecto a los actores cercanos, pero dice poco sobre la importancia del actor en la red completa, y es muy sensible a variables como el tamaño del grafo y, en el caso de nuestras redes de afiliación, al diverso número de participantes de los proyectos, por no mencionar el peso del propio actor (como es el caso de las empresas). El *grado normalizado* es la proporción de relaciones reales sobre el total de relaciones posibles.

- *Proximidad o cercanía* (19): se refiere a la propiedad por la cual un actor puede tener relaciones con otros actores a través de un pequeño número de pasos en la red. La medida de cercanía, así como su opuesta de lejanía, describe mejor esa *centralidad general* a la que nos referíamos anteriormente. En este caso, los actores son valorados por su distancia medida en pasos, por otros vértices, a todos los demás actores de la red. Son tanto más centrales cuanto mayor es el valor de su valor de cercanía. Dependiendo del contexto, y como señalan Borgatti *et al.* (1996b), la cercanía mide la independencia o autonomía respecto de los otros y puede servir, junto con la mediación, para precisar o matizar la relevancia del valor del grado, ya que se refiere al punto en el que actor está próximo a todos los demás.

- *Mediación* (20): se define como el nivel en que otros actores deben pasar a través de un actor focal para comunicarse con el resto de los actores. Así, la mediación sintetiza, por su parte, el control por cada uno de los actores de los flujos relacionales en el conjunto de la red. El valor de la mediación para un actor mide la cantidad de las geodésicas, los caminos más cortos entre dos actores cualesquiera del grafo, que pasan por él como vértice. Suelen tener valores altos de mediación los actores más centrales de la red según su cercanía, o aquellos que vinculan subgrupos o *bloques* diferentes (y que son los *puntos de corte* entre ellos). Según Freeman, Borgatti y White (1991), mediación se refiere al hecho de que los actores están entre otros, en sus vías de comunicación; los actores centrales, desde este punto de vista, serían los intermediarios del acceso de otros a la información y el conocimiento. Una combinación de valores altos de mediación y cercanía sugiere actores muy importantes en el conjunto de la red.

Lo importante de esta discusión sobre las definiciones operativas es su vinculación con constructos teóricos. Así Freeman sugirió que el *grado* representa el nivel de la actividad comunicativa (la capacidad de comunicar directamente con otros), que la *proximidad* representa la independencia (la capacidad de llegar a muchos de los otros miembros de la red directamente, esto es sin apoyarse en intermediarios), mientras que la *mediación* representa el control de la comunicación de otros y su capacidad de restringirla. Convendría recordar que los estudios experimentales de redes parecen coincidir en que el grado y la mediación están asociados al poder de distribución; sin embargo, no es el caso de la proximidad. En análisis recientes (por ejemplo, Mizruchi y Potts, 1998), se señala que sólo en redes de comunicación (tratadas como redes de intercambio) y en las que los efectos no representan un problema de suma cero la centralidad debiera afectar al poder. En nuestro caso las redes de afiliación a través de proyectos de colaboración en la I+D que estamos analizando pueden tratarse como una red de suma no cero.

En este apartado se presentan los resultados del análisis de la centralidad de los puntos en los diversos subgrafos, para los cuales se han utilizado las medidas de centralidad al uso: grado, proximidad y mediación explicadas en los párrafos precedentes.

En los cuadros n.os 4 a 15, se incluyen los valores calculados de la centralidad de los actores en la red. Los programas pertenecientes a áreas tecnológicas distintas se caracterizan por su particular composición de actores. Por ejemplo, entre los programas seleccionados se observa que algunos de ellos, incluso con las condiciones puestas en la construcción del grafo, están caracterizados por un claro posicionamiento central de los actores que representan instituciones públicas de investigación. El caso más representativo de este

CUADRO N.º 4

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA AIR

Actor	Grado de Freeman	Actor	Cercanía (Closeness) [componente mayor]	Actor	Mediación (Betweenness)
Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)	39	Inst. Español de Oceanografía (IEO)	0,378	Tableros Losan S.A.	0,1921
Inst. Español de Oceanografía (IEO)	38	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,376	Universidades Francesas	0,1623
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	36	Universidad Autónoma de Barcelona - España	0,366	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,1595
Jerte	31	Azti-Sio Dpt Recursos Pesqueros	0,364	Portucel – Portugal	0,1511
Centro de Investigaciones Submarinas	26	Universidades Británicas	0,362	Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)	0,1507
Junta de Andalucía	26	Universidades Francesas	0,351	Sedesa	0,1342
Tecnología Ambiental S.A.	26	Universidades Italianas	0,350	Universidades Italianas	0,1254
Universidad de Alicante	26	Universidades Alemanas	0,342	Universidades Británicas	0,1090
Universitat de Les Illes Balears	26	Consiglio Nazionale Delle Ricerche (CNR) - Italia	0,341	Consiglio Nazionale Delle Ricerche (CNR) - Italia	0,1024
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	26	Centro de Investigaciones Submarinas	0,341	Inst. Español de Oceanografía (IEO)	0,0971

CUADRO N.º 5

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA JOULE

Actor	Grado de Freeman	Actor	Cercanía (Closeness) [componente mayor]	Actor	Mediación (Betweenness)
Unión FENOSA	66	Unión-FENOSA	0,511	Union FENOSA	0,2757
Iberdrola SA	54	Centro de Investigaciones Energéticas (CIEMAT)	0,510	Iberdrola SA	0,2340
Empresa Nacional de Electricidad SA (ENDESA)	51	Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA)	0,495	Universidades Británicas	0,1634
Centro de Investigaciones Energéticas (CIEMAT)	48	Iberdrola SA	0,481	Centro de Investigaciones Energéticas (CIEMAT)	0,1622
Babcock & Wilcox Española SA (BWE)	38	Babcock & Wilcox Española SA (Bwe)	0,469	Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA)	0,1233
Asociación de Inv. y Coop.	25	Universidades Británicas	0,448	Asociación de Inv. y Coop.	0,1110
Compañía Sevillana de Electricidad SA	22	Universidades Alemanas	0,433	Babcock & Wilcox Española SA (Bwe)	0,1004
Institute For Appl. Automotive Res. – España	20	Compañía Sevillana de Electricidad SA	0,417	Universidades Alemanas	0,0935
Transports de Barcelona SA	20	Asociacion de Inv. y Coop	0,404	Institute For Appl. Automotive Res.	0,0713
Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	19	Zentrum Für Sonnenenergie - Alemania	0,397	Transports de Barcelona SA	0,0713

comportamiento es el programa AIR, de investigación agro-pesquera, en el cual un conjunto de universidades y centros públicos de investigación, como CSIC o Instituto Español de Oceanografía, juegan los papeles más centrales.

En el extremo opuesto están algunos programas dónde la participación está limitada casi exclusivamente a empresas. Dos

CUADRO N.º 6

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA RACE

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Telefónica	124	Telefónica	0,700	Telefónica	0,6432
Alcatel España	77	Alcatel España	0,590	Alcatel - España	0,2768
Universidad Politécnica de Madrid (UPC)	48	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,523	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,1585
Retevisión	40	Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	0,509	Universidades Británicas	0,1081
Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	39	ITALTEL - Italia	0,479	Teles Gmbh - Alemania	0,0678
Amper S.A.	32	Universidades Británicas	0,475	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,0520
Institut Cerda	24	Philips Lep - Francia	0,473	APD -	0,0391
Generalitat de Catalunya	24	France Télécom - Francia	0,472	Transtools	0,0391
Real Automóvil Club de Catalunya	24	Centro Studi E Laboratori Telecomun. - Italia	0,472	Retevisión	0,0298
Telettra España SA	16	Philips Kommunikations Industrie Ag - Alemania	0,471	Mercolérida	0,0246

CUADRO N.º 7

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA RACE

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	125	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,432	Universidades Británicas	0,2245
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	77	Universidades Británicas	0,429	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,1997
Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	74	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,417	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,1189
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	72	Fatronik Systems S.A.	0,400	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,1171
Fatronik Systems S.A.	69	Universidades Alemanas	0,393	Sema Group SA	0,0785
Telefónica	57	Tecnologia y Gestión de la Innovación (TGI)	0,393	Fatronik Systems S.A.	0,0755
Universidades Británicas	52	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,391	Universidades Italianas	0,0709
Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	51	Universitad Politécnica de Valencia (UPVAL)	0,391	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,0699
Universitad Politécnica de Valencia (UPVAL)	51	Sema Group SA	0,388	Tekniker SA	0,0653
Tekniker SA	50	Siemens Ag - Alemania	0,385	Telefónica	0,0617

programas, de naturaleza muy distinta, ocupan este espacio. Los programas de investigación energética (JOULE/THERMIE), que se encuentran dominados por las grandes compañías eléctricas y con una presencia significativa del CIEMAT. Curiosamente este programa, si se recuerda, manifestaba también redes muy cohesivas. El más interesante es CRAFT, donde entre los diez actores centrales, por su grado, no aparece ninguna universidad o centro de investigación tradicional, aunque sí encabeza la lista un centro tecnológico empresarial (INESCOP,

CUADRO N.º 8

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA ESPRIT 3

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	117	Universidad Politecnica de Madrid (UPM)	0,461	Universidades Británicas	0,2425
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	69	Universidades Británicas	0,460	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,2407
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	69	Consejo Sup. de Investiga. Cientificas (CSIC)	0,449	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,1284
Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	64	Universidades Alemanas	0,420	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,1187
Fatronik Systems S.A.	54	Fatronik Systems S.A.	0,419	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,0961
Telefónica	50	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,417	Telefónica	0,0803
Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	45	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,414	Fatronik Systems S.A.	0,0655
Universitad Politécnica de Valencia (UPVAL)	45	Universitad Politécnica de Valencia (UPVAL)	0,413	Sema Group SA	0,0654
Universidades Británicas	45	Siemens Ag - Alemania	0,412	IKERLAN	0,0627
Universidad de Cantabria	33	Telefónica	0,408	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,0600

CUADRO N.º 9

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA ESPRIT 4

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Tekniker SA	24	Sema Group SA	0,328	Universidades Británicas	0,2863
Informática El Corte Inglés	19	Universidades Británicas	0,321	Universidades Italianas	0,2830
Fatronik Systems S.A.	18	Hospital General de Manresa	0,320	Sema Group SA	0,2479
Sema Group SA	16	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,318	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,2200
AT&T - España	15	Universidades Italianas	0,312	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,1976
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	15	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,305	Hospital General de Manresa	0,1817
Tekniker	15	Sistemas de Imagen y Palabra	0,293	Alcatel España	0,1307
Red iris	15	Universidades Francesas	0,291	Convey Satafim	0,1234
Telefónica	14	Telefónica	0,283	Adaptation Ltd - Reino Unido	0,1222
Danobat Cooperativa	13	Docutex	0,281	CARSA- Consultores de Automovilísticos	0,1169

Instituto Español del Calzado). El resto de los programas se caracteriza por una presencia más variada de empresas y centros académicos entre sus actores más centrales.

Por otra parte, los valores de cercanía y mediación ponen de relieve el papel destacado del conjunto de las universidades alemanas y francesas (aunque resaltado artificialmente, como se ha dicho en el apartado III). Esto nos permite concluir que son universidades y centros públicos de investigación españoles, y también extranjeros, los que contribuyen decisivamente a

CUADRO N.º 10

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA TELEMATICS

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Eritel/Entel	43	Eritel/Entel - España	0,306	Eritel/Entel - España	0,5614
Telefónica	40	Intrasoft SA - Grecia	0,300	Telefónica	0,4414
Barcelona Tecnología	20	British Telecommunications Plc - Reino Unido	0,298	Enyca -	0,3187
Marben Groupe S.A.	18	Telefónica	0,296	Soc. Ibérica de Constr. Electricas	0,2740
Grupo de Bioingeniería y Telemedicina	13	Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	0,286	Transeur. Cons. Unit of Thess. - Grecia	0,2723
Sadiel	13	Universidades Británicas	0,285	Empresa Mixta de Tráfico S.A.	0,2248
Empresa Mixta de Tráfico S.A.	11	Software AG España	0,280	Ministerio de Transportes- Holanda	0,2239
Autoridad Portuaria de Santander	10	Universidades Alemanas	0,277	Universidades Británicas	0,2231
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	10	Universidades Griegas	0,275	Universidades Alemanas	0,2221
Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)	10	Grupo de Bioingenieria y Telemedicina	0,258	Grupo de Bioingeniería y Telemedicina	0,1658

CUADRO N.º 11

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA ACTS

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Telefónica	163	Telefónica	0,645	Telefónica	0,7172
Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	58	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,477	Hispasat	0,0903
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	50	Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)	0,474	Centro de Estudos de Telecomunicacoes - Portugal	0,0897
Alcatel España	31	Alcatel España	0,452	Alcatel - España	0,0856
Hispasat	31	Centro de Estudos de Telecomunicacoes - Portugal	0,443	Desarrollo y Recursos -	0,0837
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	29	France Télécom - Francia	0,440	Bioingeniería Aragonesa	0,0761
Retevisión	25	Universidades Británicas	0,440	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,0686
Sistemas Expertos, SA	20	Centro Studi E Laboratori Telecomun.- Italia	0,439	Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)	0,0655
Universidades Británicas	17	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,439	Universidades Alemanas	0,0568
Institut Cerda	16	Sgs-Thomson Microelectronics - Francia	0,435	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,0513

la construcción de las redes de cooperación y a su cohesión, en definitiva, a la vinculación de sus componentes, que de otra forma permanecerían aislados, y a garantizar el flujo de información.

Desde el punto de vista de la centralidad de los actores, y confirmando los datos aparecidos en relación con el conjunto de la red, es necesario señalar los elevados índices de centralidad comparada de los actores implicados en los programas asociados a las telecomunicaciones. En relación con el conjunto de la red, destaca la centralidad comparada de algunos actores de los pro-

CUADRO N.º 12

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA CRAFT

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (*) (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
INESCOP	36	Universidades Alemanas	*2,630*	Universidades Alemanas	0,2391
Alfil Calzados S.A.	27	Mz4 -	*2,369*	Mz4	0,1968
Alinos Distribution S.L.	27	Tekniker SA	*2,287*	International Venture Consultants	0,1320
Alumimoldes S.A.	27	Danobat S /Coop	*2,138*	Tekniker SA	0,1204
Suelas Bulldog S.L	27	Fagor	*2,138*	Universidades Francesas	0,1129
Caucho Plas S.A.	27	International Venture Consultants	*2,138*	Telstar	0,1104
Suelas Ilicitanas S.L	27	T V D Sistemas SA	*2,138*	INESCOP	0,1068
Calzados Loybe S.L	27	Zubiola S.Coop. Ltda	*2,138*	Universidades Británicas	0,0768
Manolito's S.L.	27	Universidades Francesas	*1,934*	Cidemco	0,0554
Narciso Caballero S.A.	27	Forjas Areitio	*1,765*	Frigoríficos Andal. de Conservas	0,0243

(*) Debido a la dispersión de este subconjunto, los valores de *Cercanía* de su componente mayor son poco significativos.

CUADRO N.º 13

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA BRITE-EURAM

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	79	Universidades Británicas	0,408	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,2062
INASMET	67	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,394	Universidades Británicas	0,1930
LABEIN	61	Universidades Alemanas	0,392	Universidades Alemanas	0,1892
Tekniker	59	INASMET	0,390	INASMET	0,1638
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	45	Tekniker	0,367	LABEIN	0,1203
Universidades Británicas	39	Iberdrola SA	0,365	Tekniker	0,1104
Universidades Alemanas	32	LABEIN	0,364	Universidades Belgas	0,1027
Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	32	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,362	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,1027
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	31	Universidades Belgas	0,361	Universidades Francesas	0,0671
Iberdrola SA	30	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,359	Fraunhofer-Gesellschaft (FhG)- Alemania	0,0665

gramas de telecomunicaciones (RACE y ACTS), especialmente Telefónica, que está caracterizada no sólo por estar muy próxima a todos los demás actores de la red creada por el programa, sino porque es un punto clave de mediación para el conjunto de la red de los programas RACE y ACTS. Acompañando a Telefónica en este papel, han de incluirse a las empresas de Alcatel, así como las universidades politécnicas de Madrid y Barcelona.

En los dos programas mayores, ESPRIT y BRITE/EURAM, la situación es más variada, aunque en el segundo aparece con cierta fuerza Construcciones Aeronáuticas (CASA) y, sobre todo, comienzan a destacar, como elementos centrales y cohesionadores de la red, un conjunto de centros tecnológicos y asocia-

CUADRO N.º 14

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA BRITE-EURAM 2

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	38	Universidades Británicas	0,382	Universidades Británicas	0,2885
INASMET	32	LABEIN	0,349	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,1818
LABEIN	31	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,348	LABEIN	0,1337
Universidades Británicas	29	INASMET	0,346	Universidades Alemanas	0,1294
Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	28	GAIKER Centro Tecnológico	0,345	GAIKER Centro Tecnológico	0,1240
Tekniker SA	25	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,341	Universidades Belgas	0,1194
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	23	Iberdrola SA	0,339	INASMET	0,1176
Dragados	23	Universidades Italianas	0,332	Universidades Italianas	0,1112
Montero Fibras y Elastomeros SA	22	Construcciones Mecánicas Mares SA	0,332	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,1020
Gaiker Centro Tecnológico	21	Universidades Alemanas	0,330	Tecnología y Gestión de la Innovación (TGI)	0,0995

CUADRO N.º 15

MEDIDAS DE CENTRALIDAD DE LOS DIEZ PRIMEROS ACTORES DEL PROGRAMA BRITE-EURAM 3

Actor	*Grado de Freeman*	*Actor*	*Cercanía (Closeness) [componente mayor]*	*Actor*	*Mediación (Betweenness)*
Construcciones Aeronáuticas (CASA)	54	Universidades Alemanas	0,398	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,2904
INASMET	38	Construcciones Aeronáuticas (CASA)	0,396	Universidades Alemanas	0,2527
Tekniker	35	Universidades Británicas	0,392	INASMET	0,2144
LABEIN	35	INASMET	0,378	LABEIN	0,1629
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	28	Universidad Politecnica de Madrid (UPM)	0,372	Universidades Británicas	0,1605
Universidades Alemanas	23	Universidades Suecas	0,370	Tekniker	0,1243
Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	23	Sener Ingeniería y Sistemas SA	0,368	Universidades Suecas	0,1113
Sener Ingeniería y Sistemas SA	20	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,364	Consejo Sup. de Investiga. Científicas (CSIC)	0,1069
Universidades Británicas	16	Universidades Belgas	0,362	Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	0,0952
Universidades Suecas	16	Tekniker	0,362	Universidades Francesas	0,0819

ciones de investigación al servicio de las empresas. En el caso de ESPRIT, es interesante llamar la atención sobre el papel determinante de las universidades politécnicas de Madrid y Barcelona, con una posición similar en el conjunto del programa EUREKA (Dumont *et al.*, 1999).

3. Cliqués

El *cliqué* es otro nivel que puede ser identificado entre la organización o el actor individual y el conjunto de la población. Burt (1982: 37) lo define como «el conjunto de actores en una red que están conectados unos con otros por relaciones fuertes»; en definitiva, se trata de subgrupos cohesivos en los que prima la fortaleza del lazo, en este caso la

participación directa en los mismos proyectos de I+D. Mientras que los componentes son estructuras máximas y conectadas, lo que significa que todos los que están en el componente están conectados unos con otros por los diversos caminos, en el caso de *cliqué* nos enfrentamos a un subgrupo máximo y completo, lo que significa que todos sus puntos son adyacentes uno con otro. Un *cliqué* es un subgrafo completo y máximo de tres o más actores que son adyacentes unos a los otros y, donde no hay otros nodos que sean también adyacentes a éstos. Estas características pueden ser utilizadas para representar las asociaciones entre empresas y actores españoles, siempre que al menos dos coincidan en un proyecto.

En el análisis de la influencia de las redes en la conducta individual se dice que el efecto psicológico del *cliqué* puede ser la fusión de los individuos en identidades comunes y compartidas. Si hay varios *cliqués* cohesivos en una red, con pocos lazos entre ellos, entonces hay espacio para diversas (probablemente opuestas) identidades. Esta aproximación es relevante, dado que este tipo de particiones en subgrupos también afecta a la difusión de información en la red y la autonomía de los actores individuales.

Así pues, el análisis de los *cliqués* pretenderá identificar los grupos más cohesivos, aquellos que mantienen relaciones por encima de un nivel o umbral mínimo, además de las asociaciones en determinados proyectos. El tipo de grafos que utilizamos, que son de afiliación, nos permiten asignar valores a las relaciones, dado que éstas pueden repetirse en diferentes proyectos.

Como muestra del potencial de representación de estas relaciones, se han identificado los *cliqués* de *n* actores, siempre más de tres, para representar la asociación directa de empresas españolas en proyectos de diferentes programas. Como ejemplo, para el programa ACTS, con $n = 6$, se dibujan la asociación en proyectos en los que al menos hay seis actores, como mínimo cinco españoles y un extranjero.

Estas imágenes permiten observar hasta qué punto las empresas o actores españoles siguen estrategias de asociación o colaboración entre sí más intensas que con el resto de los extranjeros y van conjuntamente en los proyectos de I+D. En el gráfico 1 puede observarse la posición central de Telefónica en el programa ACTS y los diferentes *cliqués* de actores que el programa incorpora.

En definitiva, la estructura social de un programa de I+D puede considerarse una red de organizaciones, en la cual éstas puede tener diferentes posiciones —en términos de su centralidad— y diferentes relaciones —en términos de su pertenencia a componentes y *cliqués* diferentes—, que se podría caracterizar de forma general por su densidad o por sus medidas de cohesión.

V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

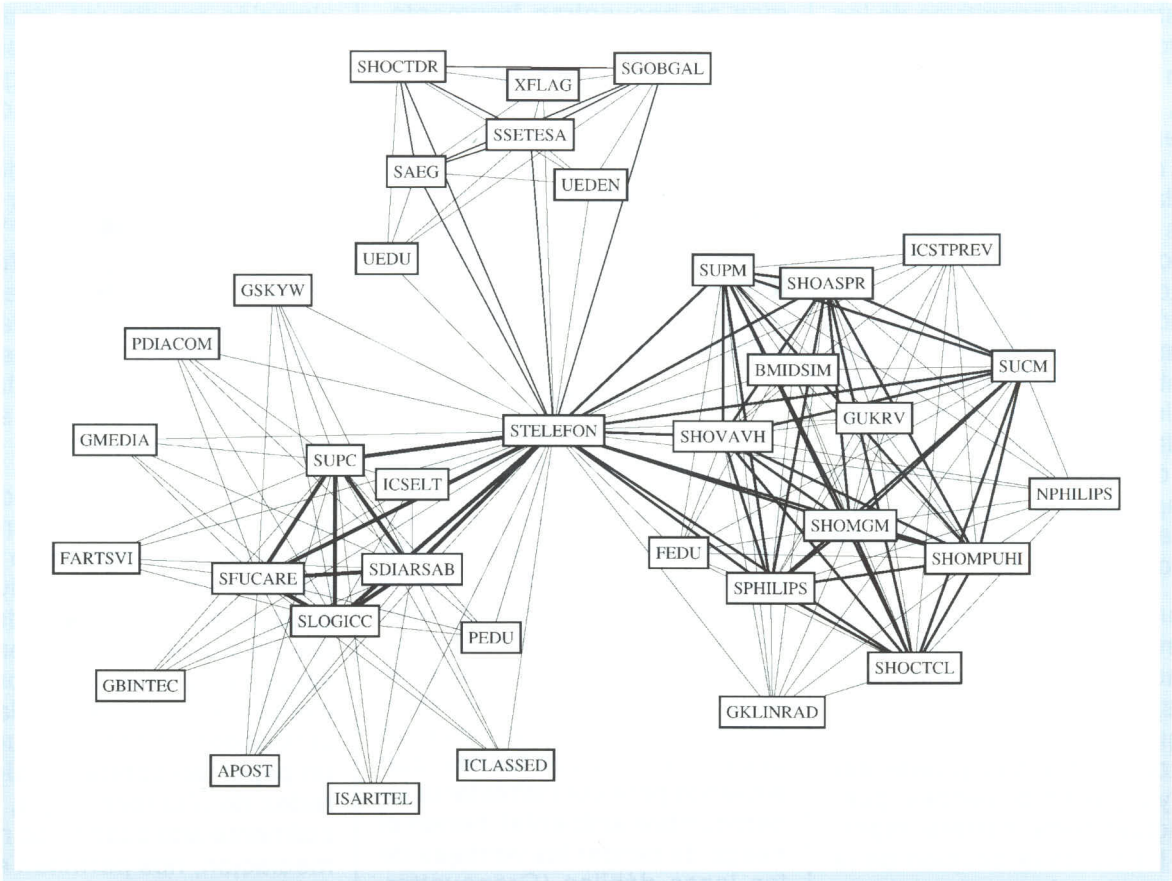
¿Cuáles son las conclusiones de los análisis realizados y, por tanto, cuáles son las consecuencias de esta aproximación, que hemos definido como análisis estructural y de redes? Una de las conclusiones generales que se extraen de este trabajo, y que sirve para destacar la validez del análisis realizado al comparar distintos programas de I+D, es que cada uno de estos programas se caracteriza por la generación y emergencia de distintas redes de colaboración interorganizativa, de modo que estas diferencias habrán de tenerse en cuenta e incorporarse como una variable explicativa a la hora de evaluar los resultados de tales programas.

Siendo una de las preocupaciones fundamentales del análisis social de las redes de cooperación interorganizativa el estudio de la centralidad de los actores, resulta conveniente destacar las principales conclusiones que de nuestro trabajo se derivan. La posición que ocupa una determinada organización en la red, y el número de relaciones o vínculos que mantiene, condicionan el número de oportunidades que tiene para obtener información relevante para el desarrollo de sus propias actividades de innovación. Así, una primera lectura de las medidas de centralidad nos llevaría a considerar que aquellas organizaciones que ocupan posiciones más centrales, medidas en términos de grado y cercanía, como es el caso de Telefónica, CASA, etc., tendrán más y mejor acceso a la información tecnológica y comercial que circula por la red.

Sin embargo, la centralidad no puede entenderse al margen de cuestiones tan relevantes como la coordinación e integración de los flujos de información y conocimientos a los que la organización tiene acceso. Resulta, por tanto, erróneo atribuir directamente a las organizaciones centrales en las redes analizadas una capacidad superior para apropiarse de la información y conocimientos que circulan, sólo podemos establecer que, comparativamente, disfrutan de una mejor posición para capturar una parte importante de las externalidades de la red. Para que esta

GRÁFICO 1

CLIQUÉS (N=6) IDENTIFICADOS EN EL GRAFO DEL PROGRAMA ACTS



Relación de nombres correspondientes a los actores incluidos en el Gráfico 1

Acrónimo	Nombre de Actor	Acrónimo	Nombre de Actor
APOST	Austrian PTT - FZA	SFUCARE	Fundació Catalana per a la Recerca
BMIDSIM	MID-SIM	SGOBGAL	Servicio Galego de Saúde
FARTSVI	ArtsVideo	SHOASPR	Hospital Principe de Asturias
FEDU	Universidades francesas	SHOCTCL	Hospital Clínico
GBINTEC	Bintec	SHOCTDR	Hospital General de Manresa
GKLINRAD	Institut für Klinische Radiologie	SHOMGM	Unidad de Medicina experimental
GMEDIA	Media Transfer	SHOMPUHI	Clínica Puerta de Hierro
GSKYW	SkyWalk	SHOVAVH	Hospital Valle de Hebrón
GUKRV	UKRV Strahlenklinik und Policlinic	SLOGICC	LOGIC CONTROL S.A.
ICLASSED	Class Editori	SPHILIPS	Philips Sistemas Médicos
ICSELT	Centro Studi e Laboratori Telecomun.	SSETESA	Sistemas Expertos, SA
ICSTPREV	Centro per lo estudio e la Prev.	STELEFON	TELEFÓNICA I.R.D.
ISARITEL	SARITEL	SUCM	Universidad Complutense de Madrid
NPHILIPS	Nederlandse Philips Bedrijven BV	SUPC	Universitat Politécnica de Catalunya
PDIACOM	Diacoma	SUPM	Universidad Politécnica de Madrid
PEDU	Universidades portuguesas	UEDEN	EDEN GROUP LIMITED
SAEG	AEG Radiocomunicaciones, SA	UEDU	Universidades británicas
SDIARSAB	Diari de Sabadell	XFLAG	Flaga, HF

Nota: La primera letra de los acrónimos indica el país de origen de los actores: **A**-Austria, **B**-Bélgica, **F**-Francia, **G**-Alemania, **I**-Italia, **N**-Holanda, **P**-Portugal, **S**-España, **U**-Reino Unido, **X**-otros países.

posición pueda traducirse en beneficios o ventajas en materia de innovación, es necesario que la comunicación entre las distintas partes sea efectiva, es decir, que las estructuras cognitivas de los distintos participantes experimenten un proceso de adaptación mutua o, en otras palabras, que la cooperación resulte en un proceso de aprendizaje colectivo. Desde esta perspectiva dinámica, y a veces olvidada en los estudios de cooperación interempresarial, destaca cómo la centralidad y la posición que ocupa una organización es relevante no tanto desde el punto de vista de la apropiación de la información existente y generada como desde el punto de vista del aprendizaje acerca de las capacidades, recursos y tendencias de la investigación de otras organizaciones.

Por otra parte, el papel de intermediación y difusión de información e innovaciones que corresponde a estas organizaciones que se caracterizan por su elevada centralidad puede ser dual, ya que, en ocasiones, pueden actuar como barrera importante limitando la difusión de la información y frenando el desarrollo de las capacidades tecnológicas.

Estas conclusiones se deberían, sin embargo, relacionar con lo que señala la literatura sobre evaluación del impacto de los programas europeos de I+D, en la que, de forma sistemática, se afirma que las empresas, especialmente las grandes, no están plenamente incorporadas en el sistema de colaboración de la I+D europea, no al menos en lo que hace referencia a la participación en aquellas áreas tecnológicas más competitivas o en las que las empresas concentran sus competencias tecnológicas.

Por otro lado, altos niveles de centralidad, por ejemplo en grado, de las organizaciones no garantizan por sí mismos una posición favorable en el conjunto de la red, particularmente cuando las redes que forman los programas se encuentran fragmentadas y, por tanto, sus actores separados en componentes, con bajos niveles de comunicación. En tales casos, la pertenencia a redes pequeñas y demasiado cerradas respecto a su entorno podría dificultar su capacidad de adaptación y absorción de la información del exterior para el subgrupo representado en el componente.

Aparentemente, redes cohesivas, con fuerte integración, tendrían mejores posibilidades de difundir el conocimiento e información tecnológicos que las redes en las que existe un alto grado de unipolaridad y fuerte centralización, donde el dominio de un pequeño conjunto de actores podría bloquear la circulación de la información. Por otro lado, estas redes cohesivas, cuando desarrollan vínculos fuertes, aun sirviendo para contrarrestar la incertidumbre ambiental, tienen el riesgo de perder las ventajas de los lazos débiles (Granovetter, 1973) que son la garantía de un flujo informativo variado, que se convierte en redundante si los contactos son siempre con los mismos actores. En definitiva, observando la estructura y evolución de las redes en las que los actores se implican, podemos analizar empíricamente la solución al difícil equilibrio que las empresas y organizaciones confrontan, cuando se enfrentan a procesos de adaptación al entorno (Levinthal y March, 1981), entre explotación y exploración.

Para nuestro análisis de la colaboración en la I+D subvencionada en el marco de políticas públicas, ¿cuál es el sentido de centralidad en términos del programa? Dado que el término centralidad refleja también cómo está distribuido el poder entre las organizaciones que participan en la red, para los gestores de las políticas y programas esta aproximación resulta útil, dado que una concentración excesiva de poder en alguna de las organizaciones o en un determinado tipo de organizaciones podría no ser deseable desde el punto de vista de la política pública. Por ejemplo, si decimos que las PYMES son fuente de crecimiento y de empleo, la existencia de altos niveles de centralidad de las empresas grandes, con altos niveles de unipolaridad y centralización de la red, podrían ser un resultado no deseable.

En otro campo, dependiendo del modelo propuesto de transferencia de tecnología entre sector público y empresas, los diversos grados de centralidad de empresas y universidades tendrían significados muy distintos. Por ejemplo, el hecho de que las universidades politécnicas jueguen un papel tan central en algunas redes de alta tecnología, especialmente alto cuando se mira la mediación, nos permiten entender cómo la conectividad de las redes de colaboración entre empresas depende del papel de las instituciones educativas en el conjunto de la red. Además, los resultados de algunos de los programas analizados (ESPRIT, RACE, ACTS, etc.) ponen de relieve que las universidades y centros de investigación no son simples actores en el desarrollo de las redes de cooperación tecnológica, sino que su principal función se corresponde con la articulación o vertebración de la red, facilitando de este modo la difusión de la información y los conocimientos tecnológicos. Una de las claves del papel de estas instituciones, al menos a la luz de los resultados del trabajo realizado, reside en su capacidad para

actuar cómo *brokers* de información y conocimiento entre agentes que, de otra manera, quedarían desconectados, al mismo tiempo que permiten ampliar el tamaño de la red conectando distintos componentes y, por tanto, las ventajas de la cooperación interorganizativa. Así mismo, no puede olvidarse que las universidades y centros públicos de investigación, como el CSIC, juegan un papel decisivo en el suministro de personal cualificado a las empresas y sus centros tecnológicos (21).

En definitiva, explorar la topología, la configuración y las propiedades de las redes que emergen de la colaboración en la I+D nos ofrece argumentos nuevos y más variados sobre lo que ocurre en los programas de I+D subvencionada y sus consecuencias, al menos en cuanto respecta a los canales de difusión de los flujos de información y conocimiento, que coadyuvan al aprendizaje tecnológico de las empresas.

El análisis de las redes de colaboración permite igualmente analizar la evolución de medidas tan significativas como la centralización de los actores y la centralización de los programas y, por tanto, analizar la permanencia o sustitución de las organizaciones en las distintas redes de colaboración tecnológica, así como las variaciones en los grados de centralidad que experimentan en las distintas fases que acompañan al desarrollo del programa. Para futuros trabajos queda desarrollar estudios que asocien las características de la estructura de la red con los resultados en la innovación de los participantes en ella.

NOTAS

(*) El presente trabajo recoge resultados parciales de la actividad de los autores para un grupo de expertos de la OCDE sobre «sistemas nacionales de innovación». Los autores agradecen a I. Álvarez su apoyo en la depuración de la base de datos y a María Fernández sus comentarios, sin embargo los errores que puedan persistir son de nuestra exclusiva responsabilidad. Se agradece la financiación recibida de la CICYT (SEC97-1684-E) y SEC96-0637, y de la Unión Europea (TSER-SOE1-CT97-1058).

(1) Para un análisis, véase, por ejemplo, PETERSON y SHARP (1998).

(2) Se utilizan de modo indistinto los términos Comunidad Europea y Unión Europea, dado que para el periodo objeto de nuestra atención ambas denominaciones son válidas.

(3) Para una introducción al análisis de redes, pueden utilizarse los trabajos de BERKOWITZ (1982), KNOKE y KUKLINSKI (1982), SCOTT (1991), o WASSERMAN y FAUST (1994). En castellano existe un manual divulgativo (RODRÍGUEZ, 1995), aunque algo confuso, que es un resumen de KNOKE y KUKLINSKI y de SCOTT.

(4) Véase, por ejemplo, el número especial de *Organization Studies* (1998).

(5) Estas «redes», las estructuras de relaciones, se han estudiado en un número significativo de campos, desde «las organizaciones comunitarias sin ánimo de lucro» (LAUMANN *et al.* 1978) hasta entre las empresas (STOKMAN *et al.* 1985), pasando por la estructura de poder en la Florencia de los Medici (PADGETT y ANSELL, 1993). Para una aplicación reciente al caso español, referida a los consejos de administración de las empresas, véase AGUILERA (1998).

(6) Pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos: SHRUM y MULLIN (1988), quienes revisan los estudios intra e interorganizativos en «ciencia y tecnología», o DE-BRESSON y AMESSE (1991), quienes analizan los trabajos sobre «las empresas innovadoras que trabajan conjuntamente». Todo ello sin entrar en el campo cuantitativo de la bibliometría y análisis de patentes, en donde los estudios de co-ocurrencia o co-citación son decisivos (véase por ejemplo, LEYDESDORFF, 1995).

(7) Para una descripción de la base MERIT-CATI, véase, por ejemplo, HAGEDOORN y SCHAKENRAAD (1992).

(8) Hay que señalar que para la realización de los cálculos se han utilizado dos programas de análisis de redes: GRADAP (IEC PROGAMMA, 1989) y UCINET IV (BORGATTI *et al.*, 1996a y b), así como el programa de representación gráfica KRACKPLOT v3 (KRACKHARDT *et al.*, 1995).

(9) ESPRIT, por ejemplo en su versión correspondiente al IV Programa Marco de I+D, tras la definición general de tecnologías de la información, incluye áreas como *software,* fabricación integrada, tecnologías para procesos empresariales, sistemas multimedia, redes de altas prestaciones, microprocesadores abiertos, componentes y subsistemas, etc. Mientras que BRITE/EURAM, en su versión correspondiente también al IV Programa Marco, incluye actividades en las áreas de producción, materiales, transportes y, además, específicamente aeronáutica, que en el III Programa Marco estaba bajo un estandarte distinto, el programa AERO.

(10) Para ofrecer al lector una muestra adicional de la representatividad general de los datos que se han incluido en la construcción del grafo, y que corresponden al IV PM, éstos se pueden comparar con los datos ofrecidos sobre la participación española en los proyectos financiados; por ejemplo, para el Programa ESPRIT 4, el CDTI (1998) reportó, para el conjunto de las convocatorias del IV PM, la participación de 257 actores españoles, de los cuales 200 empresas o centros tecnológicos distintos, mientras que nosotros tenemos dentro del grafo correspondiente a 91 actores españoles, que habían participado en las convocatorias de los dos primeros años de vigencia del Programa Marco. En BRITE EURAM tenemos 58 españoles en el grafo correspondiente al IV Programa Marco, mientras que para el total del programa durante el IV Programa Marco participaron, según el CDTI, 211 actores, de los cuales 163 eran empresas o centros tecnológicos. En el grafo de ACTS tenemos 41 socios españoles, frente a un total de 102 socios, y de ellos 75 empresas, para todo el IV Programa Marco. Para el programa Telematics el grafo contiene 55 actores españoles, frente al total de 277 socios, de los cuales 160 fueron empresas o centros tecnológicos. Hay que recordar que, por las fechas de creación de nuestra base de datos, los datos de participación empresarial correspondientes al Tercer Programa Marco de I+D deben estar completos.

(11) Lo mismo opinan los redactores del *Segundo informe de indicadores de ciencia y tecnología de la comisión europea,* pese a que limitan el estudio a la colaboración entre países (véase EC, 1997a, págs. 557-562, y páginas S-109 a S-111).

(12) Densidad, como en todo grafo no dirigido, es: $den = 2L / [n (n-1)]$.

(13) En cuanto a los procedimientos prácticos de cálculo para GRADAP, este valor es un promedio de las densidades de cada uno de los componentes del grafo, con lo que en grafos con un número de componentes superior a 1 puede ser menor que el valor obtenido directamente.

(14) Los valores promediados de la densidad que se ofrecen calculando los valores con GRADAP son semejantes.

(15) El valor de *Unipolaridad* se obtiene al dividir el valor bruto de *Unipolarity* (el máximo *degree* o *grado* de Freeman del grafo, *D*) por el máximo *degree* posible, que sería el de un actor que tuviera relación con todos los demás: $U = D / (n-1)$, donde n es el número de actores, y D el mayor *degree* de un actor del grafo.

(16) El valor de *Integración* se obtiene como proporción entre la suma del *degree* de todos los actores de un grafo, y la suma si todos los actores tuvieran el mayor posible: $I = \Sigma d / [n * (n-1)]$, donde d es el *degree* de cada actor y n el número de actores del grafo.

(17) El valor de *Centralización* es la proporción entre la suma de las diferencias del *degree* de todos los puntos (d) con el valor bruto de *Unipolaridad* (el *degree* mayor del grafo, D), y la suma de los *degrees* de todos

los actores si el de uno de ellos fuera el máximo posible ($n-1$) y el de los demás el mínimo (1): $C = \Sigma (D - d) / [(n-1) * (n-2)]$, donde d es el *degree* de cada actor, D es el *degree* máximo de un actor del grafo, y n es el total de actores.

(18) El índice del grado de centralidad (de Freeman) de un actor sería,

$$CD(n_i) = \sum_j x_{ij}$$

(19) El indice relativo de la centralidad-proximidad (Beauchamp) de un punto *RC (i)*, para el punto i es $RC(i) = (n-1) / D_{i+}$, donde D_{i+} es la suma de las distancias desde i a todos los demás puntos que puede ser representado como la suma de las filas i de la matriz de distancias D,

$$D_{i+} = \sum_{j=1}^{n} D_{ij}$$

De este modo, el índice es mayor cuando aumenta la centralidad-proximidad.

(20) El valor de la centralidad-mediación se representa como: $C_B(K) = [2\sum_i^n \sum_j^n (g_{ij}(k) / g_{ij})] / [n^2 - 3n + 2]$, para todos los puntos no ordenados, i, j, k, donde $i < j$, n es el número de nodos de la red y $g_{ij}(k)$ es el número de geodésicas (caminos más cortos) entre i y j, que pasan por k. Por tanto si k está en el camino más corto del par (i,j), K tiene alta centralidad-mediación.

(21) Véase nuestro análisis sobre la distribución de las capacidades tecnológicas por regiones medidas a través de las patentes europeas en Sanz Menéndez y Arias (1999).

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, Ruth V. (1988), «Directorship interlocks in comparative perspective: The case of Spain», *European Sociological Review*, vol. 14, n.º 4, págs. 319-342.

Barnes, J. A. (1954), «Class and committees in a Norwegian island parish», *Human Relations,* vol. 7, págs. 39-58

Berkowitz, S. D. (1982), *An Introduction to Structural Analysis*, Butterworths, Toronto.

Borgatti, Steve P.; Everett, Martin, y Freeman, Lin (1996a), *UCINET IV, versión 1.64,* Analytic Technologies, Natick, (MA).

— (1996b), *UCINET IV, versión 1.64 Reference Manual.* Analytic Technologies, Natick (MA),

Bott, Elisabeth (1957), *Family and Social Network*, Tavistock, Londres.

Burt, R. S. (1982), *Towards a Structural Theory of Action*, Academic Press, Nueva York.

Cabo, Pépin, G. (1997), *The knowledge network. European subsidized research and development cooperation*, Labyrint, Capelle.

Cabo, P. G., y Bijmolt, T. H. A. (1992), «International R&D networks: the Eureka map», *Research Evaluation,* vol. 2, n.º 3, diciembre, págs. 161-168.

CDTI (1998), «IV Programa Marco de I+D, 1994-1998», *Perspectiva. Revista de Innovación Tecnológica*, año 2, n.º 6, otoño, pags. 12-23.

CICYT (1998), *Plan Nacional de I+D. Memoria de las actividades del Plan Nacional de I+D en 1996*, CICYT, Madrid.

Cohen, W., y Levinthal, D. (1989), «Innovation and learning: The two faces of R&D», *Economic Journal*, vol. 99, páginas 569-596.

Crane, Diana (1972), *Invisible Colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*, The Chicago University Press, Chicago.

David, Paul, y Foray, Dominique (1995), «Accessing and expanding the science and technology knowledge base», *STI. Science, Technology and Industry*, número 16, págs. 13-68.

DeBresson, Chris, y Amesse, Fernand (1991), «Networks of innovators», *Research Policy*, vol. 20, n.º 5, octubre, páginas 363-379.

Dumont, M.; Meussen, W.; Sanz, L.; Fernández, R; García; C. E., y Vock, P (1999), *Focus group on «Organisational Mapping». National Innovation Systems 2nd phase*, OECD, París, mímeo.

EC-EUROPEAN COMMISSION (1995), *Green Paper on Innovation*, European Communities, Bruselas, COM(95) 688 (final), diciembre.

— (1997a), *Second European Report on S&T Indicators, 1997,* Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo,. Report. EUR 17639.

— (1997b), *Cordis. Community R&D* Information Service, European Communities, Bruselas.

Edquist, Charles (ed.) (1997), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organisations*, Pinter, Londres.

Freeman, Christopher (1987), *Technology Policy and Economic Performance*, Pinter, Londres.

— (1991), «Networks of innovators: A synthesis of research issues», *Research Policy*, vol. 20, n.º 5, octubre, páginas 499-514.

Freeman, Linton C. (1979), «Centrality in social networks: Conceptual clarification», *Social Networks*, vol. 1, pags. 215-239.

Freeman, L. C.; Borgatti, S. P., y White, D. R. (1991), «Centrality in valued graphs: A measure of betweeness based on network flow», *Social Networks*, vol. 13, páginas 141-154.

Geroski, Paul (1995), «Markets for technology: Knowledge, innovation and appropriability», en Stoneman, Paul, ed., *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford, págs. 90-131.

Granovetter, Mark. (1973), «The strength of weak ties», *American Journal of Sociology*, vol. 78, págs. 1.360-80.

Hagedoorn, John (1990), «Organisational modes of inter-firm co-operation and technology transfer», *Technovation*, volumen 10, págs. 17-30.

— (1995), «Strategic technology partnering during the 1980s: trends, networks and corporate patterns in non-core technologies», *Research Policy*, vol. 24, n.º 2, marzo, págs. 207-231.

Hagedoorn, John, y Schakenraad, Jos (1990), «Inter-firm partnership and co-operative strategies in core technologies», en Freeman C., y Soete, L., eds., *New Explorations in the Economics of Technological Change*, Pinter, Londres, páginas 3-37.

— (1992), «Leading companies and networks of strategic alliances in information technologies», *Research Policy*, vol. 21, páginas 163-190.

Hakansson, Hakan (1989), *Corporate Technological Behaviour. Co-operation and Networks*, Routledge, Londres.

Iec ProGAMMA (1989), *GRADAP*, Iec ProGAMMA, Groningen.

Knoke, David, y Kuklinski, James H. (1982), *Network analysis,* Sage, Londres.

Krackhardt, David; Blythe, Jim, y McGrath, Cethleen (1995), *Krackplot 3.0, User´s Manual*, Analytic Technologies, Natick (Ma).

Laumann, Edwards O.; Galaskiewicz, Joseph, y Marsden, Peter V. (1978), «Community structure as interorganizational linkages», *Annual Review of Sociology*, volumen 4, págs. 455-484.

Levinthal, D., y March, J. (1981), «A model of adaptative Organizational Search», *Journal of Economic Behaviour*, vol. 2, páginas 307-333.

Leydesdorff, Loet (1995), *The Challenge of Scientometrics. The development, measurement, and self-organization of scientific communications*, DSWO Press, Leiden.

Lundvall, Bengt-Ake, ed. (1992), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres.

Malerba, Franco (1996), *Public Policy and Industrial Dynamics: an Evolutionary Perspective,* Proyecto ISE- TSER, mímeo.

Mizruchi, Mark S., y Potts, Blyden B. (1998), «Centrality and power revisited: actor success in group decision making», *Social Networks*, vol. 20, octubre, páginas 353-387.

Mohnen, Pierre (1996), «R&D externalities and productivity growth», *STI. Science, Technology and Industry*, n.º 18, páginas 39-66.

Nelson, Richard R. (1993), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Nueva York.

OECD (1996), *The Knowledge-based Economy*, OCDE, París.

— (1997), *National Innovation Systems*, OCDE, París.

ORGANIZATION STUDIES (1998), Número especial sobre *The Organizational Texture of Inter-firm relations*, vol. 19, n.º 4.

PADGETT, J. F., y ANSELL, C.K. (1993), «Robust action and the rise of Medici, 1400-1434», *American Journal of Sociology*, volumen 98, págs. 1259-1319.

PETERSON, John, y SHARP, Margaret (1998), *Technology Policy in the European Union*, MacMillan, Londres.

RODRÍGUEZ, Josep A. (1995), *Análisis estructural y de redes*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

SANZ MENÉNDEZ, Luis, y ARIAS, Esther (1999), «Concentración y especialización regional de las capacidades tecnológicas: un análisis a través de las patentes europeas», *Economía Industrial* (en prensa).

SCHIENSTOCK, Gerd (1994), «Technology policy in the process of change: Changing paradigms in research and technology policy?», en AICHHOLZER, Georg, y SCHIENSTOCK, Gerd , eds., *Technology Policy. Towards an Integration of Social and Ecological Concerns*, De Gruyter, Berlin, pags. 1-23.

SCOTT, John (1991), *Social network analysis. A handbook*, Sage, Londres.

SHRUM, W., y MULLINS, N. (1988), «Network analysis in the study of science and technology», en VAN RAAN, A.F.J., ed., *Handbook of quantitative studies of science and technology*, North-Holland, Elsevier, páginas 107-133.

SMITH, Keith (1997), *Public R&D Policy, European Integration and European Innovation System*, ISE-TSER, mímeo.

STOKMAN, F. N., y SPRENGER, C. J. A. (1989), *GRADAP. Graph Definition and Analysis Package: User's Manual*, Iec ProGAMMA, Groningen.

STOKMAN, F. N.; ZIEGLER, R., y SCOTT, J. (1985), *Networks of corporate power*, Polity, Cambridge.

WASSERMAN, Stanley, y FAUST, Katherine (1994), *Social network Analysis. Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.

Resumen

Un sistema de innovación eficiente es un sistema con fuerte capacidad de distribución de información y conocimiento. Para reforzar estas características del sistema, desde hace tiempo se desarrollan políticas de apoyo a la colaboración de la I+D entre empresas, y entre éstas y otros actores de la investigación.

El objetivo de este trabajo es analizar las redes de colaboración que emergen de los proyectos europeos de I+D. Se utiliza el análisis estructural y de redes desarrollado por los estudios sociológicos con el objetivo de medir la densidad y cohesión de las redes, sus propiedades emergentes, así como la posición de centralidad de los actores y empresas en el conjunto de redes que los programas de I+D contribuyen a crear y, por tanto, medir la capacidad distributiva de información y conocimiento tecnológico de las mismas.

Palabras clave: redes empresariales, investigación cooperativa, política tecnológica, política de I+D europea, análisis estructural y de redes sociales.

Abstract

An efficient innovation system is a system with a marked capability to distribute information and know-how. To reinforce these features of the system, for some time polices have been developed to support cooperation in R&D both between companies and between these and other actors of research.

The aim of this article is to examine the cooperation networks that stem from European R&D projects. We use the structural and network analysis developed by sociological studies in order to measure the density and cohesion of the networks, their emergent properties, as well as the position of centrality of the actors and companies in the set of networks that the R&D programmes help to set up and, therefore, to measure their capability to distribute information and technological know-how.

Key words: innovation, business networks, cooperative research, technological policy, R&D policy in Europe, structural and social network analysis.

JEL classification: O32, O38.

POLÍTICA TECNOLÓGICA PARA SECTORES TRADICIONALES: LECCIONES DE LOS ESTADOS UNIDOS

Paloma SÁNCHEZ

I. INTRODUCCIÓN

EL presente trabajo es el resultado de un conjunto de reflexiones, experiencias y entrevistas, realizadas en los Estados Unidos, entre los meses de septiembre a noviembre de 1998, con ocasión de una beca concedida por la Eisenhower Exchange Fellowship en Filadelfia (*). El proyecto desarrollado en el marco de la beca consistía en el análisis de las experiencias exitosas en transferencia de tecnología a sectores tradicionales, de cara a un mejor diseño de la política tecnológica española.

Los supuestos de partida en que se basó el diseño del proyecto fueron los siguientes:

1) El sistema nacional de innovación de un país está formado por un conjunto de instituciones que crean o difunden conocimiento y lo transforman en nuevos productos o procesos.

2) El buen funcionamiento del sistema depende en gran medida de la interacción fluida entre los diferentes elementos del sistema, que son:

a) las instituciones que desarrollan actividades de I+D (fundamentalmente, universidades);

b) las empresas, principales actores del proceso de innovación, que producen conocimiento, también a través de actividades de I+D, y transforman el conocimiento generado internamente y el que reciben de fuentes exteriores en nuevos productos y procesos;

c) las instituciones interfaz, cuyo principal objetivo es poner en contacto a los dos elementos anteriores, y

d) las instituciones que diseñan y ejecutan la política científica y tecnológica del país, intentando dar coherencia a todo el sistema.

3) Las relaciones entre los distintos elementos del sistema nacional de innovación español son débiles, especialmente las relaciones entre las instituciones de investigación y las empresas.

4) Una buena parte de las empresas españolas se encuentra en sectores tradicionales, intensivos en trabajo. La actividad investigadora e innovadora de los sectores tradicionales es muy reducida, sin embargo la evidencia empírica muestra que la sensibilidad de sus empresas a la introducción de alta tecnología es elevada, dando lugar a importantes incrementos de sus exportaciones y de su cuota de mercado.

5) Es muy difícil para las pequeñas y medianas empresas en sectores tradicionales conocer sus necesidades técnicas y mejorar su capacidad tecnológica. Su lenguaje es difícilmente entendible por las instituciones de investigación. El lenguaje de éstas tampoco es fácilmente accesible para las empresas; en consecuencia, son necesarias instituciones interfaz que conecten a ambas.

6) A lo largo de la historia española reciente, ha existido un divorcio entre política científica y política tecnológica y de innovación, así como una escasa atención específica a las demandas y necesidades tecnológicas de los sectores tradicionales.

Con todos estos supuestos, se diseñó un programa de visitas y entrevistas por los EE.UU. a las instituciones siguientes: *A)* centros diseñadores y decisores de política científica y tecnológica; *B)* instituciones científicas productoras de conocimiento (universidades y laboratorios de investigación); *C)* instituciones interfaz; *D)* empresas, y *E)* grupos de académicos en diversas universidades, expertos en economía y política del cambio tecnológico.

El trabajo se estructura de la forma siguiente. En el apartado II, se intenta justificar la necesidad de una política tecnológica específica para los sectores tradicionales, mostrando, primero la importancia económica de éstos para nuestro país, segundo, su escasa actividad investigadora e innovadora autónoma, y tercero, el soporte de la teoría y la experiencia americana. El apartado III está dedicado a sugerir líneas de actuación concretas; para cada una de ellas se describe y justifica la acción propuesta, se analiza el ejemplo de institución o programa americano estudiado y se especifica la línea concreta que a nuestro juicio debería seguirse en España. El apartado IV está dedicado a lo que nos parece un compañero de viaje ineludible de cualquier acción política, la evaluación de sus resultados; no debe existir, a nuestro juicio, ningún proyecto o programa cuyo lanzamiento no vaya acompañado del diseño de su propio mecanismo evaluador. El apartado V resume las conclusiones fundamentales.

II. ¿ES NECESARIA UNA POLÍTICA TECNOLÓGICA PARA SECTORES TRADICIONALES?

La primera cuestión a responder se refiere a definición de los sectores tradicionales. El conjunto de sectores a los que vamos a dar tal calificativo son aquéllos en los que se dan, con carácter general, las siguientes características: son industrias manufactureras, intensivas en trabajo y son viables técnicamente con el uso de tecnologías intermedias, es decir, no se requieren conocimientos técnicos punteros para el desarrollo de la producción. Muchos de ellos suelen ser importantes consumidores de energía. A efectos de este trabajo, nos vamos a limitar a los sectores tradicionales en los que predomina la pequeña y mediana empresa, si bien somos conscientes de que hay sectores que comparten las características enunciadas, en los que pueden existir grandes empresas, como, por ejemplo, la siderurgia o la construcción. Consideramos, no obstante, que los problemas de la pequeña y gran empresa difieren sensiblemente y debe diferir por tanto el tipo de políticas a aplicar. El conjunto de sectores para los que creemos son de relevancia las líneas que siguen son los siguientes: alimentación, bebidas y tabaco; textil y confección, cuero y calzado; madera y corcho; papel, edición y artes gráficas; transformación del caucho y materiales plásticos; productos minerales no metálicos, metalurgia y fabricación de productos metálicos; maquinaria y equipo mecánico, e industrias manufactureras diversas.

El que la producción de estos sectores sea viable técnicamente con tecnologías intermedias, y su carácter de intensivos en trabajo, implica que su producción está al alcance de países con niveles medios de desarrollo, que pueden producirlos a unos costes muy competitivos. En un mundo globalizado y con cada vez menos barreras al comercio, la producción de estas empresas en las economías más avanzadas tiene escasa viabilidad económica, salvo que sean capaces de transformaciones profundas que den lugar a innovaciones de proceso (ahorradoras de costes, menos intensivas en energía, más limpias) e innovaciones de producto (adaptados a los distintos mercados y consumidores).

Las empresas y los sectores que se encuentran en las circunstancias antedichas han sido a veces denominados «empresas y sectores maduros». Dicha acepción es impropia, a nuestro juicio, porque conlleva una connotación: la de que se trata de empresas o sectores que han cumplido un ciclo y cuya desaparición puede estar próxima. El núcleo de nuestra argumentación y el sentido de este proyecto van justamente en dirección contraria. La mayor parte de los sectores a los que nos estamos refiriendo tiene un gran papel que jugar en las economías avanzadas, no solamente porque su desaparición condenaría al paro a núcleos de población y geográficos de enorme importancia, sino sobre todo porque son susceptibles de desarrollos espectaculares si aplican tecnologías de alto nivel.

La expresión «alta tecnología» se usaba en el pasado para describir aquélla que utilizaban los sectores intensivos en investigación, tales como ordenadores, biotecnología o la industria aeroespacial. Hoy la «alta tecnología» es un estilo de trabajo aplicable a todo tipo de empresas, con independencia de que los productos o servicios que elaboren sean tradicionales (Branscomb y Florida, 1998: 6). Así pues, la idea central del trabajo es que no existen empresas maduras, sino productos maduros, y que las empresas de los sectores tradicionales pueden producir productos de alto contenido tecnológico que sean viables económicamente en los países avanzados.

Ahora bien, es muy difícil que esto se consiga en ausencia de intervención pública. A justificar dicha intervención y a definir las características de la misma, está dirigido el resto del artículo.

1. Los sectores tradicionales en España. Importancia relativa

Los gráficos y cuadros que aparecen a continuación reflejan de forma somera las características que nos importa destacar del conjunto de sectores que estamos denominando tradicionales.

El gráfico 1 muestra la contribución de los mismos al valor añadido bruto industrial; el gráfico 2, el porcentaje de ocupados en cada uno de los sectores con respecto al total del empleo industrial; el gráfico 3, el nivel de cualificación de la mano de obra ocupada en los mismos y el cuadro n.º 1, los gastos en I+D y en innovación de cada uno de ellos. Los datos se refieren en cada caso al último año para el que están disponibles.

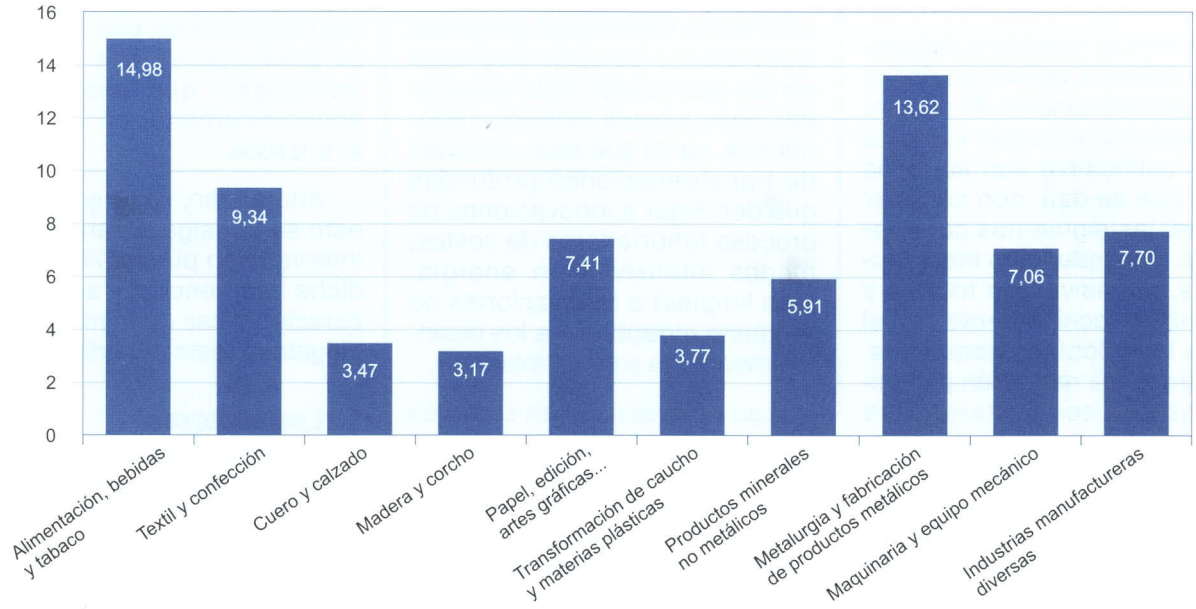
Las conclusiones son claras:

— Estos sectores dan empleo al 76,44 por 100 de los trabajadores de la industria.

— Representan el 58,53 por 100 del valor añadido bruto industrial.

— La cualificación de su mano de obra es muy baja.

GRÁFICO 1
PORCENTAJE DE OCUPADOS SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD CON RESPECTO AL TOTAL DEL EMPLEO INDUSTRIAL: TERCER TRIMESTRE DE 1998



Fuente: INE, *Encuesta de población activa* (EPA).

— Invierten en I+D el 23,57 por 100 de la inversión empresarial total y en innovación el 27 por 100 del gasto total en innovación de las empresas españolas.

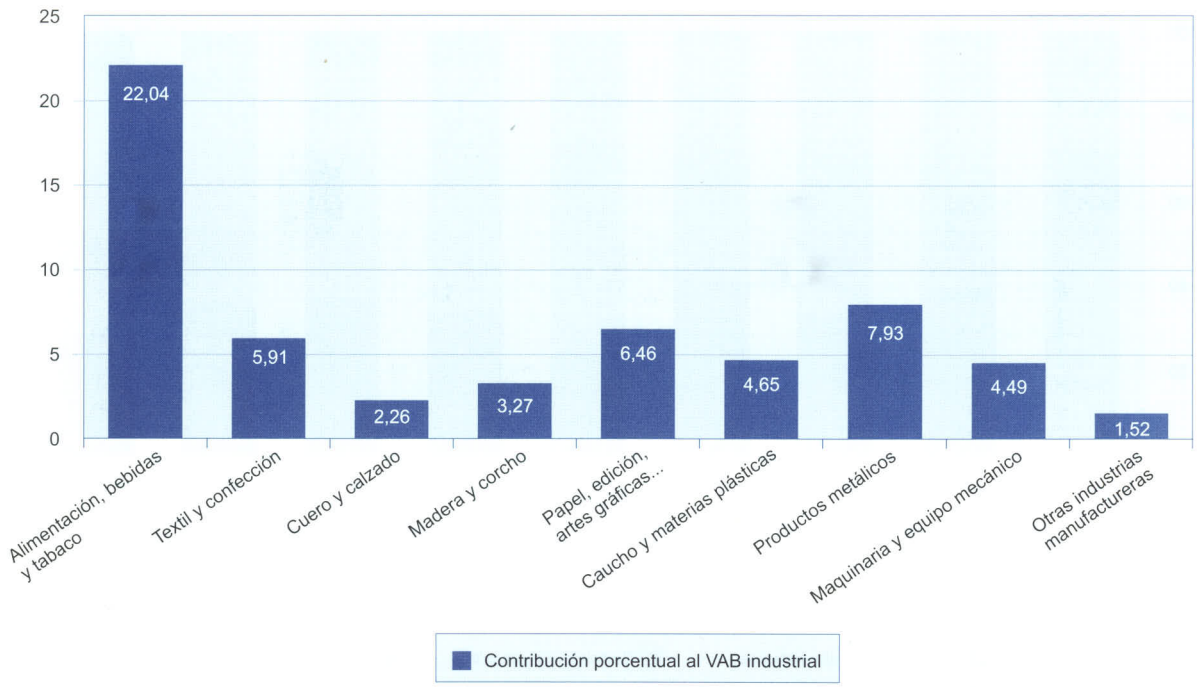
Su importancia económica en el conjunto de la actividad industrial es, pues, clara; su capacidad de avanzar tecnológicamente es, por el contrario, escasa. Es bien conocido que la habilidad de una empresa para apropiarse del conocimiento que otros han generado está limitada por su capacidad de absorción. Nos encontramos ante un circulo vicioso: las empresas que efectúan poca investigación tienen menos capacidad de absorción y por tanto se benefician menos de las externalidades *(spillovers)* que genera la acción pública y las instituciones de su entorno. El incrementar dicha capacidad de absorción en los sectores tradicionales ha de ser uno de los objetivos a perseguir.

2. Sectores tradicionales y política tecnológica en el pasado

En un trabajo anterior (Sánchez, 1992), en el que analizábamos las características de la demanda de tecnología extranjera en España en la década de los ochenta e intentábamos anticipar las previsiones para los noventa, poníamos de manifiesto que el impulso dado a la investigación desde las distintas administraciones, a partir de la Ley de la Ciencia de 1986, no había prestado atención a la demanda de tecnología por parte de las empresas españolas, como variable para orientar la política de investigación. Asimismo, detectábamos que, en la práctica, las áreas tecnológicas que habían recibido mayor atención, en términos de fondos para investigación, eran áreas que interesaban y beneficiaban, primordialmente, a las empresas de capital extranjero. En ese trabajo apuntábamos también que la situación de los sectores tradicionales españoles era especialmente preocupante, por cuanto en ellos el cambio técnico debería venir dado por la utilización y aplicación de nuevas tecnologías, sin que existieran suficientes esfuerzos públicos encaminados a ese fin.

Trabajos referidos a etapas más recientes hacen hincapié en esta misma idea. Así, Luis Sanz (1997: 375), sostiene que la política seguida a raíz de la Ley de

GRÁFICO 2
VALOR AÑADIDO BRUTO DE LAS INDUSTRIAS TRADICIONALES: CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL AL VAB INDUSTRIAL EN 1995



Fuente: INE (1998).

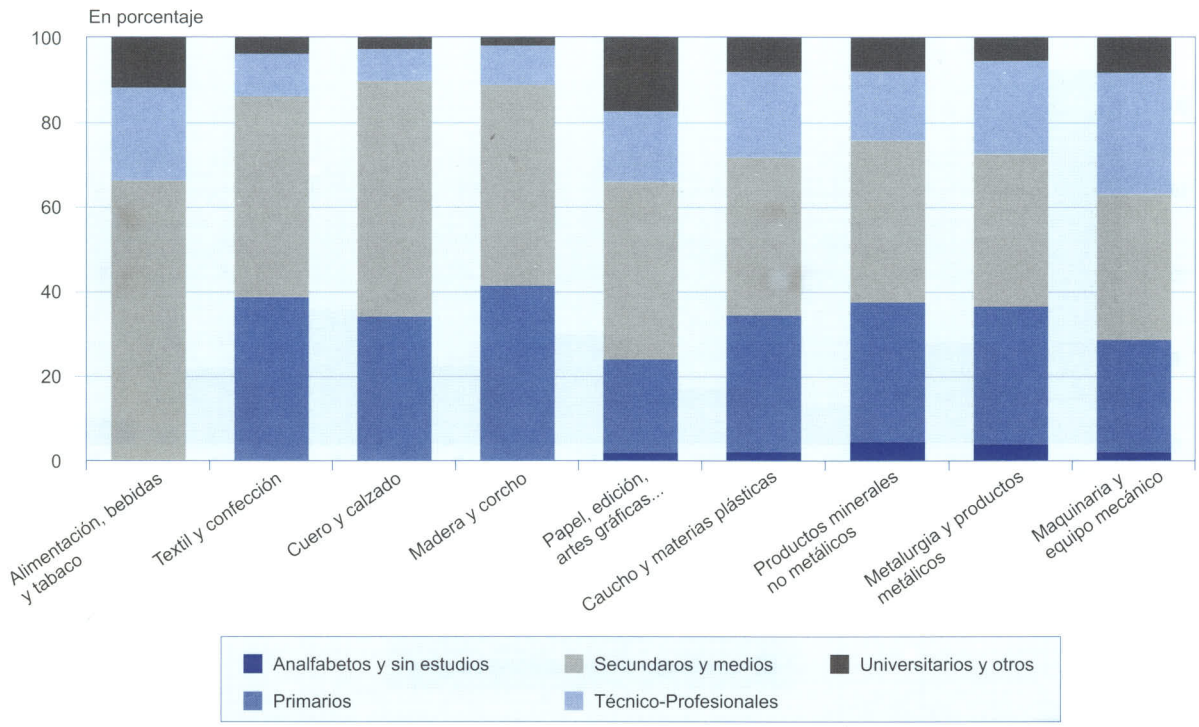
la Ciencia concretó su acción sobre las industrias de tecnología avanzada más que sobre los sectores maduros, actuando de manera discriminatoria contra estos últimos. Tan sólo algunas acciones parciales, llevadas a cabo a mediados de los noventa desde el Ministerio de Industria y Energía (dentro de los programas PATI y ATYCA), han prestado atención a los mencionados sectores.

Sin embargo, la escasa atención política no se compadece con la sensibilidad y capacidad de respuesta que estos sectores manifiestan ante las inyecciones tecnológicas. En dos trabajos empíricos (Sánchez, 1993, y Sánchez y Chaminade, 1998) hemos constatado que en los sectores de mayor nivel tecnológico el esfuerzo innovador tiene escasa repercusión en la cuota de mercado o en la proporción de productos innovadores sobre las ventas o exportaciones de las empresas. Por el contrario, en los sectores tradicionales, si bien el gasto de innovación es menor globalmente y el número de empresas innovadoras es escaso, aquéllas que innovan, y sobre todo aquéllas que investigan, ven muy bien recompensado su esfuerzo en términos de mayores ventas y exportaciones. La proporción de productos innovadores que lanzamos al mercado en estos sectores es similar a la media europea, mientras que en los sectores de alto contenido tecnológico dicha proporción es sensiblemente menor.

Está situación corrobora la tesis desarrollada por Dosi y otros (1990) en virtud de la cual en los sectores en los que la brecha tecnológica con los líderes mundiales es elevada, la ventaja comparativa es escasa y el esfuerzo tecnológico sirve, como mucho, para mantener las posiciones. Por el contrario en sectores tradicionales, donde la distancia al líder mundial es escasa, pueden existir ventajas comparativas, y el esfuerzo tecnológico se traduce rápidamente en mejoras de la posición relativa y en la puesta en el mercado de productos innovadores.

Si todo lo anterior es cierto, el apoyo a la mejora del nivel tecnológico de nuestra industria tradicional ha de ser una siembra fructífera.

GRÁFICO 3
ESTUDIOS TERMINADOS POR LA MANO DE OBRA INDUSTRIAL EN DISTINTAS RAMAS DE ACTIVIDAD: TERCER TRIMESTRE DE 1998



Fuente: INE, EPA.

III. LÍNEAS DE ACCIÓN

1. El nuevo papel de los gobiernos

Las políticas de ciencia y tecnología seguidas por los gobiernos de los países desarrollados, después de la Segunda Guerra Mundial, estuvieron basadas en el modelo lineal de la innovación. Como es bien conocido, este modelo supone asumir, primero, que la relación ciencia-tecnología-innovación es un proceso lineal, de forma tal que la principal misión del sector público es inyectar recursos en investigación básica, ya que a partir de ahí se van a desarrollar conocimientos aplicados que se transformarán en innovaciones de productos y procesos. Supone asumir también que la tecnología que se desarrolle en ciertos sectores con fuerte inversión pública, tales como defensa, investigación espacial, energía nuclear, etc., fluirá, de forma más o menos automática, hacia la industria (Branscomb y Florida, 1998: 16). Era, pues, un modelo en que la acción pública prestaba atención a la oferta de recursos para la generación de conocimiento.

Como es bien conocido, hoy entendemos la realidad de muy distinta manera. Sabemos que el proceso de creación y difusión de conocimiento y de transformación de éste en nuevos procesos y productos no es en absoluto lineal, sino complejo, que se explica mejor a partir del modelo interactivo de Kline y Rosenberg (1986), donde los factores de entorno son fundamentales, la creación y la difusión de tecnología son vulnerables a las barreras culturales e institucionales y la acción pública tiene, necesariamente, que prestar atención a la demanda y a las necesidades de los agentes fundamentales del proceso innovador, las empresas.

La nueva acción del gobierno debe tener en cuenta los siguientes principios:

a) No existe una política tecnológica que sea universalmente válida. En términos coloquiales,

CUADRO N.º 1

GASTOS EN ACTIVIDADES DE I+D E INNOVACIÓN EN EL SECTOR EMPRESAS SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, EN 1996, EN MILES DE PESETAS CORRIENTES

	Total Gastos I+D (1)	*Porcentaje respecto del gasto I+D en el sector empresas*	*Total gasto en innovación (2)*	*Porcentaje respecto del gasto en innovación en el sector empresas*
Total sector empresas	291.490.000	100,00	620.504.954	100,00
Total industria tradicional	68.713.959	23,57	168.125.739	27,09
Alimentación, bebidas y tabaco	10.531.361	3,61	10.192.869	1,64
Industria textil	3.970.593	1,36	20.556.844	3,31
Cuero y calzado	1.085.390	0,37	2.511.574	0,40
Madera y corcho	250.674	0,08	9.740.584	1,56
Papel y edición	3.303.858	1,13	23.491.463	3,78
Productos minerales no metálicos	5.341.765	1,83	29.998.211	4,83
Metalurgia y productos metálicos	12.243.762	4,20	36.203.589	5,83
Maquinaria y equipo mecánico	22.969.282	7,87	31.068.761	5,00
Otras industrias manufactureras	3.360.170	1,15	4.361.844	0,70

(1) *Fuente:* INE, Encuesta I+D (1996).
(2) *Fuente:* INE, Encuesta Innovación (1996), y Sánchez y Chaminade (1998).

«el café para todos» es una mala política. La realidad es diversa, y diversa ha de ser la actuación pública.

b) El sector empresarial, auténtico protagonista del proceso innovador, debe estar involucrado activamente en todas las etapas del proceso de definición y ejecución de políticas tecnológicas.

c) La acción pública debe ser permanentemente evaluada. No deben lanzarse programas o proyectos que no incorporen el diseño y los mecanismos de su propia evaluación.

d) La nueva política tecnológica que se reclama es, en el fondo, mucho menos intervencionista, por cuanto parte de las necesidades del mercado definidas por el propio mercado, y las desarrolla y ejecuta en cooperación con las fuerzas del mercado.

1.1. *La definición de políticas en los Estados Unidos*

La llegada del equipo Clinton-Gore a la Casa Blanca, en 1993, supuso un cambio fundamental en la política tecnológica del país. Al poco tiempo publicaron un informe denominado *Technology for America´s Economic Growth: A new direction to build economic strenght.* En él se constataba que los Estados Unidos habían experimentado un importante desarrollo científico y tecnológico desde la Segunda Guerra Mundial, pero que su capacidad de competir en los mercados internacionales estaba declinando, y que la política científica y tecnológica necesitaba un cambio de orientación. Aunque las reformas previstas no se pusieron en marcha con carácter inmediato, debido a la urgencia política de otros temas, lo cierto es que a partir de 1995 se lanzaron nuevos instrumentos y se mejoraron antiguos programas.

En 1997, un grupo de investigadores financiados por la Alfred T. Sloan Foundation realizó una revisión crítica, y sus resultados han sido publicados por el MIT (Branscomb y Keller, 1998). Muchos de los comentarios a la política estadounidense, aparte de la experiencia propia recogida en todas las visitas anteriormente mencionadas, están basados en los resultados de dicha revisión crítica. Como es lógico, de todas las experiencias propias y ajenas vamos a hacer alusión solamente a aquéllas que nos permiten extraer ejemplos aplicables a la situación española, bien en sentido positivo, es decir, modelos a seguir, bien en sentido negativo, esto es, modelos a evitar.

Un primer elemento a destacar es que los analistas entienden que una de las razones del éxito de las políticas acometidas estriba en que se logró el acuerdo entre la Administración y el Congreso para el nuevo rumbo que tomó la política tecnológica. El acuerdo en el congreso implica, a su vez, que los dos grandes partidos del país la respaldaron. Ésta es, a nuestro juicio, una importante lección a aprender: La política de ciencia y tecnología ha de ser una política de Estado.

Debemos decir, no obstante, que en el modelo americano no

existe una política tecnológica específica para sectores tradicionales, es más, se percibe un cierto rechazo en algunas instancias a la propia idea. Sin embargo, en la práctica, existen acciones sectoriales que afectan a esas industrias, y programas y acciones concretos para las pequeñas y medianas empresas manufactureras que reúnen todas las características de los sectores que estamos contemplando.

Como es bien conocido, la Administración americana opera a tres niveles: local, estatal y federal. El marco de la política científica y tecnológica global se define a nivel federal. Existe una institución clave, muy cercana al Presidente, la Oficina de Política de Ciencia y Tecnología (OSTP, 1996 y 1997). Existen además instituciones financiadoras de carácter federal, como la National Science Foundation, y órganos asesores, como por ejemplo el National Research Council y, dentro de él, el Board on Science, Technology and Economic Policy (STEP), que ayudan a definir las grandes líneas de actuación en el país. Por otra parte, muchos de los distintos departamentos definen sus propias políticas. Éste es el caso de los departamentos de Energía, de Comercio y, por supuesto, de Defensa.

Sin embargo, lo que nos parece interesante resaltar es que nada de lo que se define a nivel federal se ejecuta sin la participación de las otras dos instancias, es decir, sin la colaboración de los gobiernos estatales y locales, y sobre todo sin la participación de las empresas. El diálogo con éstas es considerado imprescindible por los decisores de la OSTP o por los directores de oficinas equivalentes en algunos estados, como tuvimos ocasión de constatar, por ejemplo, en la Oficina del Gobernador de Carolina del Norte para Ciencia y Tecnología. Merece la pena resaltar, por último, que las políticas tecnológicas desarrolladas durante los años noventa en los Estados Unidos que han tenido éxito son las que han favorecido conjuntamente el desarrollo de nuevas tecnologías con nuevas prácticas de gestión y organización que posibilitan su implantación.

1.2. *Los foros de debate y el nuevo papel de las empresas*

Uno de los interesantes mecanismos desarrollados en Estados Unidos para favorecer la interacción entre las distintas instancias de la Administración y el mundo empresarial son lo que podríamos denominar foros de debate.

Hay dos que nos parecen especialmente representativos. El primero de ellos es el Government-University-Industry Research Round Table (GUIRR); tiene su sede en Washington y está financiado por varias instituciones de investigación como la National Academy of Science, la National Academy of Engineering y el Institute of Medicine. Es un foro de diálogo formado por representantes de alto nivel del gobierno, la universidad y las empresas, dedicado a definir y explorar los problemas cruciales que deben inspirar la agenda política en ciencia y tecnología. La participación empresarial en dicho foro dista mucho de ser nominal. La voz de los empresarios es realmente escuchada y tenida en cuenta no ya en la ejecución, sino en el propio diseño de políticas y en la definición de proyectos y programas.

El segundo ejemplo está constituido por el Industrial Research Institute (IRI). Se trata de una asociación de empresas, financiada exclusivamente por los propios socios y que considera su misión fundamental «incrementar la eficacia de la innovación tecnológica en la industria». Las empresas miembros de la asociación realizan el 80 por 100 de la I+D del país financiada por el sector privado, y su volumen de ventas equivale al 30 por 100 del PIB de los Estados Unidos. Se reúnen periódicamente con representantes de las instancias gubernamentales y universitarias para discutir las políticas que favorezcan la integración de los tres estamentos. Su voz tiene una gran fuerza. Entre sus sugerencias destaca una, a nuestro juicio, que puede ser importante para nuestro país. Recomiendan que representantes empresariales participen en los foros universitarios de revisión de los planes de estudio, establecimiento de programas de investigación, etcétera.

Aunque en teoría en España se preveía la aportación de los agentes sociales (científicos, empresas y sindicatos) al diseño de las políticas a través del Consejo Asesor de la Ciencia y la Tecnología, es bien sabido que dicha aportación ha sido meramente nominal. Sigue siendo una tarea política pendiente el establecimiento de foros de discusión en los que la voz de los empresarios se haga sentir claramente y sea escuchada por los decisores. La Fundación COTEC es un ejemplo de esos foros; sin embargo, su participación efectiva en el diseño de políticas es todavía poco relevante.

El proceso de innovación tecnológica en las empresas ha experimentado cambios profundos en los últimos tiempos. Por ejemplo, los cambios en la gestión y organización de la producción y en la gestión de recursos humanos, hace años definidos como innovaciones tecnológicas, son

en estos momentos considerados como precursores de la propia innovación tecnológica y condiciones necesarias para que ésta se desarrolle. El mismo concepto de I+D en las empresas está cambiando; muchas de ellas han minimizado y en algún caso eliminado sus laboratorios de I+D por cuanto descansan más en sus suministradores, no sólo como fuentes de bienes y servicios, sino también como fuentes de innovación. Otras han incrementado sus relaciones con universidades y otros centros de investigación. La relación interna entre los departamentos y estamentos de la empresa es mucho menos jerarquizada, y su acción, mucho más cooperativa. Los nuevos patrones de innovación dependen en estos momentos, en buena medida, de las capacidades que tienen las empresas para firmar acuerdos y alianzas, buscando el conocimiento técnico allá donde exista.

Todas estas tendencias reclaman una acción pública diferente, consciente de esas diferencias, que apoye y potencie las alianzas. La política tecnológica debe ser ahora muy distinta de la que se desarrollaba cuando el gobierno decidía qué investigación necesitaba, pagaba por ella y escogía a las personas que la iban a desarrollar. Ahora los gobiernos están obligados a trabajar de forma más indirecta, entender los nuevos mecanismos con que las empresas operan y entender además que esa operatoria es distinta de unas empresas a otras y de unos sectores a otros (Branscomb y Florida, 1998: 7). El gobierno debe ejercer ahora menos autoridad sobre las actividades privadas, escuchar más a los requerimientos de investigación que proceden del sector privado y facilitar el desarrollo de capacidades por parte de la industria.

1.3. *Ciencia* versus *tecnología: Una distinción difusa*

Se viene arguyendo en los últimos tiempos que la línea de separación entre la investigación básica, la investigación aplicada y la investigación de desarrollo es difícil de establecer (OCDE, 1992). A pesar de ello, dicha separación sigue utilizándose en la literatura y, lo que es peor, en los cuestionarios que reciben las empresas y que sirven de base para recoger los datos fundamentales que permiten analizar la capacidad investigadora e innovadora. Nos referimos a los cuestionarios de las encuestas de I+D (siguiendo el Manual de Frascati) y de innovación (siguiendo el Manual de Oslo).

Uno de los trabajos del libro que recoge la evaluación de la política tecnológica americana al que anteriormente hemos hecho referencia (Branscomb, 1998: 112 y siguientes) pone de manifiesto la insuficiencia de estas distinciones conceptuales para reflejar la realidad actual. Nos parece interesante constatar que nuestra propia experiencia coincide con esas apreciaciones. Los empresarios españoles entrevistados con ocasión del análisis de la encuesta de innovación en España (Sánchez y Chaminade, 1998) constatan que la respuesta a la pregunta «Proporción de su gasto en I+D que dedica a investigación básica, aplicada y de desarrollo» es, pura y sencillamente, un invento.

Algo parecido ocurre cuando intentamos distinguir entre investigación científica y desarrollo tecnológico. No solamente sabemos ya que el segundo no siempre sigue a la primera; por el contrario, en muchas ocasiones la precede, sino que, observando lo que hace un científico no siempre nos resultaría fácil adscribirle con nitidez a uno u otro lado de la línea. Es evidente que la realidad se transforma y camina mucho más deprisa que nuestra capacidad para cambiar los instrumentos de medición y los modelos de explicación de dicha realidad.

El divorcio que existe en nuestro país entre los entes productores de conocimiento (básicamente universidades y centros públicos de investigación) y sector empresarial, corre parejo con la separación existente en el diseño de políticas e instrumentos entre área científica y área tecnológica. Como bien ha puesto de manifiesto Luis Sanz (1997), si bien la Ley de la Ciencia intentó situar bajo un paraguas único el diseño de prioridades y el establecimiento de programas para potenciar el desarrollo político y tecnológico, la realidad política ha llevado a las instituciones a una separación casi tajante. Por un lado, tenemos la investigación científica, potenciada fundamentalmente a través de las actividades de la actual Oficina de Ciencia y Tecnología y el Plan Nacional de I+D, por otra, el apoyo a la innovación instrumentado a través de los distintos programas y organismos del Ministerio de Industria y Energía. Si la línea divisoria entre ciencia y tecnología es difusa, la separación política entre los mecanismos de apoyo a una y otra sólo puede ser contraproducente.

2. El vínculo con la investigación: las instituciones interfaz

La capacidad de innovación depende cada vez más de la intensidad y la calidad de las interacciones entre las instituciones de investigación y el sector empresarial. Un proyecto de la OCDE (OCDE,1999: 2) tiene como objetivo identificar las me-

jores prácticas de estas interrelaciones. Se intenta extraer enseñanzas de su análisis que inspiren cambios en la acción política para un fomento más adecuado de aquéllas.

En las dos últimas décadas, hemos asistido a una explosión de las relaciones entre la universidad y la empresa. Los Estados Unidos calculan que en la actualidad hay más de 1.000 centros de investigación universidad-empresa en más de 200 *campus* universitarios (Cohen, Florida y Goe, 1994). En España, aparte de la tarea realizada por las fundaciones universidad-empresa, nos encontramos con múltiples iniciativas de carácter público, como las OTRIS, o combinaciones de acciones públicas y privadas, como los centros tecnológicos.

Lo que nos interesa destacar es que no todos los mecanismos de interacción universidad-empresa son adecuados para los sectores tradicionales y creemos que el ejemplo de los Estados Unidos es válido para examinar las características que tienen las instituciones interfaz con más capacidad para apoyar a las empresas en esos sectores.

La mayoría de las instituciones visitadas en los Estados Unidos se sitúa dentro de este grupo, se trata de instituciones que actúan de puente entre los investigadores y el tejido empresarial. Podríamos clasificarlas en dos grandes bloques: el primero formado por aquéllas que tanto física como mentalmente se encuentran próximas a los entes creadores de conocimiento. Muchas de ellas se sitúan en los propios *campus* universitarios; el segundo colectivo es el de instituciones que se encuentran más próximos al tejido empresarial. La forma de operar que detectamos en unas y otras es claramente diferente, sus mecanismos de interacción con las empresas, también, y la principal conclusión que obtenemos es que el segundo conjunto es el más útil para los sectores tradicionales y que de sus características deberíamos aprender para potenciar dichos sectores en España. Veámoslos separadamente.

2.1. *Instituciones interfaz cercanas a la universidad*

Tenemos en primer lugar distintos tipos de oficinas de transferencia de tecnología desarrolladas en las propias universidades. Tres magníficos ejemplos visitados fueron la Technology Transfer and Industry Research de la North Carolina State University, el California Institute of Technology (CALTECH) en Pasadena, California, y el CONNECT de la Universidad de California en San Diego. Con las diferencias derivadas de las peculiaridades de los distintos lugares, los distintos medios de financiación, la cultura local, etc., todas ellas compartían un conjunto de características:

- Las instituciones de investigación en las que se sitúan son centros de gran prestigio que desarrollan investigación puntera.
- Las empresas con las que se relacionan están situadas en sectores de alta tecnología (electrónica, biotecnología, etcétera).
- No tienen que salir a buscar sus clientes entre las empresas de la zona. Las empresas acuden a ellos en demanda de sus servicios. Su acción no es proactiva sino receptiva.
- Tienen muy desarrollados ciertos aspectos relacionados con la transferencia de tecnología, como por ejemplo los mecanismos de protección de resultados de la investigación.
- Aunque la mayoría cuenta con financiación pública, en algunos casos (por ejemplo el CONNECT) la financiación privada es importantísima, y no procede de aquéllos que contratan sus servicios, sino de otras empresas de la zona, tales como bancos, compañías de seguros, abogados, consultoras, etc., interesados en desarrollar la capacidad innovadora de las empresas locales, como mecanismo de generar nuevos clientes y nuevas oportunidades de negocio.

Otro ejemplo de institución interfaz, aunque de distinta naturaleza que los anteriores, es el Advance Technology Program (ATP), que depende del National Institute of Standards and Technology (NIST) del Ministerio de Comercio. Este programa aunque creado como programa piloto en 1990, con la administración Bush, fue potenciado en el marco de la política tecnológica de Clinton a partir de 1993. Proporciona fondos federales para el desarrollo de investigaciones llevadas a cabo por empresas, o por consorcios de empresas e instituciones de investigación, siempre y cuando los acuerdos sean para investigaciones de alto riesgo y tengan como objetivo conseguir tecnologías con prometedores resultados comerciales. Se concentra en las siguientes áreas: tecnologías de la información, biotecnología, electrónica y tecnología de materiales.

Desde nuestro punto de vista, comparte una característica con los centros contemplados anteriormente: no tiene que salir a buscar sus clientes, las empresas e instituciones que se mueven el mundo de la alta tecnología conocen bien su existencia, saben lo que tienen que hacer para acudir a sus fondos y compiten por ellos a escala nacional.

A nuestro juicio, este tipo de instituciones y mecanismos es poco adecuado para incrementar la capacidad de absorción y el potencial innovador de las empresas en los sectores tradicionales. Es muy difícil que empresas de las características que antes hemos enumerado tengan siquiera conciencia de que sus problemas pueden resolverse recibiendo la ayuda de instituciones cuyo eje de actuación es la investigación.

Éste es el caso español de las OTRIS. Se trata de instituciones demasiado cercanas al mundo universitario como para merecer la confianza de los sectores tradicionales. Un análisis detallado del tipo de empresas con las que interactúan muy probablemente nos pondría de manifiesto la escasa interrelación con los mencionados sectores.

2.2. *Instituciones interfaz cercanas a la empresa*

Dentro de la política tecnológica de la administración Clinton, hay un instrumento «estrella»: se trata del Manufacturing Extension Partnertship (MEP), desarrollado y potenciado por una institución federal antes mencionada, el National Institute of Standards and Technology (NIST) del Ministerio de Comercio. Es una red de centros —un centenar en todo el país— que ofrecen asistencia técnica y prácticas de negocios modernas a las pequeñas y medianas empresas manufactureras, con el objetivo de incrementar su competitividad. Su *leit motiv* es que los pequeños empresarios industriales son un gran negocio *(small manufacturers are big bussines).*

El MEP es una iniciativa de colaboración entre el gobierno federal y los gobiernos estatales, a la que se incorporan instituciones sin fines de lucro, instituciones académicas y grupos industriales. Cuenta con el apoyo de los dos partidos políticos y es uno de los pocos programas federales que ha visto incrementado su presupuesto en el período 1992-97. El conjunto de centros ofrece servicios de muy variada naturaleza, que se gestionan localmente, están definidos por la demanda de las empresas locales y, como hemos dicho, van dirigidos a empresas manufactureras pequeñas y medianas.

Su creación se justifica por la existencia de fallos de mercado tanto por el lado de la oferta como de la demanda. Por parte de esta última, se observa que las pequeñas y medianas empresas no tienen información, expertos, tiempo, dinero y confianza para mejorar sus actividades manufactureras, por lo que se producen inversiones por debajo del óptimo en tecnologías productivas y se pierden oportunidades para mejorar el desarrollo y la calidad de sus productos, la formación de la fuerza de trabajo, la disminución de los residuos, etcétera. Por el lado de la oferta, las consultoras, las universidades y otras fuentes proveedoras de conocimientos y de servicios no pueden atender a las pequeñas empresas de manera satisfactoria y a un coste razonable, dada la personalizada atención que éstas requieren.

Un centro típico del MEP emplea a 35 profesionales, más unos 10 consultores externos. El número de empresas objetivo se sitúa en torno a las 6.200, ocupándose los centros más pequeños de unas 1.500 y los más grandes de hasta 15.000. En promedio, un centro asiste a 120 compañías por trimestre. Más de los dos tercios de las empresas a las que atienden tienen menos de 100 empleados. Los proyectos se centran en tecnologías *soft* y prácticas manufactureras y de negocios. La mayoría de ellos ofrecen mejoras de procesos, calidad, sistemas de gestión, recursos humanos y desarrollo de mercados (Shapira, 1998). Los centros se financian con fondos federales procedentes del NIST, con fondos estatales y con las contribuciones de las propias empresas por el pago de los servicios que reciben.

Entre los centros visitados de la red, cabe destacar el Delaware Valley Industrial Research Center, en Filadelfia, el Georgia Manufacturing Extension Partnertship, en Atlanta, Georgia y el SanMEC Solution for Manufacturing Excelence en San Diego. Los tres respondían al perfil tipo descrito más arriba.

Las características de estos centros en las que creemos que pueden concretarse sus ventajas, de cara a la atención de los sectores tradicionales, son las siguientes:

1) Tienen una actitud proactiva. Es decir, salen a buscar a sus clientes, recorren las empresas de las zonas, las visitan, contribuyen a detectar sus necesidades tecnológicas y de gestión, y las ayudan posteriormente a solucionar sus problemas.

2) Cuando el personal permanente del centro no es suficiente para proporcionar el servicio adecuado, se contratan los servicios de expertos, ocasionalmente se buscan en las universidades del entorno.

3) Algunos de los centros (es el caso del GaMEP Georgia Manufacturing Extension Parnertship) tienen a su vez oficinas distribuidas por todo el Estado, con lo que se logra una atención muy localizada y personalizada a las necesidades del entorno.

4) Los servicios que prestan están guiados por las necesidades del mercado. Un buen ejem-

plo de adaptación local lo constituye el centro de San Diego, área que experimentó una importante perdida de actividad económica derivada de la disminución del gasto en defensa. Están ayudando a la reconversión de las empresas de la zona, ayudando a promover la producción con un máximo aprovechamiento de todos los recursos *(lean manufacturing)* y el método Kaizen (cambio continuo con pequeños pasos). El objetivo es cambiar la cultura de la organización para hacerla más eficiente.

5) Las relaciones entre los centros en los ámbitos estatal y federal posibilitan la cooperación y coordinación, evitando duplicidades.

6) Todos los centros evalúan sus actividades. Cada centro remite periódicamente un cuestionario a todas las empresas a las que presta sus servicios para evaluar no solamente la satisfacción de la propia empresa con el servicio recibido, sino, sobre todo, el efecto a medio y largo plazo de la acción del centro. Además de la evaluación que cada uno de estos centros realiza periódicamente sobre sus actividades, los centros han sido evaluados en su conjunto, dada la gran importancia que han adquirido (Shapira, 1998).

El principal símil de estas entidades en España lo encontramos en los centros tecnológicos, buena parte de ellos integrados en FEDIT (Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología). Se trata, a nuestro juicio, de una institución extraordinariamente positiva que debería ser potenciada. El ejemplo de sus homólogos americanos podría ser estudiado con más detalle, especialmente en lo que al sistema de evaluación respecta, al que más adelante volvemos a prestar atención.

Otra institución que consideramos especialmente útil para los sectores tradicionales es el programa denominado Small Bussines Innovation Research (SBIR). El programa SBIR se inició en 1982, se reafirmó en el año 1992 y se prevé que dure hasta octubre del año 2000. A diferencia de los anteriores, no tiene presupuesto, y su operatoria es la siguiente: algunas agencias federales son requeridas para dedicar un cierto porcentaje de sus gastos extramuros a financiar I+D en pequeñas y medianas empresas. Ha llegado a financiar mil millones de dólares por año, siendo el programa tecnológico federal más importante en términos cuantitativos. Para dar un elemento de comparación, el ATP antes mencionado, tan controvertido, tiene un presupuesto de la cuarta parte.

El primer objetivo del SBIR es la distribución; viene a contrarrestar un fallo gubernamental, ya que se entiende que las políticas de compras públicas excluyen, en cierto modo, a las pequeñas empresas. El segundo objetivo es la innovación; se entiende que está solucionando un fallo de mercado derivado de que las pequeñas empresas no invierten suficientemente en I+D. Una de las críticas, sin embargo, que el programa recibe es que los fondos que se otorgan son ya fondos federales previstos para I+D y, en consecuencia, el coste de oportunidad de la investigación realizada bajo dicho programa es que es investigación que no se hace en otra parte (Wallsten, 1998; 195-196). Un ejemplo de institución que utiliza este tipo de programa es la NASA a través, entre otras, de una unidad de transferencia de tecnología de la Universidad de Southern California. Dedican en concreto el 5 por 100 de los recursos de los que disponen para investigación a este programa.

Un ejemplo adicional de institución interfaz, de distinta naturaleza de las anteriores, utilizada en diferentes lugares del planeta para conectar instituciones y promover el desarrollo tecnológico, son los parques tecnológicos. Un parque tecnológico, aunque promovido por el objetivo de desarrollar alta tecnología, puede perfectamente servir a los intereses de sectores tradicionales. Un buen ejemplo de ello lo tenemos en España, en el parque tecnológico de Valencia, institución que está potenciando a las empresas de la zona, como son, por ejemplo, las del sector cerámico.

Las características de uno de estos parques, visitado en Estados Unidos, nos parece especialmente relevante. Se trata del Centennial Campus, en la North Carolina State University. La experiencia tiene unas características peculiares que se centran en los aspectos siguientes:

1) No venden el terreno, lo arriendan en régimen de *leasing.* Están, por tanto, obviando los problemas relacionados con el negocio inmobiliario que suelen caracterizar a los parques tecnológicos.

2) Para establecerse allí, es preciso tener un acuerdo de colaboración previa con uno de los centros de la universidad. La existencia de un proyecto o proyectos de colaboración es, por tanto, condición necesaria.

3) Se persigue un enfoque multidisciplinar de todos los centros que se establecen en el parque, de forma tal que se obliga a trabajar juntos a profesionales de distintas disciplinas.

4) Por último, y fundamental a nuestro juicio, consideran el contacto físico clave, de forma tal que los edificios están construidos para que dicho contacto se potencie: puentes de conexión

entre edificios a distintos niveles; salas de reuniones de profesores y alumnos al lado de las aulas o de los laboratorios, clases de pregrado y postgrado adyacentes, etc. En la era de las tecnologías de la información y de las reuniones virtuales, el contacto personal se considera una variable clave para la transmisión de conocimientos.

3. El enfoque sectorial

3.1. *Las ventajas de la aproximación sectorial*

Como poníamos de manifiesto anteriormente, es frecuente encontrar en los Estados Unidos una actitud inicial de rechazo ante las políticas sectoriales. Es una manifestación del temor a los errores políticos derivados de «la caza de los ganadores» (2). Sin embargo, uno encuentra por todo el país multitud de ejemplos de iniciativas sectoriales apoyadas explícitamente por las diferentes instancias gubernativas. A nuestro juicio, la paradoja es tan sólo aparente. La política tecnológica de los Estados Unidos no es, ni lo ha sido nunca, dirigista, antes al contrario, la primera característica que todos apuntan para calificarla es la de «política definida por el mercado». No se trata pues de escoger desde los poderes públicos aquellos sectores en los que se considera prioritario actuar, sino de apoyar las iniciativas sectoriales que se desarrollen.

Con respecto a este punto, la situación en España es bien diferente. La orientación sectorial de la política española viene desde los tiempos de la autarquía, y las sucesivas olas arrumbadoras del intervencionismo no han conseguido modificar dicha tendencia. Las políticas horizontales que a lo largo de las dos últimas décadas han ido introduciéndose en todos los órdenes de la política económica no han eliminado el componente sectorial de muchas de las instituciones del país. A título de ejemplo, vemos que coexiste una política genérica de fomento a la exportación con unos acuerdos sectoriales de exportación en los que la Administración juega un papel; hasta hace bien poco tiempo, las direcciones generales del Ministerio de Industria o de la Secretaria de Estado de Comercio se denominaban por el nombre del sector al que regulaban; la mayoría de los centros tecnológicos a que antes aludíamos como institución a potenciar tienen en nuestro país, a diferencia de lo que ocurre en los Estados Unidos, un enfoque claramente sectorial.

No creemos, sin embargo, que el debate deba plantearse en los términos de si las actuales instituciones sectoriales que existen deben o no transformarse en instituciones de carácter horizontal. La historia de un país y de sus instituciones es uno de los elementos fundamentales a tener en cuenta en el diseño de políticas, y dichas instituciones no se modifican a golpe de *Boletín Oficial del Estado.* Como muy bien dice Richard Nelson, las instituciones conforman «las tecnologías sociales», y éstas últimas, junto con las tecnologías físicas, condicionan el crecimiento económico (Nelson y Sampat, 1998). Entendemos que el mensaje permanentemente captado en los Estados Unidos —«Hay que escuchar al mercado» y «Hay que hablar con los empresarios»— es el que debe prevalecer. De esa interacción gobierno-empresas surgirán en ocasiones acciones de carácter eminentemente sectorial, y en otras, acciones más horizontales.

3.2. *La investigación sectorial integral*

El incremento de los lazos entre las organizaciones a través de acuerdos y consorcios se considera un elemento fundamental en la recuperación de la economía de los Estados Unidos. Ese conjunto de relaciones se califica como «capital social» y se define como el *stock* que se crea cuando un grupo de organizaciones (la mayoría de ellas empresas) desarrollan una capacidad para trabajar juntas en beneficio del grupo (Fountain, 1998). Cada vez se usa más este concepto para explicar las diferencias entre las capacidades de innovación de países que tienen similares recursos naturales, de capital y de trabajo. Como ejemplo de acciones políticas que estimulan la creación de capital social, se citan algunas de las acciones enumeradas en el punto anterior, como son el Advance Technology Program (ATP) y el Manufacturing Extension Partnership (MEP). Precisamente, con respecto a este último programa, se constata cómo la revitalización conseguida en la industria manufacturera reside, en buena medida, en la capacidad que se ha generado en los empresarios para desarrollar relaciones externas.

La existencia de alianzas y acuerdos de cooperación entre las empresas es un elemento de creciente importancia. Los gobiernos tienen que estar preparados para desarrollar con el sector privado una política tecnológica efectiva y coordinada para la potenciación de estos consorcios, en el buen entendimiento de que se constituyen en un contexto único específico del sector y de que las interacciones con el gobierno deben ser también específicas y desarrolladas *ex profeso* para ese sector (Roos, Field y Neely, 1998).

No hay una única receta para potenciar las tareas de cooperación. Los sectores económicos difieren en aspectos fundamentales como la cantidad y características del capital requerido para su mejor desarrollo tecnológico, el grado de integración vertical, la cualificación de sus trabajadores, etc. Todos estos factores deben ser tenidos en cuenta claramente en el diseño de las acciones, y éstas deben estar adecuadas a las características de cada sector. Los autores a los que estamos aludiendo (Roos y otros, *íbid.*) recomiendan la elaboración de estudios sectoriales a utilizar como elemento fundamental en el diseño de políticas. Sugieren que el gobierno sea un participe activo en estos estudios precisamente con el objetivo de ayudar a definir las relaciones tecnológicas entre el sector y el gobierno. Afirman que muchas de las preocupaciones fundamentales de la política tecnológica del futuro van a requerir respuestas específicas a escala sectorial. El complejo panorama con el que se enfrentan hoy los sectores hace que los instrumentos económicos que ellos califican de sencillos, tales como los incentivos fiscales o crediticios, sean poco efectivos y, en algunos casos, contraproducentes. Por el contrario, recomiendan el desarrollo de una política tecnológica sistemática, adaptada a las necesidades de cada sector y específica para cada uno de ellos. Indican, además, que las instituciones académicas son las más adecuadas para desarrollar dichos análisis sectoriales. El encargar a instituciones académicas el desarrollo de estos estudios debe hacerse con una perspectiva a largo plazo, y los datos deben ser actualizados periódicamente, de forma tal que los cambios y los resultados puedan ser observados y los nuevos elementos o características del sector se reexaminen. Los profesores que se ocupen de estos estudios pueden establecer acuerdos a largo plazo para convertirse en expertos en un sector particular; así, esta investigación puede servir de base para la constitución de áreas de enseñanza específicas.

Los ejemplos de apoyos públicos a consorcios sectoriales en los Estados Unidos son numerosos. Se suelen citar, como más relevantes en los últimos años, el SEMATECH, consorcio apoyado para revitalizar la industria americana de semiconductores, el PNGV (Partnership for a new generation of vehicles) con el objetivo de potenciar la industria automovilística o el LAI (Lean aircraft iniciative) estudio que focaliza el sector de aeronáutica para la defensa, con el objetivo de analizar los cambios fundamentales que deberán producirse en la próxima década.

Nosotros vamos a centrarnos en dos ejemplos que afectan a sectores tradicionales, que tuvimos la ocasión de visitar y analizar con detalle, durante el viaje a los Estados Unidos. El primero de ellos es un acuerdo sectorial del textil y el segundo una institución de la industria del papel.

El sector textil, que da trabajo al 12 por 100 del empleo industrial en los Estados Unidos (en España al 9,34 por 100), era considerado hace unos años como una industria en el ocaso. Esta visión ha cambiado de forma radical en los últimos seis años. En marzo de 1993, se firmó en Raleigh, la capital de Carolina del Norte, un acuerdo denominado «American textile partnership (AMTEX)», consorcio formado por las empresas del sector, desde los productores de materias primas hasta las tiendas de venta al por menor, organizaciones de transferencia de tecnología, instituciones educativas y ocho laboratorios nacionales. El objetivo es incrementar la competitividad del sector y mantener y crear nuevos puestos de trabajos a partir de un mayor desarrollo tecnológico.

La financiación de las actividades del consorcio procede fundamentalmente del Congreso, y la clave del éxito, según su presidente, es que el mercado —es decir, las empresas— son las que determinan las áreas y las actividades fundamentales de investigación. Las más fundamentales son: nuevos materiales y nuevos procesos, análisis, simulación e infraestructura de comunicación, problemas medioambientales y minimización de residuos, optimización del uso de energía en el sector y automatización de la producción. El elemento fundamental es que está todo el sector involucrado, desde empresas de todo tipo a las actividades de investigación y de educación superior que afectan al sector.

Uno de los instrumentos concretos utilizado por el AMTEX son los CRADA (Technology Transfer Cooperative Research and Development Agreement) Se trata de un acuerdo aprobado por el Congreso en 1986, cuya principal característica es que concede a las empresas partícipes en acuerdos de investigación con laboratorios nacionales el derecho a explotar en exclusiva las licencias o invenciones patentadas como resultado del acuerdo.

La visita a una empresa de este sector, que se dedica a la producción de textiles no tejidos (3), produce cualquier cosa menos la impresión de estar en un sector maduro. Elaboran textiles utilizados por otros sectores como los automóviles o la industria aeronáutica; por ejemplo, los tex-

tiles introducidos entre las distintas partes de un motor para disminuir la vibración. También fabrican textiles para la agricultura; se usan para cubrir cultivos, ya que favorecen el desarrollo interior de un microclima que potencia el crecimiento de las plantas; otros textiles son aislantes magníficos en los cables de comunicación o perfectos absorbentes de la humedad en los artículos de limpieza. También producen textiles especiales para la fabricación de calzado deportivo o industrial. Es, pues, una empresa de un sector tradicional produciendo productos de muy alto contenido tecnológico.

El segundo ejemplo de consorcio sectorial que queremos destacar es el que se materializa en la constitución del Institute of Paper Science and Technology. Hace setenta años, un conjunto de ejecutivos empresariales se puso de acuerdo para montar una escuela para estudios de postgrado con el objetivo de proporcionar a las empresas el personal con la formación técnica precisa, y garantizar el desarrollo de la investigación que el sector considerara relevante. El Instituto tiene su sede en Atlanta, Georgia, y se financia fundamentalmente a través de las cuotas de sus miembros (más de 50 empresas del sector) y del cobro por los servicios directos de consultoría y asesoramiento técnico que presta. Tan sólo poco más del 10 por 100 de su presupuesto procede de fondos gubernamentales.

En contra de lo que ocurría en el ejemplo anterior, aquí el apoyo político es mínimo; sin embargo, lo que nos interesa destacar de este ejemplo, que sí coincide con el anterior, es la existencia de una relación estrecha entre las tareas investigadoras y docentes que interesan al sector.

Antes apuntábamos la recomendación de un conjunto de industriales americanos de que los empresarios participaran en la definición de los *curricula* y en la elaboración de la agenda de investigación universitaria; entendemos que la participación de la empresa en la vida universitaria debe ir más allá; la financiación de actividades docentes, especialmente en postgrado (cursos *master* y programas de doctorado) debería ser más intensa. Esa baja cualificación del personal ocupado en los sectores tradicionales españoles que anteriormente mostrábamos debería mejorar, entre otros medios, mediante la financiación de programas de formación específicos de interés para los sectores concretos. En los Estados Unidos, la Alfred B. Sloan Foundation ha propiciado el desarrollo de centros de excelencia especializados en determinados estudios sectoriales en muchas universidades del país; la industria española muy bien podría hacer algo parecido. Desde el sector público, debería animarse e incentivarse una participación más directa de los sectores industriales en la docencia y la investigación universitarias. Los instrumentos a utilizar deberían ser discutidos con las propias empresas; nadie mejor que ellas mismas para definir los incentivos a los que serían sensibles.

IV. EVALUACIÓN

1. La evaluación necesaria

La obligación de rendir cuentas del uso del dinero público es una demanda social creciente. El sector público tiene que demostrar que los fondos que retira a través de los impuestos se utilizan de manera eficaz y eficiente, ya que de otra forma estaría detrayendo recursos del sistema que, con toda probabilidad, el sector privado sería capaz de emplear mejor. Ninguna de las medidas de política tecnológica que hemos apuntado, ni cualquiera que pudiera ser puesta en práctica, debería ser lanzada sin ir acompañada del procedimiento que permita evaluar sus resultados.

La evaluación no es una tarea fácil. En primer lugar, es ingrata, puesto que obliga a los políticos a enfrentarse a veces con resultados adversos, lo cual puede ser costoso en términos electorales, pero además los resultados de una evaluación negativa no siempre son fáciles de interpretar. Así, por ejemplo, si un determinado programa, al cabo de dos años de estar en marcha no ha dado los resultados apetecidos, ¿qué se debe hacer?, ¿cancelarlo o incrementar el presupuesto de que dispone? Posiblemente ambas conclusiones tuvieran fundamentos razonables en el proceso de evaluación.

Un problema importante a la hora de evaluar los programas públicos en ciencia y tecnología es que tiene que existir un cierto equilibrio entre la presión para conseguir resultados a corto y el hecho de que la mayor parte de los programas solamente tenga efectos a largo plazo. Dicho conflicto entre objetivos es connatural a todas las decisiones políticas; lo que importa no es tanto que se incline la balanza hacia uno u otro lado como que se disponga de mecanismos para saber efectivamente hacia qué lado se está inclinando la balanza, y poder corregir la situación en sentido contrario si se considera necesario.

Otro problema con que enfrenta la evaluación es la diferente perspectiva que sobre los resultados de cualquier acción o programa tienen las partes

afectadas por su actividad. Por ejemplo, en el Manufacturing Extension Partnership (MEP), los objetivos que se enfatizan a escala federal son el incremento de la competitividad y la difusión tecnológica; los gobiernos estatales están más interesados en los efectos sobre el empleo, y las empresas buscan ahorro de tiempo e incremento de sus beneficios, ventas, etc.; los trabajadores buscan seguridad en el empleo y salarios más altos, y así sucesivamente (Shapira, 1998). De nuevo, a nuestro juicio, lo importante es que exista un mecanismo evaluador que permita detectar cuáles de esos objetivos se están cumpliendo y en qué medida; la elección entre unos y otros objetivos exigirá una decisión política adicional.

Una norma del gobierno americano incrementó enormemente la rendición de cuentas de la política tecnológica. Así, una ley de 1993 (Government Performance and Research Act) obliga a que todos los programas o acciones que cuenten con apoyo federal contengan finalidades específicas, expresadas en objetivos mensurables, con respecto a los cuales se pueda evaluar su funcionamiento. Esta ley fue un intento ambicioso para asegurar que los programas gubernamentales tengan éxito y que su coste esté justificado. Una de las ventajas, a nuestro juicio, de esa ley es la distinción que efectúa entre resultados y efectos. Los primeros pueden producirse relativamente pronto en el desarrollo del proyecto, mientras que los efectos pueden tardar más tiempo en manifestarse. Los resultados se originan sin que exista, necesariamente, una interacción significativa con el resto del sistema, mientras que los efectos son consecuencia de la interacción de los resultados con el resto del sistema económico. Precisamente porque los efectos dependen de esa compleja interacción con el conjunto social y económico, es virtualmente imposible establecer objetivos relacionados con los efectos que se puedan comprobar a corto plazo. La evaluación de estos últimos es una actividad a largo plazo (Jaffe, 1998).

2. Definición de indicadores

El organismo internacional que más ha trabajado en pro del desarrollo de indicadores para la medición de la actividad científica y tecnológica es, sin duda, la OCDE. En su seno se han desarrollado todos los manuales que permiten evaluar tanto los recursos introducidos en el sistema como el impacto y resultados de las políticas. Uno de los resultados del importante programa Tecnología-Economía, desarrollado a finales de los años ochenta, fue precisamente insistir en la necesidad de contar con nuevos indicadores que permitieran medir mejor lo que estaba ocurriendo en una economía que con posterioridad se denominaría «economía basada en el conocimiento» (OCDE, 1992). Una de las reiteradas observaciones de la OCDE es que ningún indicador, por bueno y perfecto que sea, nos va a permitir obtener una imagen de la realidad lo suficientemente potente para que podamos actuar sobre ella con garantía de éxito. Es necesaria una batería de indicadores sobre los que actuar.

Esta receta es también válida cuando intentamos medir los efectos de una acción, proyecto o programa concreto en política tecnológica. El modelo que a continuación proponemos, combinando las sugerencias de distintos trabajos, pretende ser una propuesta de evaluación válida tanto para acciones concretas de entes privados, como por ejemplo un centro tecnológico, como para programas o acciones globales de carácter público. La propuesta de evaluación que sugerimos debe ser desarrollada siempre *ex-ante* y ser hecha pública con el programa o acción de que se trate. La evaluación real *ex-post,* en los momentos del tiempo que previamente se hayan definido, debe también ser hecha pública. En el cuadro n.º 2 se detallan las cuestiones más sustantivas que podría considerar dicha evaluación.

En primer lugar, sería preciso describir la actividad de que se trate. A continuación, deberían contabilizarse todos los recursos empleados en ella, tanto directos (financieros y humanos) como indirectos (usos de infraestructuras ya existentes, de redes de información, etc.). Siempre que sea posible, se cuantificarán dichos recursos con indicadores financieros; cuando no sea factible, deberán proporcionarse indicadores no financieros (por ejem-

CUADRO N.º 2

1. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
2. RECURSOS EMPLEADOS
   - — Financieros
   - — Humanos
   - — Infraestructura
   - — Redes de información
   - — Otros
3. ALCANCE (a)
   - — Contactos
   - — Propuestas recibidas
   - — Proyectos aprobados
4. RESULTADOS (b)
   - — A corto plazo
5. EFECTOS (b)
   - — A largo plazo

Notas:
(a) TEATHER y MONTAGUE (1997).
(b) JAFFE (1998).

plo, número de horas al día en las que se considera que va a ser necesario utilizar una determinada infraestructura).

El tercer, y muy importante, paso es estimar lo que Teather y Montague (1997) denominan *alcance,* que consiste simplemente en enumerar los contactos previstos como resultado de la acción o programa. Puede ser el número de llamadas que se realicen o reciban, sobre un tema en cuestión, el total de propuestas recibidas para una determinada actividad, el número de proyectos aprobados, el número de becas concedidas, etcétera.

Es obvio que la definición de este *alcance* y la contrastación después con los contactos que realmente se hayan efectuado no tiene nada que ver con la evaluación de las consecuencias de la acción pública. Sin embargo, es interesante constatar que la enumeración de dicho *alcance* es lo que constituye, en la mayor parte de las ocasiones, el contenido de las, mal denominadas, evaluaciones de las políticas públicas. Así, en los informes de evaluación de ciertos programas es frecuente encontrar la mera enumeración de proyectos aprobados, de empresas afectadas, de personas movilizadas en uno u otro sentido, etc. Esta enumeración dista mucho de ser una auténtica evaluación. La evaluación de verdad se produce en las etapas 4 y 5, cuando se especifican, respectivamente, resultados a corto plazo y efectos a largo plazo. Tanto para unos como para otros, habrá de ser definida la variable sobre la que queremos actuar con la acción, y el indicador *(proxy)* que mejor nos aproxime al valor de dicha variable. Entre los resultados se encontrarán cosas tales como patentes registradas, artículos publicados, ahorro de costes, etc. Lógicamente, el indicador a definir será específico de la acción o programa que estemos contemplando. Entre los efectos a largo plazo, mediremos cuestiones tales como el incremento de la productividad, la creación de nuevos puestos de trabajos, el establecimiento de redes, etc. De nuevo, para todos ellos convendrá distinguir entre los indicadores financieros y no financieros que puedan ser elaborados.

Consideramos que un modelo de este tipo debería ser seguido en todas las acciones de política tecnológica que se establezcan en España. Un buen precedente a estudiar en nuestro país, probablemente simplificable en su desarrollo, pero que responde a los objetivos antes enumerados, es el que se desarrolla dentro de la Vocalía Asesora de Innovación, en la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica, para evaluar el funcionamiento de las OTRIS. Existe un protocolo en el que se desarrollan las condiciones generales de seguimiento de los programas por los cuales se conceden ayudas a dichas oficinas.

V. CONCLUSIONES

A lo largo de las páginas anteriores, ha ido quedando clara nuestra postura con respecto a los temas tratados. En este punto, sólo queremos recopilar las ideas fundamentales. Son las siguientes:

1. Lo esencial de la política científica y tecnológica debe ser una cuestión de Estado. De su correcto diseño y aplicación depende el futuro del país. Es un tema demasiado importante para que esté sujeto a los vaivenes electorales.

2. La línea divisoria entre ciencia y tecnología es cada vez más débil. En consecuencia, la separación entre organismos que definen e instrumentan la política científica y la política tecnológica puede ser contraproducente.

3. Es necesaria una política tecnológica específica para los sectores tradicionales de nuestra economía. Es muy difícil que las fuerzas del mercado, por sí solas, posibiliten el desarrollo tecnológico que aquéllos precisan.

4. La política tecnológica que recomendamos es una política diseñada, consensuada y ejecutada en permanente colaboración con las empresas de los sectores afectados. Las acciones a emprender tienen que venir determinadas por las necesidades y los objetivos que las propias empresas establezcan.

5. El «café para todos» en política tecnológica es un gran error. Las acciones tienen que ser específicas para los distintos supuestos y sectores.

6. La promoción de alianzas y acuerdos entre empresas e instituciones docentes e investigadoras de carácter sectorial puede ser una medida adecuada. Las empresas deberían participar más en el diseño de las actividades tanto docentes como investigadoras, contribuyendo de manera relevante a su financiación. Dada la ausencia en nuestro país de cultura proclive a ese tipo de colaboración, el apoyo público explícito a ésta es imprescindible. Las empresas son las más adecuadas para indicar a qué tipo de apoyo serían sensibles.

7. Es muy difícil que funcione de manera operativa una relación directa entre las empresas de los sectores tradicionales y las instituciones de investigación. En consecuencia, hacen falta instituciones interfaz que traduz-

can el lenguaje de ambas partes de manera inteligible.

8. Estas instituciones interfaz deben estar cercanas a las empresas, tanto física como mentalmente, y su acción debe ser proactiva. Las empresas de los sectores tradicionales difícilmente van a llamar a la puerta de nadie pidiendo ayuda; por el contrario, la ayuda debe serles ofrecida. El contacto personal es imprescindible.

9. Cualquiera que sea la acción o programa que se emprenda, debe llevar diseñado, con carácter previo, el procedimiento que permita evaluar su alcance, sus resultados a corto plazo, y sus efectos a largo plazo.

NOTAS

(*) La Eisenhower Exchange Fellowships, Inc. es una organización privada, sin fines de lucro, creada hace 45 años, que tiene por objeto fomentar el mayor entendimiento entre personas de distintos países, a través del intercambio de información y de ideas. Entre los programas que desarrolla hay uno denominado «País singular» que tiene por objeto invitar a un conjunto de personas de un país concreto, que representen a distintas profesiones y disciplinas, a visitar los Estados Unidos durante dos meses, para desarrollar un proyecto, previamente aprobado por comités de ambos países. España fue elegida «País singular» en 1998; en virtud de ese Programa 13 españoles disfrutamos de la mencionada beca

Quiero agradecer la atención y el apoyo prestado a este proyecto, y el tiempo que me dedicaron tanto durante mi visita a los Estados Unidos como con posterioridad, los siguientes profesores: Prof. Lou Galambos de la Universidad Johns Hopkins en Maryland, Profesores Nathan Rossenberg y Paul David de la Universidad de Stanford y Prof. Stephen Cohen de la Universidad de Berkeley, ambas en California, y Prof. Richard Nelson de la Universidad de Columbia en Nueva York.

(1) A lo largo del trabajo, utilizamos el concepto de «instituciones» siguiendo a NELSON y SAMPAT (1998). Consideran las instituciones como estructuras que definen o moldean la forma en que interactúan los agentes económicos para el desarrollo de sus actividades. Ni que decir tiene que para estos autores el proceso de cambio institucional es un proceso evolutivo.

(2) Es bien conocido y citado, sobre todo en el mundo académico, el siguiente dicho: *Governments are very bad at picking winners, but losers are very good at picking governments.*

(3) Freudenberg Nonwovens Group. Fue fundada en 1849 en Alemania. Opera desde hace décadas en los Estados Unidos, y en la actualidad tiene filiales repartidas por todo el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

BRANSCOMB, Lewis M., y FLORIDA, Richard (1998), «Challenges to technology policy in a changing world economy», en BRANSCOMB, L. M., y KELLER, J. H. páginas 3-39.

BRANSCOMB, Lewis M., y KELLER, James H. (1998), *Investing in innovation. Creating a Research and Innovation Policy that works,* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

CLINTON, William J., y GORE, Albert (1993) Technology for America's Economic Growth. A new direction to build economic strength. The White House. Washington D.C.

COHEN, Wesley; FLORIDA, Richard, y GOE, W. Richard (1994), *University-Industry Research Centers in the United States,* Carnegie Mellon University, Pittsburgh, tomado de BRANSCOMB y FLORIDA, 1998, página 38.

DOSI, Giovanni; PAVITT, Keath, y SOETE, Luc. (1990), *The economics of technical change and international trade*, Harvester, Wheatsheaf, Nueva York.

FOUNTAIN, Jane E. (1998), Social capital: A key enabler of innovation, en BRANSCOMB y KELLER (1998), págs. 85-111.

INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA) (1996), *Encuesta de Innovación,* Madrid.

— (1998), *Encuesta de población activa. Tercer trimestre,* Madrid.

JAFFE, Adam B. (1998), «Measurement Issues», en BRANSCOM y KELLER (1998), páginas 64-84.

KLINE, S., y ROSEMBERG, N. (1986), «An overview of innovation», en LANDAU y ROSEMBERG (eds.), *The positive sum strategy*, National Academy of science, Washington D.C.

LARSON, Charles F. (1997), «Technological innovation and global competitiveness in the United States», comunicación presentada al *Sigma XI Forum sobre Trends in Industrial Innovation: Industry Perspectives and Policy Implications,* Arlington, Virginia, 20 de noviembre, mímeo (CARPETA 11).

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (1994), *Setting priorities and measuring results at the NIST,* U.S. Department of Commerce, Technology Administration.

— (1998), *Guide to NIST,* U.S. Department of Commerce, Technology Administration.

NELSON, Richard R., y SAMPAT, Bhaven N. (1998), «Making sense of institutions as a factor shaping economic performance», Columbia University, Nueva York, mímeo.

OCDE (1992), *Technology and the Economy. The Key Relationships*, París.

— (1999), «Bench marking research and industry relationship: Outlines», DSTI/-STP/TIP(99)5.

OSTP (OFFICE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY POLICY) (1996), Executive Office of the President of the United States, *Technology in the national interest,* Washington D.C.

— (1997), Executive Office of the President of the United States, *Science and Technology shaping the Twenty-First Century. A Report to the Congress,* Washington D.C.

ROOS, Daniel; FIELD, Frank, y NEELY, James (1998), «Industry Consortia», en BRANSCOMB y KELLER (1998), págs. 400-421.

SÁNCHEZ, M. Paloma (1992), *La demanda de tecnología en España en la década de los 90,* Secretaría de Estado de Economía, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

— (1993), «La innovación tecnológica en la empresa española y la competitividad», en Jesús BANEGAS (ed.), *La industria de la información. Situación actual y perspectivas*, Colección Encuentros, Fundesco, págs. 67-93.

SÁNCHEZ, M. Paloma, y CHAMINADE, Cristina (1998), *El proceso de innovación en las empresas españolas. Análisis de las encuestas de innovación,* Estudios COTEC, n.º 14, Madrid.

SANZ, L. (1997), *Estado, ciencia y tecnología en España: 1939-1997,* Alianza Universidad, Madrid.

SHAPIRA, Philip (1997), «Manufacturing partnerships: Evaluation in the context of governmente reform», *Evaluation and Program Planning,* vol. 20, n.º 1. páginas 103-112.

— (1998), «Manufacturing extension: Performance, challenges, and policy issues», en BRANSCOMB y KELLER, páginas 250-275.

— (1999), «U.S. manufacturing extension partnerships: Technology policy reinvented?», Comunicación presentada al Congreso sobre *Civilian Technology Policy: Europe and the United States,* Atlanta, abril 9-10.

TEATHER, George G., y MONTAGUE, Steve (1997), «Performance measurement, management and reporting for S&T organizations – An overview», *The Journal of Technology Transfer,* vol. 22, n.º 2, verano, págs. 5-12.

WALLSTEN, Scott J. (1998), «Rethinking the small business innovation research program», en BRANSCOMB y KELLER, páginas 194-220.

Resumen

El presente trabajo analiza un conjunto de experiencias exitosas, en los Estados Unidos, en la transferencia de tecnología a sectores económicos tradicionales. Justifica la aplicación de medidas de similar naturaleza para nuestro país, considerando que el diseño de una política tecnológica específica para estos sectores puede incrementar decisivamente su competitividad. Recomienda la aplicación sistemática de procedimientos de evaluación de resultados en todas las acciones que se acometan.

Palabras clave: innovación, política tecnológica, sectores tradicionales, España, Estados Unidos.

Abstract

This study examines a set of successful experiments, in the United States, in the transfer of technology to traditional economic sectors. It justifies the application of measures of a similar nature to Spain and considers that the design of a specific technological policy for these sectors may increase their competitiveness decisively. It recommends the systematic application of result evaluation procedures in all actions that are undertaken.

Key words: innovation, technological policy, traditional sectors, Spain, United States.

JEL classification: O33, O38.

LA POLÍTICA TECNOLÓGICA EUROPEA Y LAS EMPRESAS INDUSTRIALES ESPAÑOLAS

Carmela MARTÍN
Ismael SANZ (*)

I. INTRODUCCIÓN

LA adhesión de España y Portugal a la entonces Comunidad Económica Europea, en 1986, coincidió con el inicio de una serie de reformas legislativas que contribuyeron a otorgar mayor relevancia a la política tecnológica que implementaba esta institución. En efecto, hasta esa fecha, el impulso a las actividades de I+D había quedado prácticamente reducido al ámbito nuclear, un área para la que se había constituido una organización autónoma: el EURATOM. Fue precisamente con el Acta Única, aprobada en 1987, cuando se establecieron formalmente los programas marco, que actualmente engloban casi todos los objetivos y medidas de apoyo comunitario a las actividades de I+D y la innovación tecnológica (1). Estos programas han absorbido desde entonces entre el 3 y el 4 por 100 de los gastos de los presupuestos de la Unión Europea (UE), una proporción que, aunque muy alejada de la que representan sus acciones prioritarias —la política agrícola común (PAC) y la de cohesión económica y social—, resulta significativa. En este sentido, cabe preguntarse por la justificación económica de la asunción creciente de competencias en esta materia por parte de la Unión Europea (2).

Pues bien, cuatro parecen ser los motivos más importantes (véase, Comisión Europea, 1997). En primer término, el convencimiento de que las actividades de I+D ofrecen un gran potencial de economías de escala y alcance que proporcionan ganancias de eficiencia, y de que, además, es preciso superar un «umbral» o «masa crítica», para conseguir que sean rentables. Por tanto, el impulso de programas de investigación de carácter comunitario puede facilitar el desarrollo de investigaciones que de otro modo serían inabordables, en especial en ámbitos como los relacionados con la energía, el medio ambiente y el espacio, que requieren normalmente un gran volumen de inversiones y en los que actualmente se están desarrollando proyectos en colaboración incluso con EE.UU. y Japón.

En segundo lugar, la propia dinámica del proceso de integración europea y la tendencia creciente de globalización de las transacciones económicas supondría un estímulo adicional a la coordinación de las políticas económicas, entre ellas las que, como la tecnológica, implican las ayudas públicas a las empresas.

En tercer término, la conjunción de las acciones de apoyo a las actividades de I+D se consideró cada vez más conveniente para evitar posibles problemas de duplicación de proyectos. A este respecto, hay que notar que una de las condiciones para la realización de programas co-financiados por la UE es, precisamente, la participación de agentes radicados en, al menos, dos países distintos. Finalmente, y abundando en lo que se acaba de señalar, se encuentran las ventajas que reporta el encarar el desfase que tiene la UE respecto a Estados Unidos y a Japón de una manera coordinada desde instancias comunitarias, en lugar de abordarse, como se hizo en la década de los sesenta y setenta, desde cada estado miembro, una estrategia que resultó poco fructífera y tuvo secuelas como el proteccionismo y aislamiento de sus respectivos sistemas tecnológicos. De hecho, antes del impulso que dieron los programas marco a la política tecnológica comunitaria, las empresas europeas cooperaban más con las norteamericanas que entre sí.

En suma, si nos atenemos a lo expuesto en los documentos elaborados por la Comisión, parece que la principal motivación para fortalecer la política tecnológica comunitaria ha sido el aumentar el grado de eficiencia en la asignación de los recursos públicos destinados a promover el desarrollo tecnológico de la Unión Europea y recortar su atraso respecto a Japón y a Estados Unidos.

Más recientemente, sin embargo, ante la constatación de los fuertes desniveles que existen entre la capacidad tecnológica de los países miembros, por una parte, y a la luz de la creciente evidencia sobre la importancia de las economías de aglomeración en los procesos de generación de tecnología (3), por otra, se ha suscitado un cierto debate sobre la oportunidad de que los programas marco tomaran en consideración los aspectos de cohesión social (4).

En todo caso, los criterios que se siguen para formular los programas marco, y particularmente los que en la práctica guían la concesión de ayudas que acaba determinando el reparto de los fondos entre los distintos países de la UE, no están claramente definidos.

Ante esta situación, se ha considerado interesante explorar las características de la participación de las empresas españolas en los programas marco con el fin de ampliar nuestro conocimiento sobre sus factores determinantes. Con este objetivo, se comenzará por situar el papel de las empresas en el contexto de la presencia global de España en las diferentes convocatorias de los programas marco (apartado II). Después, se realizará un análisis más detallado de la participación de nuestras empresas industriales, a partir de la información que proporciona la versión española de la *Encuesta europea de innovación.* Éste se basará, primero, en un análisis estadístico (apartado III) y, a continuación, en un estudio econométrico (apartado IV). En un último apartado se resumirán los principales resultados y se harán algunas inferencias para la política económica.

II. LA PARTICIPACIÓN DE ESPAÑA EN LOS PROGRAMAS MARCO DE LA UE

Para hacerse una idea general sobre las características de la participación de España en los programas marco se dispone de dos fuentes básicas de información. Por una parte, está la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), que proporciona datos sobre los contratos remitidos por participantes españoles en los distintos programas —ya sean empresas, universidades o centros de investigación— y sobre los proyectos aprobados por los comités de gestión. Y, por otra parte, se tiene el Informe Anual del Tribunal de Cuentas, que ofrece datos sobre los pagos ejecutados por cada estado miembro en cada una de las distintas políticas que implementa la UE, entre ellas, desde 1995, la relacionada con la I+D. Ahora bien, para interpretar adecuadamente la información del Tribunal de Cuentas hay que tener presente que éste adjudica todo el montante del contrato financiado por el programa marco al país donde radica el líder del proyecto. Por consiguiente, este procedimiento puede proporcionar una imagen sesgada de la participación de los Quince, pues las entidades de algunos países de la UE más desarrollados tecnológicamente, particularmente el Reino Unido, tienden a liderar los proyectos en mayor medida que las de los demás estados miembros (5).

En el gráfico 1 se presenta, de forma sintética, la trayectoria de las *ratios* más significativas para hacer una valoración de la participación española. Antes de comentar los resultados que se desprenden del examen de dichas *ratios,* conviene llamar la atención sobre el solapamiento que se da entre los períodos de vigencia de los distintos programas marco, de modo que cuando finaliza uno ya se ha lanzado la convocatoria del siguiente. Esta forma de actuar es consecuente con el largo período de maduración que tienen las inversiones en las actividades relacionadas con la innovación y el cambio técnico, y, asimismo, con las importantes economías de experiencia que existen en el proceso de gestación de conocimientos técnicos (6), que, por tanto, requieren de medidas de apoyo continuadas y sostenibles.

Pasando ya al comentario de las pautas de la participación de España en la política tecnológica comunitaria instrumentada a partir de los programas marco —conforme a los datos de la CICYT—, hay que empezar por destacar su tendencia creciente: desde el 5,5 por 100 que supuso en el II Programa hasta el 6,3 por 100 que alcanzó en el último de los implementados. Un aumento apreciable, sobre todo cuando se repara en que el IV Programa Marco contó, a diferencia de los anteriores, con la presencia de los últimos socios que ingresaron en la UE (Suecia, Finlandia y Austria).

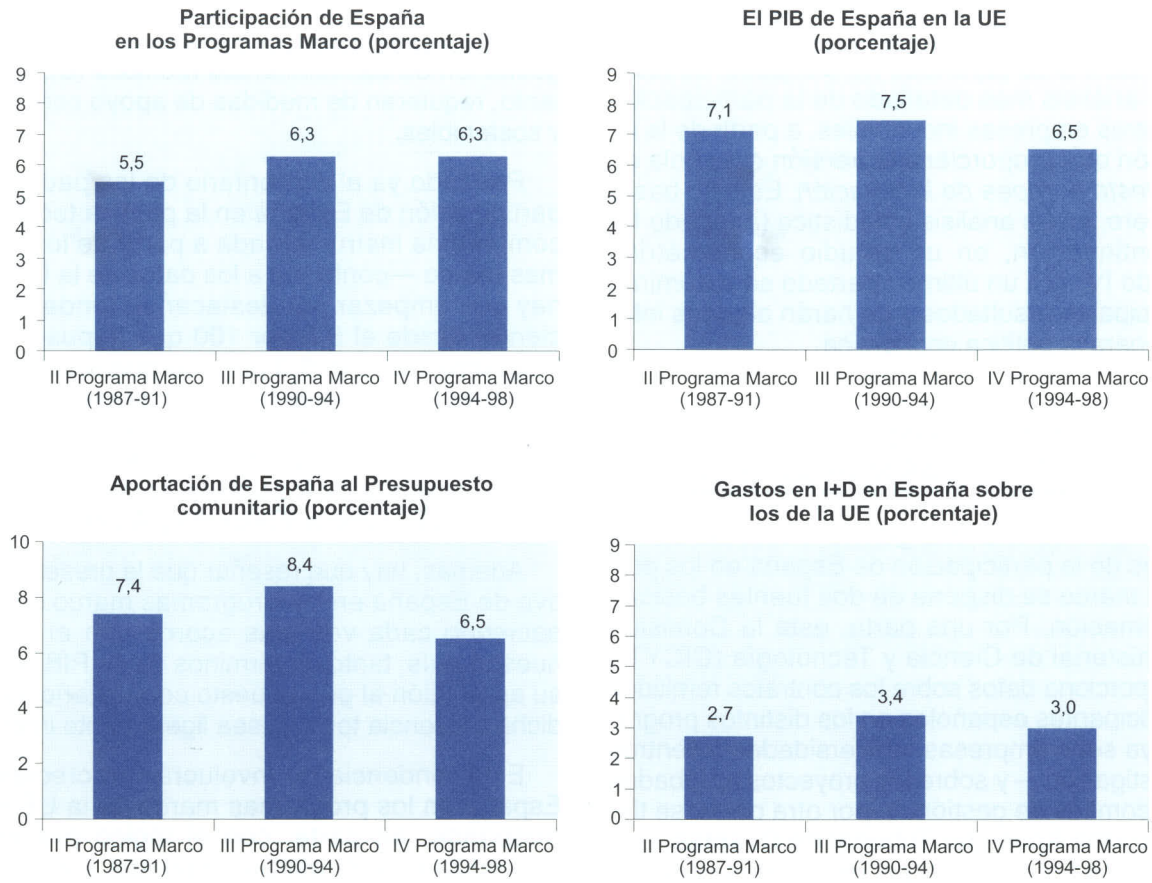
Además, hay que reseñar que la presencia relativa de España en los programas marco se ha ido haciendo cada vez más acorde con el peso de nuestro país, tanto en términos de su PIB como de su aportación al presupuesto comunitario, aunque dicha presencia todavía sea ligeramente inferior.

Esta tendencia de involucración creciente de España en los programas marco de la UE se corresponde, en parte, con el lógico proceso de aprendizaje de nuestras empresas y equipos de investigación en la preparación de los requisitos para solicitar las ayudas (véase Vencé, 1998, capítulo 5), aunque seguramente es consecuencia también de que en las convocatorias más recientes se incluyeran entre los criterios de selección de proyectos algunos con una cierta dimensión distributiva, por más que ésta tenga todavía un carácter marginal dentro de ellos (7).

Por último, conviene resaltar que el porcentaje de participación de España en los programas marco —que, como se ha visto, es muy similar al de nuestro PIB en relación con el de la UE— es muy superior al que representan nuestros gastos de I+D en los del conjunto de países de la Unión. Este rasgo es claramente sintomático de otro en el que coinciden todos los diagnósticos que se han realizado sobre la capacidad tecnológica de la economía española: que su nivel de gastos en I+D es muy inferior al que correspondería a su nivel de desarrollo económico (8).

GRÁFICO 1

PARTICIPACIÓN DE ESPAÑA EN LOS PROGRAMAS MARCO EN COMPARACIÓN A SU PIB, GASTOS EN I+D Y APORTACIÓN AL PRESUPUESTO



Fuente: CICYT (1998); OCDE: *National Accounts. Vol I. Main Aggregates*; OCDE: *Main Science and Technology Indicators.*

Como se comentó con anterioridad, los participantes en los programas marco pueden desarrollar el papel de líderes o, por el contrario, limitarse a participar en proyectos que otros les proponen, obteniendo las subvenciones que según el contrato les correspondan. A este respecto, tras el examen de los proyectos seleccionados dirigidos por entidades españolas —a partir de los datos del Informe Anual del Tribunal de Cuentas de la UE—, se observa que los fondos comunitarios de los proyectos que lideraron nuestras empresas, centros de investigación o universidades durante el período para el que se dispone de información (1995-1997) ascendieron al 5,8 por 100 del total. Hay que advertir, por tanto, que este porcentaje es sensiblemente menor que el obtenido al analizar los fondos recibidos por nuestro país durante el IV Programa Marco, lo que sugiere que las entidades españolas tienen una reducida capacidad de liderazgo en relación con sus homónimas europeas (9).

En cuanto a la participación relativa de las diferentes instituciones —empresas, centros de investigación y universidades— españolas en los programas marco hay que destacar su actual semejanza respecto al promedio de países de la UE (véase el

cuadro n.º 1), en virtud de un proceso de aproximación, conseguido a lo largo de las diferentes ediciones de estos programas.

Una vez que se ha ofrecido una evaluación global de la participación de España en los programas marco, se analizará con detalle los rasgos de las empresas españolas que se han beneficiado de sus ayudas financieras.

III. LOS RASGOS DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES ESPAÑOLAS QUE PARTICIPAN EN LOS PROGRAMAS MARCO: UNA EXPLORACIÓN ESTADÍSTICA

El primer examen exploratorio de las pautas de la participación de las empresas españolas en el programa comunitario de apoyo a la investigación se realizará mediante un análisis estadístico de los datos contenidos en la versión española de la encuesta europea de innovación elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 1998) (10).

Por razones de secreto estadístico, no ha sido posible disponer de los datos individualizados por empresa, aunque sí por ramas de actividad con un nivel de desagregación muy elevado: cuatro dígitos de la CNAE. Para ofrecer una primera imagen de la participación de nuestras empresas en los programas marco, dichas ramas se han agregado a las catorce industriales de la clasificación NACE-CLIO. R.25. Los datos se refieren a 1994 y 1996, únicos para los que hasta el momento se ha realizado la encuesta de innovación (11).

Pues bien, como se puede comprobar en el cuadro n.º 2, la proporción de empresas industriales que se ha beneficiado del apoyo financiero de los programas marco es pequeña, un 0,17 por 100 en media para los años considerados. Una proporción inferior a la —por lo demás reducida— de las empresas que han participado en programas nacionales de I+D (0,40 por 100) y en los planes autonómicos (0,32 por 100).

Sin embargo, cuando el número de empresas que se han acogido a las ayudas de los programas marco se pone en relación con el colectivo de las que hacen I+D (un 2,91 por 100 del total), aquéllas alcanzan una proporción significativa: el 5,77 por 100. El examen del cuadro n.º 2 pone de relieve otros hechos interesantes, entre los que se destacan dos. Por una parte, la existencia de una concentración de las ayudas públicas a la I+D en las ramas que realizan con más intensidad este tipo de actividades. Y, por otra parte, que la concentración de las ayudas asociadas a la política tecnológica comunitaria es más acusada que la que existe en el ámbito de la política doméstica.

Para indagar sobre otros rasgos relacionados con el grado de participación de las ramas industriales en los programas marco, se ha procedido a efectuar un test de diferencia de medias a partir de los datos —con el máximo nivel de desagregación: cuatro dígitos de la CNAE—, una vez que, previamente, éstas se han clasificado en dos grupos: las que obtienen algún tipo de ayudas a la investiga-

CUADRO N.º 1

EVOLUCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA FINANCIACIÓN DE LOS PROGRAMAS MARCO POR TIPOS DE PARTICIPANTE EN LA UE Y EN ESPAÑA (*)

En porcentaje

	II PROGRAMA MARCO (1987-91) (**)		*III PROGRAMA MARCO (1990-94)*		*IV PROGRAMA MARCO (1994-98)*	
	UE	*España*	*UE*	*España*	*UE*	*España*
Empresas	60	38	51	40	43	46
Universidades	19	29	22	26	27	27
Centros de Investigación Públicos o Privados	21	28	24	31	24	21
Otros	0	5	3	3	6	6
TOTAL	100	100	100	100	100	100

(*) Esta distribución se ha realizado a partir de la categoría de gastos compartidos, que agrupa en torno al 60 por 100 de la financiación de los programas marco.
(**) Los datos del II Programa Marco para España se corresponden a los años 1990 y 1991, pues no se dispone de datos anteriores.
Fuente: CICYT (1998); Comisión Europea: *First and Second European Report on S&T Indicators.*

CUADRO N.º 2

GASTOS Y FINANCIACIÓN PÚBLICA DE LAS ACTIVIDADES DE I+D EN LOS SECTORES MANUFACTUREROS DE ESPAÑA (MEDIA PARA LOS AÑOS 1994 Y 1996)

Ramas NACE-CLIO (R25)	*Empresas que participan en los PM (*) (porcentaje)*	*Empresas que participan en los Programas Nacionales de I+D (porcentaje)*	*Empresas que participan en Planes Autónomicos I+D (porcentaje)*	*Empresas que realizan I+D (porcentaje)*	*Intensidad tecnológica (**) (porcentaje)*	*Empresas que participan en los PM sobre las que hacen I+D (porcentaje)*
Productos energéticos	0,73	1,05	0,61	3,28	0,18	22,14
Minerales y metales férreos y no férreos	0,76	2,30	1,43	6,43	0,27	11,85
Minerales y productos no metálicos	0,07	0,27	0,15	2,68	0,24	2,73
Productos químicos	1,60	3,44	2,77	16,23	1,17	9,84
Productos metálicos	0,06	0,15	0,21	1,20	0,23	5,31
Máquinas agrícolas e industriales	0,69	1,16	0,67	7,58	0,97	9,08
Máquinas de oficina y procesos de datos	0,72	1,48	0,98	11,15	1,34	6,44
Material y equipo eléctrico	0,68	1,95	1,40	12,09	2,42	5,61
Material de transporte	0,51	1,78	1,26	8,71	1,04	5,88
Productos alimenticios y tabaco	0,07	0,27	0,16	2,03	0,11	3,27
Textiles, cuero y vestido	0,03	0,16	0,05	1,53	0,18	2,22
Papel, artículos de papel e impresión	0,06	0,09	0,13	1,47	0,12	4,29
Caucho y plásticos	0,10	0,30	0,33	7,18	0,55	1,45
Otros productos manufacturados y madera	0,02	0,05	0,19	1,12	0,16	1,96
TOTAL	0,17	0,40	0,32	2,91	0,52	5,77
Coeficiente de variación	2,73	2,57	2,39	1,65	1,30	0,95
Pro memoria: número de empresas	286	687	543	4.945	—	286

(*) Programas marco para la investigación de la Unión Europea.
(**) Definido como gastos internos en I+D sobre cifra de negocios.
Fuente: INE (1998).

ción procedente de la UE y las que, por el contrario, afrontan este tipo de inversiones mediante fondos propios o allegados de alguna fuente distinta a este organismo. Los datos para investigar las características que diferencian a estos dos grupos de ramas proceden también de la encuesta de innovación del INE, que dispone, en conjunto, para los años 1994 y 1996, de 567 observaciones (12). Con la misma información se ha llevado a efecto un análisis de correlación mediante el cálculo de los coeficientes de Pearson y Spearman.

Los resultados del análisis estadístico ponen de manifiesto —véase el cuadro n.º 3— que las ramas que disponen de ayudas comunitarias tienen una serie de rasgos de interés. En primer lugar, en cuanto a la estructura de la propiedad de sus empresas, según su clasificación en tres grupos: empresas públicas, privadas nacionales y filiales de multinacionales, los test de medias no han arrojado diferencias significativas. Los resultados de los test de correlación sugieren, no obstante, una asociación positiva entre la presencia de empresas públicas y la participación en los programas marco.

Otras variables —ya apuntadas en el cuadro número 2—, cuya posible relación con el grado de participación de las empresas industriales en los programas marco se ha explorado con más detalle, son las relacionadas con su actividad innovadora. A este respecto, los resultados del análisis de medias muestran que el grupo de sectores que obtiene ayudas de la UE se corresponde con el que posee un mayor porcentaje de empresas que realizan actividades de I+D y, dentro de ellas, las que las efectúan con mayor intensidad, medida tanto en términos de gastos internos en I+D como de gastos en innovación sobre cifra de negocios. Los valores de los coeficientes de correlación confirman dicha relación.

El grado en que las empresas están asociadas a un grupo y el nivel de participación en otros programas, nacionales e internacionales, de apoyo a las actividades de I+D son variables que muestran una correlación positiva en la recepción de fondos procedentes de los programas marco.

CUADRO N.º 3

TEST DE MEDIAS

Porcentaje de empresas públicas sobre el total (publ)

Grupos (a)	VALORES MEDIOS (b)		Test de medias (c)	CORRELACIÓN (d)	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	—	1,38	Iguales	0,62	0,23
Participan	—	1,44	[0,22]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	—	1,40		SI	SI

Porcentaje de empresas privadas nacionales sobre el total (prin)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	—	98,01	Iguales	–0,38	–0,32
Participan	—	96,43	[0,15]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	—	97,57		SI	SI

Porcentaje de empresas privadas multinacionales sobre el total (prie)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	—	0,61	Iguales	0,11	0,30
Participan	—	2,13	[0,37]	[0,06]	[0,00]
TOTAL	—	1,04		NO	SI

Porcentaje de empresas que entre sus actividades innovadoras realizan actividades de I+D (inid)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	1,76	2,06	Diferentes	0,46	0,42
Participan	5,48	5,88	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	2,67	3,14		SI	SI

Gastos internos totales en I+D sobre cifra de negocios (porcentaje) (giid)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	0,21	0,22	Diferentes	0,17	0,47
Participan	0,74	0,74	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	0,50	0,55		SI	SI

Intensidad innovadora (Gastos en innovación sobre cifra de negocios) (porcentaje) (gtin)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	1,06	1,10	Diferentes	0,14	0,24
Participan	1,83	1,93	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	1,47	1,63		SI	SI

CUADRO N.º 3 (continuación)

TEST DE MEDIAS

Porcentaje de empresas que están asociadas a un grupo (asoc)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	2,13	0,49	Diferentes	0,15	0,24
Participan	1,79	3,11	[0,03]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	2,03	1,39		SI	SI

Porcentaje de empresas que participan en los programas nacionales de I+D (pnid)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	0,13	0,21	Diferentes	0,59	0,55
Participan	1,02	1,10	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	0,35	0,46		SI	SI

Porcentaje de empresas que participan en planes de la administración autonómica de promoción de la investigación (paau)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	0,20	0,10	Diferentes	0,31	0,46
Participan	0,61	0,96	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	0,30	0,34		SI	SI

Porcentaje de empresas que participan en otros programas internacionales de I+D distintos al Programa Marco (opii)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	0,01	0,01	Diferentes	0,72	0,39
Participan	0,23	0,11	[0,04]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	0,06	0,04		SI	SI

Productividad aparente (cifra de negocios entre ocupados) (prod)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	14.852	15.547	Diferentes	0,22	0,25
Participan	23.858	27.090	[0,00]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	21.011	18.560		SI	SI

Propensión exportadora (exportaciones sobre cifra de negocios) (porcentaje) (exac)

Grupos	VALORES MEDIOS		Test de medias	CORRELACIÓN	
	1994	1996		Pearson	Spearman
No participan	12,07	13,23	Diferentes	0,07	0,23
Participan	22,56	23,64	[0,00]	[0,11]	[0,00]
TOTAL	17,62	19,58		NO	SI

CUADRO N.º 3 (conclusión)

TEST DE MEDIAS

Cifra de negocio por empresa (miles) (cnac)

Grupos	*VALORES MEDIOS*		*Test de medias*	*CORRELACIÓN*	
	1994	*1996*		*Pearson*	*Spearman*
No participan	163.135	153.703	Diferentes (e)	0,25	0,33
Participan	568.278	610.316	[0,07]	[0,00]	[0,00]
TOTAL	262.012	282.878		SI	SI

(a) El grupo 1 lo configuran los sectores en los que ninguna empresa participa en los programas marco de la UE de apoyo a las actividades de I+D, mientras que en el segundo se encuentran aquellos en el que al menos una empresa participa.
(b) Son medias ponderadas por el número de empresas, si bien en los casos de la intensidad innovadora o de los gastos internos en I+D sobre cifra de negocios, por un lado, y la productividad aparente, por otro, son la propia cifra de negocios y los ocupados los factores de ponderación.
(c) Es el resultado de un test cuya hipótesis nula es la igualdad de las medias de ambos grupos, y que se rechaza a un grado de significación del 5 por 100. El porcentaje figura entre paréntesis. Nótese que, previamente, se ha realizado un test para analizar si las varianzas de ambos grupos eran iguales, cuya conclusión se ha tenido en consideración en el test de medias.
(d) Entre paréntesis figura el grado de significación al que se rechaza la hipótesis nula de independencia.
(e) Se rechaza que sean iguales frente la alternativa de que la media del grupo 2 sea mayor que la del grupo 1.

La propensión exportadora, y especialmente la productividad (13), son otras características de las empresas que tienen una correlación positiva con la participación en la política tecnológica comunitaria. Finalmente, los resultados aquí obtenidos indican que el tamaño de las empresas, aproximado por la cifra de negocio, favorece su capacidad de obtención de recursos procedentes de los programas marco.

En suma, con esta primera exploración estadística se han podido identificar algunas variables que parecen susceptibles de influir en la probabilidad de las empresas industriales españolas de beneficiarse de tales programas. El siguiente paso de nuestro análisis será profundizar en el conocimiento de los factores determinantes de la probabilidad de participar en los programas marco mediante un análisis econométrico.

IV. DETERMINANTES DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES ESPAÑOLAS EN LOS PROGRAMAS MARCO: UN ANÁLISIS ECONOMÉTRICO

Como es evidente, el análisis econométrico de los factores que han determinado el grado de participación de las empresas industriales españolas en los programas marco implementados por la UE para impulsar las actividades de I+D debería efectuarse con datos desagregados por empresas. Así, la variable a explicar se habría de definir como una variable dicotómica que tomaría el valor 1 si la empresa recibiese fondos y 0 en caso contrario. Sin embargo, como se anticipó, por razones de secreto estadístico, no se ha podido disponer de los datos de la encuesta de innovación individualizados por empresas. Lo que se ha conseguido tener es tan sólo el porcentaje de las empresas de cada rama —con un nivel de desagregación de cuatro dígitos de la CNAE— que obtienen ayudas de los programas marco. De ahí que la variable dependiente tenga que ser, en nuestro caso, la esperanza de la probabilidad de que una empresa perteneciente a un sector *i,* con unas características x_i, participe en los programas marco:

$$Y = E\,[Prob\,(Y_i = 1/X_i)]$$

Al plantear los factores determinantes de la participación en las ayudas comunitarias a la I+D que se enmarcan en los programas marco, se han considerado los resultados obtenidos en la exploración estadística efectuada en el apartado precedente. Más específicamente: los regresores de la ecuación se corresponden con las variables analizadas en los tests de medias y el análisis de correlación, a excepción de aquellas que bien no mostraron con claridad una relación de asociación con la variable dependiente (la estructura de propiedad y la propensión exportadora) o bien constituyen posibles aproximaciones de una misma variable —como en el caso de la intensidad tecnológica que está medida tanto en términos de los gastos de innovación como de los gastos internos de I+D, expresados ambos con relación a la cifra de negocio (14). Por

tanto, la formulación del modelo empírico a estimar es la siguiente:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1\, inid_i + \beta_2\, giid_i + \beta_3\, asoc_i + \beta_4\, opii_i + \\ + \beta_5\, pnid_i + \beta_6\, paau_i + \beta_7\, prod_i + \beta_8\, tam_i + \varepsilon_i$$

donde:

y_i: porcentaje de empresas en el sector i que participan en los programas de la UE para la investigación.

$inid_i$: porcentaje de empresas en el sector i que realizan actividades de I+D.

$giid_i$: gastos internos en I+D sobre la cifra de negocios en el sector i.

$asoc_i$: porcentaje de empresas en el sector i que pertenecen a un grupo con el que mantienen una relación de asociación.

$opii_i$: porcentaje de empresas en el sector i que participan en otros programas internacionales de investigación distintos a los de la UE.

$pnid_i$: porcentaje de empresas en el sector i que participan en programas nacionales de I+D.

$paau_i$: porcentaje de empresas que reciben ayudas de las comunidades autónomas.

$prod_i$: productividad del trabajo media en el sector i.

tam_i: *dummy* que trata de captar la influencia del tamaño. Toma el valor 1 para los sectores cuya cifra de negocios media (la de la empresa representativa) es inferior a la mediana, y el valor 0 para el resto.

i: sectores de la CNAE-cuatro dígitos (15).

En todo caso, buena parte de las variables que se han introducido como regresores en la ecuación cuentan además con una justificación teórica para ser consideradas entre los posibles criterios para distribuir la financiación que canaliza la política tecnológica europea.

Así, en cuanto a la realización de actividades de I+D por parte de las empresas de un sector (inid), y la intensidad de éstas, medida a partir de la *ratio* de los gastos en I+D sobre su cifra de negocio (giid), es lógico pensar que ejercerán una influencia positiva en la capacidad de las empresas para acceder a los programas europeos de fomento a la innovación tecnológica. Máxime, teniendo en cuenta que en el Tratado de Amsterdam (Título XVII, artículo 163 —antiguo título XV, artículo 130F del de Maastricht—) se expone de forma explícita que uno de los objetivos prioritarios de la política de I+D comunitaria es: «fortalecer la base científica y tecnológica de la industria comunitaria y estimular su competitividad internacional». Ésta es, asimismo, la racionalidad económica que subyace en la inclusión de la variable que mide la productividad del trabajo (prod). Igualmente, cabe esperar que el establecimiento de acuerdos de asociación con otras empresas (asoc) sea un factor adicional de estímulo para la captación de los fondos de la política tecnológica comunitaria, en la medida en que se considere que puede mejorar la eficiencia de los proyectos que reciben apoyo financiero. Por lo demás, también en este caso existe una alusión en la normativa que regula los programas marco que apunta a la consideración de esta variable entre los criterios determinantes de la selección de proyectos subvencionables, ya que —como se dijo— entre los requisitos que se exigen para solicitar financiación está el de concurrir conjuntamente con instituciones radicadas en al menos dos estados miembros de la Unión Europea.

En lo que respecta a las tres variables que están reflejando la participación en otros programas de estímulo al desarrollo tecnológico —los de ámbito internacional (opii), los integrados en programas nacionales de I+D (pnid) y los de carácter autonómico (paau)— no resulta, sin embargo, tan claro ofrecer una argumentación teórica que justifique su asociación con la variable dependiente. Así, por una parte, cabría esperar que la experiencia de participar en otros programas de ayuda —y el consiguiente aprovechamiento de las economías de escala que se dan en todas las tareas técnicas, legales o de otra índole, que requieren la elaboración de dichas solicitudes— implicase una mayor capacidad de elaboración y gestión de las solicitudes destinadas a los programas marco. Lo que induciría, por tanto, a pensar en que las empresas que se están beneficiando de las subvenciones a las actividades tecnológicas de otras instituciones tienen más posibilidades de acceder simultáneamente a las que proceden de los programas marco de la UE. Ahora bien, por otra parte, existen razones para creer que, a través de la coordinación de los distintos ámbitos de la política tecnológica —la comunitaria, la nacional y la autonómica—, se trate de evitar la concentración de las ayudas en colectivos reducidos de empresas beneficiarias. Por ello, éste es uno de los aspectos de la política tecnológica comunitaria cuya exploración econométrica parece más interesante.

Por último, entre las variables explicativas, se ha incluido una *dummy* para aquellos sectores en los que la cifra de negocios de su empresa repre-

sentativa es inferior a la del sector que representa la mediana, estableciendo así dos grupos con el mismo número de observaciones. La inserción de esta variable se justifica por la abundante evidencia empírica que sustenta la hipótesis sobre la necesidad de cierta masa crítica o umbral requerido por los proyectos de I+D para que resulten rentables (16) y, por supuesto, también, al igual que el resto de los regresores, a la luz de los resultados que se obtuvieron en el análisis previo de correlación.

Una vez que se ha especificado el modelo empírico, es importante elegir el método econométrico más adecuado para proceder a su estimación. El modelo que mejor se ajustaría en el caso de que dispusiéramos de datos por empresa sería un *probit* o un *logit* normal, pero, como se anticipó -por razones de secreto estadístico-, no se ha podido acceder a este tipo de datos. Por otra parte, y a pesar de la elevada proporción de ceros para la variable dependiente —280, es decir: en cerca del 63 por 100 de las ramas, ninguna empresa ha participado en los programas marco de la UE—, no es aconsejable la utilización de un modelo *tobit*, ya que éste, por un lado, se emplea para datos censurados, que no es el caso que se está analizando, y, por otro, no garantiza que las probabilidades predichas se sitúen entre 0 y 1.

Por consiguiente, una alternativa más conveniente sería aplicar un modelo *logit* de datos agrupados, en el que la variable dependiente se podría expresar como:

$$\text{Log}\ \frac{y_i}{(1 - y_i)}$$

Y aplicar, entonces, mínimos cuadrados robustos a heterocedasticidad. Ahora bien, aunque esta aproximación tiene en cuenta —como es deseable— que la variable dependiente es una probabilidad, no permite aprovechar la información que ofrecen las observaciones para las que ésta toma el valor cero (17). En consecuencia, parece que el método más adecuado es la estimación por mínimos cuadrados no lineales (MCNL) (18) de la función de probabilidad logística:

$$E\,[\text{Prob}\,(Y_i = 1/X_i)] = F\,(X'\beta) = \frac{e^{X\beta}}{(1 + e^{X\beta})}$$

Por tanto, en el cuadro n.º 4 se presentan los resultados obtenidos por MCNL. Además, en dicho cuadro se han incluido los valores correspondientes a la media de las elasticidades estimadas para cada observación y variable.

Pues bien, como se puede observar en el cuadro n.º 4 (estimación 1), casi todas las variables incluidas en el modelo son significativas. Así, en primer lugar, se constata que las ayudas provenientes del programa marco se destinan a los sectores con mayor intensidad tecnológica (giid). Lo que, por lo demás, es consecuente con el Reglamento de los programas marco que fija un porcentaje de co-financiación de los proyectos, según la modalidad de subvención de la que se trate (19), exigiendo que los propios solicitantes afronten la inversión restante. A este respecto, parece que, como han señalado Buisseret *et al.* (1995), las subvenciones públicas a la investigación son una fuente de financiación adicional que permite a las empresas asumir proyectos de I+D más ambiciosos. Además, conforme al valor del coeficiente de la variable asoc, parece que la asociación a un grupo de empresas —bien radicadas en España o bien en el extranjero— facilita la obtención de subvenciones del programa marco. Este resultado es coincidente con los argumentos que se suelen dar para explicar la cooperación en los proyectos de I+D, básicamente: el compromiso de realizar un gasto determinado y el reparto de los riesgos (véase, Cassiman y Veugelers, 1999).

Además, las variables que miden la participación en otros programas internacionales de I+D (opii) y nacionales (pnid) obtienen también coeficientes asociados positivos —de hecho, para esta última se obtiene una elasticidad de 0,14, la más elevada de todas las variables continuas—, que son coherentes con la existencia de economías de escala en las tareas de elaboración y gestión de las solicitudes de financiación a proyectos de I+D que se presenten en diferentes instancias administrativas. No obstante, este resultado, indicativo de la concentración de distintos tipos de ayudas a la I+D —las de los programas marco, las de otros programas internacionales y las nacionales— en las mismas empresas, daría pie a otro tipo de interpretación que pondría en tela de juicio la orientación de la política tecnológica que al parecer se está implementando. Así, los resultados aportan indicios para suponer que tras esta superposición de ayudas pueden subyacer problemas de coordinación entre las distintas instancias del sector público que entrañen ineficiencias en la gestión de las subvenciones a favor de un reducido número de empresas, y, en todo caso, unos gastos redundantes de gestión de solicitudes y seguimiento de proyectos.

De modo que, sólo son dos variables —la participación en los programas autonómicos (paau) y la proporción de empresas que realizan actividades de I+D (inid)— las que no obtienen coeficientes sig-

CUADRO N.º 4

RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

	ESTIMACIÓN 1		*ESTIMACIÓN 2*		*ESTIMACIÓN 3*	
	MCNL (*)	*Elasticidad*	*MCNL (*)*	*Elasticidad*	*MCNL (*)*	*Elasticidad*
Constante	–5,19		–5,18		–11,75	
	(–11,08)	–5,23	(–11,61)	–5,22	(–8,25)	–11,78
Inid	1,33		1,30		8,15	
	(1,33)	0,15	(1,32)	0,15	(7,21)	0,92
Giid	8,64		8,66		31,36	
	(4,80)	0,06	(4,84)	0,06	(5,83)	0,20
Asoc	5,33		5,44		7,47	
	(14,14)	0,09	(15,67)	0,09	(6,57)	0,12
Opii	4,75		4,73		27,49	
	(1,92)	0,01	(1,94)	0,01	(3,91)	0,05
Pnid	5,07		5,22			
	(5,19)	0,14	(5,65)	0,14	—	—
Paau	0,31				8,17	
	(0,43)	0,01	—	—	(4,94)	0,14
Prod	0,52 E-05		0,49 E-05		0,31 E-04	
	(2,48)	0,10	(2,87)	0,10	(6,84)	0,61
Dummy tamaño	–8,67		–8,32		–21,44	
	(–7,42)	–4,39	(–7,62)	–4,20	(–12,89)	–10,84
R^2 ajustado	0,78		0,78		0,70	
Log Likelihood	1.075,94		1.075,69		990,48	

Entre paréntesis, los t *ratios*.
(*) Robusto a heterocedasticidad por el método de White.

nificativos. Sin embargo, dado que —como se puede comprobar en la matriz de correlaciones reflejada en el *anexo*— dichas variables tienen niveles de correlación con la variable que mide la participación en programas nacionales (pnid) muy elevados —un 0,76 y un 0,60 respectivamente—, hay razones para pensar que ésta es la razón de que sus coeficientes no arrojen los resultados esperados cuando se estiman conjuntamente.

Por ello, y aun cuando para pronunciarse con fundamento sobre el tema sería preciso hacer una investigación pormenorizada por empresas y proyectos —que aquí no es factible por falta de disponibilidad de información—, ha parecido interesante hacer una exploración adicional. En este sentido, se han realizado otras dos estimaciones del modelo en las que se ha omitido en una (estimación 2) la variable correspondiente a las ayudas procedentes de las políticas tecnológicas autonómicas (paau), y en la otra (estimación 3), la que mide la participación en el Programa Nacional de I+D (pnid). Pues bien, como se pone de manifiesto en el mismo cuadro n.º 4, los resultados sustentan la idea sobre la superposición de ayudas en los tres niveles: comunitario, nacional y autonómico.

Por otra parte, en cuanto a la productividad, como indicador de eficiencia de las empresas, hay que notar que es otra de las variables que influyen positivamente en la posibilidad de participar en los programas marco, y que, además tiene asociada una de las elasticidades más altas.

Por último, el signo negativo que se obtiene para la *dummy* de tamaño sugiere que los sectores con menor cifra de negocio medio tienen menores posibilidades de obtener ayudas a la investigación. Nuestros resultados refuerzan, por tanto, la evidencia existente sobre los problemas que tienen las PYME para participar en los proyectos que cuentan con la financiación de los programas marco (véase, Comisión Europea, 1998). De hecho, desde el III Programa Marco (1990-94), se vienen aplicando políticas específicas dirigidas a este colectivo, como las medidas de estimulación tecnológica de acuerdo con el artículo 163 del Tratado de Amsterdam (antiguo 130 F del de Maastricht) (20). Sin embargo, conforme a nuestros resultados, parece que las empresas de mayor tamaño siguen siendo las que más se benefician de la política tecnológica comunitaria.

V. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En este artículo, se ha tratado de avanzar en el conocimiento de la naturaleza e implicaciones económicas de la política tecnológica europea que se instrumenta a través de los programas marco de la Unión Europea, mediante un análisis de las características de la participación de las empresas industriales españolas efectuado a partir de los datos de la versión española de la encuesta europea de innovación correspondientes a los dos años para los que están disponibles: 1994 y 1996. Más concretamente, su objetivo básico ha sido explorar —en primer término con el cálculo de tests de diferencia de medias y de coeficientes de correlación y, a continuación, con un estudio econométrico— los factores que determinan la probabilidad de las empresas de beneficiarse de las ayudas financieras para promover el desarrollo tecnológico que se integran en dichos programas. Ahora bien, y con el objeto de enmarcar la participación de nuestras empresas, hemos comenzado haciendo una breve valoración de la entidad relativa y características de la intervención de España en las diferentes ediciones de los programas marco.

En las líneas que siguen se hará un sumario de los principales resultados del estudio y, sobre esta base, se ofrecerán algunas reflexiones adicionales sobre la conveniencia de introducir algunas modificaciones en la orientación de las políticas tecnológicas europea y española.

Nuestro estudio ha puesto de relieve, en primer lugar, que a lo largo de las tres ediciones de los programas marco, en los que nuestro país ha participado, ha conseguido incrementar sus niveles de participación hasta una cota casi igual al peso relativo de su PIB en relación con el de los quince miembros de la UE. Además, se ha mostrado cómo la estructura según instituciones participantes (empresas, universidades y centros de investigación) se ha ido también homologando con el tiempo a las pautas de la Unión Europea.

En todo caso, sus conclusiones más interesantes son las que se refieren a las variables que explican la probabilidad de participación de las empresas. A este respecto, hay que destacar que los resultados obtenidos —tanto en la descripción estadística como en el análisis econométrico— sugieren, por una parte, que las ayudas públicas al desarrollo tecnológico de la UE se concentran en un reducido número de empresas, y, por otra parte, que la realización de actividades de I+D y la intensidad del esfuerzo investigador (gastos de I+D/ cifra de negocios), la pertenencia a una asociación, el tamaño, la productividad y la participación en otros programas públicos de apoyo a la investigación —internacionales, nacionales y autonómicos— son factores que ejercen una influencia positiva y significativa sobre la probabilidad de las empresas de acceder a las subvenciones que se canalizan a través de los programas marco de la Unión Europea.

A la luz de los resultados, se pueden hacer dos tipos de inferencias sobre la orientación de la política tecnológica europea. La primera de ellas sería señalar que la evidencia que aquí se aporta sustenta la idea de que la distribución de la financiación de la política tecnológica europea se orienta hacia la ampliación de las actividades investigadoras y tecnológicas de las empresas que no sólo cuentan con unas condiciones más propicias (mayor dimensión, más productividad,...) para llevar a efecto actividades de I+D, sino que, de hecho, las realizan con más intensidad. A este respecto, hay un margen para sospechar que esta orientación esté implicando el apoyo de proyectos que aun sin disponer de financiación pública, se hubieran puesto en marcha. En este sentido, se podría argumentar la conveniencia de reorientar la asignación de los recursos de los programas marco a fomentar actividades en las que hubiera más garantías de que se está cumpliendo el principio de adicionalidad; es decir, que sin la ayuda del sector público no se realizarían.

El otro tipo de inferencia que se desprende de los resultados del estudio, y que conviene resaltar, es la aparente superposición en un pequeño colectivo de empresas de las subvenciones asociadas a los programas marco con las ayudas financieras al desarrollo científico y tecnológico implementadas en el contexto tanto de los planes nacionales de I+D como de los planes autonómicos. En este caso, el temor es, evidentemente, que, por problemas de coordinación, se esté produciendo un uso ineficiente de los recursos por la acumulación de ayudas redundantes en un grupo de empresas avezadas en la obtención de subvenciones.

NOTAS

(*) Los autores agradecen a Manuel Arellano sus útiles sugerencias acerca del tratamiento econométrico de la información.

(1) Nótese que también los fondos estructurales contienen medidas de ayuda a la investigación en los marcos comunitarios de apoyo (MCA), y más concretamente en el FEDER (artículo 10 del Reglamento 2083/93 del Consejo), así como en las iniciativas comunitarias.

(2) Aunque aquí no se aborde el tema más general de los motivos que justifican la política tecnológica, sino tan sólo las razones que

parecen haber impulsado la intervención a instancias Comunitarias, el lector interesado en él puede consultar, por ejemplo, DASGUPTA y STONEMAN (1987) y METCALFE (1995).

(3) Véase, como ilustración, SAXENIAN (1994), donde se analiza el caso del Sillicon Valley, y AUDRETSCH (1998), donde se argumenta y se fundamenta con referencias empíricas la gran y creciente importancia de las economías de aglomeración en los procesos de innovación y, por consiguiente, la tendencia hacia la acentuación de los desniveles de desarrollo tecnológico y económico entre países y regiones.

(4) Para una consideración de este tema puede consultarse PETERSON y SHARP (1998).

(5) Los proyectos de investigación que son subvencionados por la UE están formados por, al menos, dos entidades radicadas en distintos países comunitarios (artículo 4 de la Decisión del Consejo de 22 de diciembre de 1998, publicado por el *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* del 1/2/1999), que firman un contrato con la Comunidad (artículo 12) en el que alguno de los participantes, al que haya correspondido la iniciativa de la solicitud, es el líder. Pues bien, según la *Memoria de actividades del Plan Nacional de I+D* (véase, CICYT, 1998, pág. 135), las entidades del Reino Unido lideraron el 25 por 100 de los proyectos seleccionados por la UE en el IV Programa Marco.

(6) En STONEMAN (1995, capítulos 1 y 2), se aportan múltiples referencias de trabajos que avalan la existencia de tales rasgos en la gestación de innovaciones.

(7) Así, entre los criterios de selección de proyectos para el V Programa Marco (fijados en artículo 10 de la Decisión del Consejo, *Diario Oficial de las Comunidades* del 1/2/1999), se encuentran, además de algunos relacionados con la eficiencia como el de la calidad científica (a), el valor añadido comunitario (b), el carácter innovador del proyecto (d), las perspectivas de difusión y explotación de los resultados (e) o la gestión efectiva y eficaz (g), otros que tienen una dimensión más distributiva como: la contribución a objetivos económicos y sociales de la Comunidad (c) o la cooperación transnacional (f). De hecho, el artículo 163 (artículo 130 F) que encabeza el título dedicado a la investigación y desarrollo tecnológico en el Tratado de Amsterdam afirma: «La Comunidad tiene como objetivo (...) fomentar todas las acciones de investigación que se consideren necesarias en virtud de los demás capítulos del presente Tratado».

(8) A este respecto, hay que recordar que el esfuerzo tecnológico (gastos en I+D/PIB) de España es tan sólo el 46 por 100 de la UE, mientras que la renta per cápita de España (medida en PPC) asciende al 80 por 100 de la comunitaria.

(9) De hecho, como refleja la CICYT en la *Memoria de actividades del Plan Nacional de I+D,* donde se proporciona esta información por número de proyectos —aunque no como hace el Tribunal de Cuentas, y es más adecuado, por volumen de gastos—, sólo el 6,7 por 100 de los líderes de proyectos del IV Programa radican en España, cuando, en su conjunto, las entidades españolas representaron el 7,1 por 100 del total de los grupos que participaron en el mismo. No obstante, también en este aspecto la evolución ha sido positiva, ya que en el III Programa Marco el porcentaje de proyectos encabezados por españoles era únicamente del 4,7 por 100.

(10) Esta encuesta aporta información sobre las actividades innovadoras de las empresas industriales, siguiendo las directrices del Manual de Oslo de la OCDE.

(11) Aunque el lanzamiento de esta encuesta se trató de hacer con referencia al año 1992, los datos que se recabaron no alcanzaron grados de representatividad y coherencia satisfactorios, por lo que el propio INE ha desaconsejado su uso. Por tanto, los únicos datos que hasta el momento son utilizables son los que aquí se emplean: los referidos a 1994 y a 1996.

(12) Nótese, que, por razones de secreto estadístico, no se ha podido acceder a la información para las ramas que en un determinado año contasen con tres o menos empresas, de ahí, que el número de observaciones no sea par. Por otra parte, para realizar este test se ha procedido a normalizar los datos correspondientes a los ejercicios de 1994 y 1996 por sus respectivas medias, para evitar cualquier sesgo en las conclusiones incorporado por la evolución entre estos dos años. En el primer grupo hay: 177 sectores —79 en 1994 y 98 en 1996— y 390 en el segundo —201 en 1994 y 189 en 1996. Además, hay algunas variables para las que el número de observaciones que se tienen es más reducido. Se trata de las relacionadas con la estructura de la propiedad, cuya pregunta se formuló a partir del último cuestionario relativo a 1996, y los gastos en innovación y en I+D, para las que sólo se dispone de los datos correspondientes a 435 y a 441 sectores, respectivamente. En todo caso, la amplitud de la muestra es suficiente para garantizar unos resultados robustos.

(13) Ésta se ha aproximado a través de la cifra de negocio por ocupado. La oferta de variables contenida en la encuesta de innovación ha impedido utilizar una medida más precisa de la productividad.

(14) En este último caso, se ha optado por incluir la variable de gastos de I+D sobre cifra de negocios, por considerar que ésta es una variable que no contiene la imprecisión conceptual de la que adolecen, a nuestro juicio, los gastos de innovación.

(15) Para la variable *giid* (gastos internos de I+D), sólo se dispone de 441 observaciones, que, por tanto, serán las utilizadas en la estimación.

(16) Un resumen de la amplia literatura que, desde las ideas pioneras de Schumpeter (1942), ha analizado esta cuestión puede encontrarse en COHEN (1995). Véase, además, el artículo de JAUMANDREU, GONZÁLEZ y PAZÓ en este mismo número de la Revista.

(17) Adviértase que en los casos en los que la variable dependiente y_i sea cero, entonces la expresión de la izquierda de la ecuación sería log (0).

(18) Para ello, se utilizarán como valores iniciales los coeficientes obtenidos en el modelo *logit* de datos agrupados. Véase, a este respecto, AMEMIYA (1985).

(19) En concreto, el tipo de subvención más utilizado, el de gastos compartidos (constituyó el 61 por 100 y 55 por 100 del III y IV Programa, respectivamente), financia entre el 35 por 100 de los gastos totales, en el caso de proyectos de demostración, y el 50 por 100 si se trata de investigación y desarrollo tecnológico o cooperación entre pequeñas y medianas empresas, un porcentaje que se puede ampliar al 75 por 100 sólo en el caso de acciones exploratorias. Para aquellos centros de investigación o universidades que no utilizan contabilidad analítica, y para las acciones encaminadas a facilitar el acceso a infraestructuras de investigación, la subvención puede alcanzar hasta al 100 por 100 de los costes adicionales. Otros tipos de subvención recogidos en el recién aprobado V Programa Marco son: becas de formación, redes de formación de investigadores, acciones concertadas, medidas complementarias y acciones directas. Pues bien, las tres primeras exigen también una inversión por parte de los receptores de la ayuda. Sólamente las medidas complementarias, al hacer referencia a medidas que mejoren la implementación de las diferentes áreas que configuran los programa marco, y las acciones directas de la UE desarrolladas por el Centro Común de Investigación (CCI) pueden ser financiadas íntegramente.

(20) La Comisión consideró para el IV Programa Marco como PYME a aquellas empresas que cumplen los tres requisitos siguientes: disponer de menos de 500 empleados, obtener una cifra de negocios inferior a los 38 millones de euros (6.322 millones de pesetas) y no ser propiedad en una proporción mayor a un tercio de una empresa que no sea considerada PYME (a menos que se trate de una inversión financiera). Ahora bien, para el V Programa Marco, la Comisión ha considerado los criterios establecidos en la Recomendación 96/280/CE sobre la definición de PYME, que será aquella que emplee a menos de 250 personas a tiempo completo, cuyo volumen de negocios sea menor a 40 millones de euros o un balance anual inferior a 27 y, finalmente, que sea independiente de una gran empresa.

BIBLIOGRAFÍA

AMEMIYA, T. (1985), *Advanced Econometrics,* Basil Blackwell Ltd, Oxford.

AUDRETSCH, D. (1998), «Agglomeration and the location of innovative activity», *Oxford Review of Economic Policy,* vol. 14, n.º 2, páginas 18-30.

BUISSERET, T. J. *et al.* (1995), «What difference does it make? Additionality in the Public support of RTD in large firms», *International Journal of Technology Management,* vol. 10, págs. 587-600.

CASSIMAN, B., y VEUGELERS, R. (1999), «Make and buy in innovation strategies: Evidence from belgian manufacturing firms», *Research Policy,* 28(1), enero, págs. 63-80.

CICYT (1998), *Memoria de actividades del Plan Nacional de I+D.*

COHEN, W. (1995), «Empirical studies of innovative activity», en STONEMAN, P. (ed.) (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Blackwell.

COMISIÓN EUROPEA (1997), *Second European report on S&T indicators,* Luxemburgo.

— (1998), *SME participation in the 4th European Union Framework Programme for Research and Technological Development,* Bruselas.

DASGUPTA, P., y STONEMAN, P. (1987), *Economic Policy and Technological Performance,* CEPR, Londres.

INE (1998), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas,* Madrid.

METCALFE, S. (1995), «The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives», en STONEMAN, P. (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Blackwell.

OCDE (1997), Directrices propuestas por la OCDE para la recogida e interpretación de datos sobre innovación tecnológica, *Manual de Oslo,* 2.ª edición.

PETERSON, J. y SHARP, M. (1998), *Technology Policy in the European Union,* MacMillan Press, Londres.

SAXENIAN, A. (1994), *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128,* Harvard University Press, Cambridge, MA.

SCHUMPETER, J. A. (1942), *Capitalism, Socialism, and Democracy,* Harper and Row, Nueva York.

STONEMAN, P. (ed.) (1995), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Blackwell.

VENCÉ, X. (dir.) (1998), *La política tecnológica comunitaria y la cohesión regional, los retos de los sistemas de innovación periféricos,* Editorial Civitas, Madrid.

ANEXO

MATRIZ DE CORRELACIONES

	puei	*publ*	*prin*	*prie*	*inid*	*giid*	*gtin*	*asoc*	*pnid*	*paau*	*opii*	*prod*	*exac*	*cnac*
puei	1,0000													
publ	0,6212	1,0000												
prin	–0,3827	–0,4187	1,0000											
prie	0,1108	–0,0387	–0,8912	1,0000										
inid	0,4568	–0,2684	–0,4830	0,3974	1,0000									
giid	0,1681	0,0846	–0,1471	0,1245	0,3032	1,0000								
gtin	0,1396	0,0652	–0,1054	0,0872	0,1618	0,6755	1,0000							
asoc	0,1531	0,0037	–0,1722	0,1876	0,1394	0,0098	0,0019	1,0000						
pnid	0,5946	0,2168	–0,4844	0,4248	0,5954	0,2949	0,1960	0,0919	1,0000					
paau	0,3127	–0,0214	–0,3793	0,4280	0,4774	0,2652	0,1544	0,1263	0,7562	1,0000				
opii	0,7194	0,8151	–0,3778	0,0086	0,2655	0,1244	0,0427	–0,0114	0,2928	0,0260	1,0000			
prod	0,2225	0,0754	–0,2282	0,2134	0,2147	–0,0401	–0,0573	0,1520	0,1946	0,0888	0,1226	1,0000		
exac	0,0679	–0,0450	–0,0416	0,0683	0,2293	0,3403	0,2232	–0,0198	0,0829	0,0527	–0,0168	0,0257	1,0000	
cnac	0,2519	0,0479	–0,2178	0,2158	0,2250	–0,0152	–0,0194	0,2050	0,2290	0,1304	–0,0537	0,3944	0,0112	1,0000

Nota:
Las variables publ, prin y prie, relacionadas con la estructura de la propiedad, sólo se incluyeron a partir del cuestionario de 1996; de ahí que sólo haya 287 observaciones.
Las variables giid y gtin, que se refieren a la intensidad tecnológica, disponen de 441 y 435 observaciones respectivamente, por cuanto que existen sectores para los que no se tiene ningún dato.
El resto de las variables cuenta con 567 observaciones.

Resumen

El propósito de este artículo es explorar los factores que determinan la participación de las empresas industriales españolas en la política tecnológica europea que se implementa a través de los programas marco. Para ello, se realiza, en primer término, un análisis estadístico de diferencia de medias y, a continuación, un estudio econométrico, ambos basados en la información proporcionada por la versión española de la *Encuesta europea de innovación tecnológica en las empresas.*

Palabras clave: política tecnológica, Unión Europea, empresas industriales.

Abstract

The purpose of this article is to explore the factors determining the participation of Spanish industrial companies in European technological policy, which is implemented through the framework programmes. For this purpose, a statistical means difference analysis is carried out first of all, followed by an econometric study, both based on the information provided by the Spanish version of the European Survey of Technological Innovation in Companies.

Key words: Technological policy, European Union, industrial companies.

JEL classification: O30, O38.

IV. COLABORACIÓN ESPECIAL

LA NUEVA POLÍTICA DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN DEL MINER

Josep PIQUÉ

I. INTRODUCCIÓN

EL modelo de desarrollo de la economía española de los últimos años ha experimentado una rápida transformación de la estructura productiva, como consecuencia de la globalización de los mercados y de los flujos de información, la intensificación de la competencia, la rápida difusión de las tecnologías y el desarrollo de las empresas multinacionales y las empresas en red.

La integración de España en la Unión Europea y la liberalización de los mercados de factores y productos han cambiado sustancialmente los parámetros en que se movía la industria. En esta situación de apertura de los mercados y de mayor competencia, que en Europa va a conducir a un incremento de los intercambios comerciales, a una mayor especialización de las empresas y una convergencia de los precios de los productos, el esfuerzo empresarial debe centrarse tanto en el ámbito de los costes como en la generación de un mayor valor añadido. El éxito de esta tarea —está unánimemente reconocido— tiene como eje fundamental a la innovación y la tecnología. Mediante éstas, es posible obtener, a la vez, tanto una reducción en los costes de producción como una diferenciación de productos frente a la competencia.

El Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica —que sustentará la nueva política del Ministerio de Industria y Energía (MINER)— tiene como objetivo mejorar la competitividad empresarial con el fin de incrementar el bienestar social y conseguir una mayor creación de empleo, mediante la aplicación del conocimiento y la incorporación de nuevas ideas emprendedoras al proceso productivo, esto es, mediante la innovación tecnológica. En el contexto de una economía cada vez más globalizada, el mantenimiento y mejora de la competitividad radica en la capacidad de aprender y, más aún, en la capacidad de innovar. La innovación mejora la productividad y, con ello, aumenta la renta per cápita y el empleo, objetivos principales del crecimiento económico a largo plazo. Desde el punto de vista instrumental, el MINER ha considerado necesario generar un entorno favorable a la innovación, diseñando un conjunto de instrumentos de apoyo a la misma cuya filosofía subyacente sea compartir riesgos.

Por ello, en los momentos actuales, el MINER pretende reorientar y reforzar el apoyo hasta

ahora proporcionado al sector industrial para elevar su nivel de competitividad, centrado principalmente en el ámbito tecnológico, introduciendo el fomento a la innovación como uno de los vectores de su política industrial. Con el apoyo a la producción, asimilación y explotación de novedades y mejoras de productos y procesos industriales, actividades que se identifican con el término innovación, se pretende completar, superar y aumentar la eficacia de las acciones llevadas a cabo por este ministerio en materia de promoción industrial.

II. ANTECEDENTES

La política industrial está experimentando cambios profundos. En los últimos años, la política industrial fue básicamente política de reconversión y reindustrialización —en prioridades políticas y en recursos presupuestarios—, y además tuvo una participación activa directa en el sistema productivo. Esta política estuvo centrada en el sector público empresarial, las subvenciones de carácter sectorial y los mecanismos de protección comercial. El Estado no sólo regulaba y controlaba el ejercicio de la actividad económica, sino que mantenía una fuerte presencia en numerosos sectores. Tales políticas de ajuste estructural incidían, básicamente, en las empresas de ciertos sectores (siderúrgico, naval, minero) en los que, además, era muy importante la presencia de empresas públicas. Desde una perspectiva tecnológica, la política industrial de los últimos años se ha orientado a sectores tradicionales o sectores de tecnología media, en perjuicio de los sectores de futuro y de elevada tecnología.

El instrumento utilizado tradicionalmente ha sido la subvención, el cual no ha potenciado suficientemente ni las infraestructuras tecnológicas ni la innovación de las empresas. Actualmente, y salvo para sectores específicos, las ayudas públicas están cada vez más controladas por la Comisión Europea. Por otra parte, su reducida cuantía unitaria y la complejidad de su gestión les ha restado eficacia; asimismo, la concesión de créditos blandos gestionados por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) ha supuesto una mayor disciplina financiera de las empresas y, sin embargo, no ha cubierto un segmento fundamental de la política innovadora, esto es, la financiación de las empresas de elevada tecnología. La falta de mercados desarrollados de capital riesgo constituye el principal obstáculo para estas empresas, especialmente en su fase de arranque. Por ultimo, la política tecnológica dirigida a los sectores de futuro (aeroespacial, defensa, telecomunicaciones, industria ferroviaria, química, farmacia, biotecnología), ha carecido de una estrategia global y de sinergia con el conjunto del tejido industrial.

Varios fenómenos están impulsando el cambio de la política industrial. En primer lugar, ha surgido un nuevo equilibrio mercado-Estado. Los flujos globales de capital, productos, tecnologías e información, así como la formación de grandes redes de producción, comercio y tecnología, junto con el peso creciente de las empresas multinacionales, reducen el poder del Estado, que pierde competencias en orden a asegurar que las bases productivas se establezcan en el país. Las instituciones internacionales, en general, y la Unión Europea reducen, también, la soberanía del Estado en campos tan importantes como los que afectan a la competencia (ayudas públicas, regulaciones técnicas, comerciales y económicas, y medidas fiscales). Las instituciones internacionales suponen incesantes negociaciones y controles de las actuaciones públicas nacionales.

Un segundo fenómeno que está demandando una profunda revisión de la política industrial es el surgimiento y elevado crecimiento de nuevos sectores y mercados: biotecnología, farmacia, tecnologías de la información y telecomunicaciones, industrias alimentarias, industrias ferroviarias, aeroespacial, nuevos materiales, química fina. Estas nuevas actividades están cambiando nuestra comprensión de lo que es el ámbito y estructura del sector industrial. En estos sectores, el papel del sector público continúa siendo fundamental, aunque distinto y más complejo que el que ha venido desempeñando hasta ahora en los sectores tradicionales. La globalización de los mercados y los acelerados cambios tecnológicos ponen en un primer plano actuaciones dirigidas a consolidar la competencia y la transparencia de los mercados, la mejora de las infraestructuras físicas y tecnológicas, la adecuación de la formación y la capacitación profesional a

las nuevas tecnologías de la información, la articulación de investigación-tecnología-industria y el apoyo a las empresas de base tecnológica a través del fortalecimiento del capital riesgo.

Un tercer fenómeno que obliga a revisar la política industrial es el peso creciente de los factores de competitividad de carácter intangible: innovación, formación de los recursos humanos y tecnologías de la información son los determinantes de la iniciación y el mantenimiento del círculo de crecimiento. Gracias a su impulso, la naturaleza de los negocios está cambiando. Pasamos de una competencia basada en precios a otra basada en productos diferenciados y servicios a medida.

El proceso de innovación hay que entenderlo hoy en día como interactivo, sistémico e internacional, en el que hay que tener en cuenta los múltiples agentes que intervienen —empresas, proveedores, clientes, centros tecnológicos— y las diferentes funciones —I+D, calidad, ingeniería, marketing, producción, distribución. Este nuevo modelo de innovación exige instrumentos distintos a los tradicionales y, por tanto, la revisión en profundidad de la política tecnológica y de innovación del MINER.

III. ESTRATEGIA DE LA POLÍTICA DE APOYO A LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

El Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica que se propone se centra en tres ejes prioritarios:

1.º) Aumentar la capacidad de absorción tecnológica de las empresas.

2.º) Fortalecer los sectores y mercados de rápido crecimiento.

3.º) Acelerar la creación y desarrollo de las empresas de base tecnológica, especialmente las de elevada tecnología.

El apoyo a las empresas innovadoras se realizará a través de actuaciones e instrumentos de carácter horizontal, dirigidos a mejorar el entorno empresarial: formación para la innovación, información, asesoramiento y cooperación con las empresas, calidad y diseño, y mejora del marco fiscal y financiero. Además, se reorientará el conjunto de ayudas públicas poniendo el énfasis en el fomento de las inversiones empresariales en intangibles.

El fortalecimiento de los sectores de elevado crecimiento, determinantes, a su vez, del ritmo de crecimiento, la creación de empleo y la generación y difusión de las nuevas tecnologías, se realizará articulando, en profundidad, la política industrial y tecnológica; orientando, en mayor medida, las infraestructuras tecnológicas para dar respuesta a los problemas y desafíos de los sectores, fortaleciendo la cooperación interempresarial y reduciendo los obstáculos a la formación de alianzas y redes de cooperación. Por último, esta estrategia impulsará, a su vez, la participación en proyectos y programas de ámbito europeo, tales como el V Programa Marco, Eureka, etc. Esta estrategia se llevará a cabo con programas sectoriales específicos, de carácter temporal y selectivo.

El impulso a la creación y el desarrollo de empresas de base tecnológica es una estrategia fundamental de los países industriales más avanzados. Estas empresas encuentran graves dificultades para una financiación apropiada, fundamentalmente, de capital riesgo. Esta escasa disponibilidad es especialmente acusada en la fase de lanzamiento y arranque de las empresas. Fomentar la consolidación del capital riesgo, posibilitar la movilidad del personal científico y universitario hacia las empresas y promocionar a jóvenes empresarios deben constituir actuaciones prioritarias en este campo.

IV. LÍNEAS DE ACTUACIÓN DEL PROGRAMA DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Las actuaciones del Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica que permitirán su consecución serán las siguientes:

- Estimular la demanda tecnológica y aumentar la capacidad de absorción tecnológica de las empresas.

- Intensificar la capacidad de las empresas para utilizar y generar nuevas tecnologías.

• Fortalecer las estructuras de interfase con el fin de satisfacer la demanda empresarial con un criterio decididamente industrial.

• Fortalecer e impulsar la cooperación interempresarial y la generación de alianzas estratégicas.

• Apoyar la creación de nuevas empresas de base tecnológica.

• Impulsar sistemas de información y asesoramiento a las empresas.

• Promover una cultura de la innovación entre los agentes económicos.

• Establecer un marco jurídico, administrativo y reglamentario que permita eliminar los obstáculos a la innovación.

• Impulsar la dimensión internacional de la innovación.

V. PRINCIPIOS BÁSICOS DE ACTUACIÓN. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS

La nueva política industrial y el apoyo público a la innovación deben ir más allá de su actual identificación con el concepto de subvención. Una política moderna de apoyo a la innovación en España exige un planteamiento diferente, dentro de una perspectiva claramente europea, y con la utilización de instrumentos variados y novedosos que reduzcan el máximo posible de todos y cada uno de los obstáculos existentes a la mayor y mejor innovación.

El conjunto de instrumentos de apoyo debe articularse para fomentar un esfuerzo de innovación, por parte de las empresas, sostenido en el tiempo, y no tanto los esfuerzos coyunturales limitados a proyectos concretos. De esta forma, se consiguen mayores niveles de exigencia en esfuerzo tanto de I+D como de infraestructura y otras acciones innovadoras.

El elemento central que define la nueva instrumentación necesaria para promover la innovación es compartir riesgos. En este sentido, se necesita que sector público y sector privado, involucrados en el proceso de innovación, colaboren con el mismo objetivo de aumentarla y mejorarla. La innovación es un proceso que entraña incertidumbres difícilmente mensurables, pero de retornos muy positivos para el mantenimiento de la competitividad y la creación de empleo. La innovación, además, está sometida a notables imperfecciones o dificultades para su generación. Las empresas encuentran obstáculos de diversos tipos en su camino de producción de innovación. Por tanto, los instrumentos tienen que impulsar la eliminación de los obstáculos observados por las empresas, y ello supone facilitar el acceso a las competencias y habilidades necesarias para innovar, el acceso a los mercados para valorizar las innovaciones y el acceso a la financiación.

El conjunto de instrumentos que contiene este Plan pretende resolver el mayor número de obstáculos que dificultan el proceso innovador. Estos obstáculos, que podríamos agrupar en cuatro diferentes categorías (necesidad de formación, información, financiación y fiscalidad adecuadas para los distintos momentos de la innovación y los distintos tipos de empresas), son el objeto del conjunto de instrumentos diseñados por el MINER y cuya instrumentación se pondrá en práctica a partir del año 2000.

La síntesis de dichos instrumentos es la siguiente:

1. Instrumentos de formación

La innovación es un proceso que requiere fundamentalmente inversión en recursos humanos. Por ello, al objeto de conseguir incrementar el número de personas involucradas en generar nuevas ideas, desde el MINER se ha diseñado un conjunto de instrumentos que promuevan la cualificación del capital humano en las empresas y, al mismo tiempo, faciliten la capacidad de integración del personal formado en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo e Innovación Tecnológica recientemente aprobado.

Por todo ello, el MINER va a crear 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. Para ello, se

utilizarán los recursos humanos y materiales de dichos agentes implicados —centros de innovación, universidades, centros de formación profesional y otras instituciones y entidades colaboradoras— en un esquema de actuación promovido, integrado y coordinado por el Programa de Fomento de la Innovación Tecnológica.

Esta red tendrá como tareas la difusión del análisis de las necesidades locales en relación con los cambios que se efectúen en la organización de los recursos humanos y la tecnología, así como la difusión del conocimiento tecnológico, la adaptación de las técnicas y de los procesos, el conocimiento del mercado para la mejor satisfacción de la demanda y, desde luego, la invención y la investigación. La red se alimentará de información proporcionada por los análisis que realizará el observatorio de la innovación creado a tal efecto. El estudio de las necesidades es importante para definir un programa específico de formación a partir de tales estudios.

Esta red, además, promoverá, entre otros aspectos, los cursos más apropiados a las necesidades detectadas, organizará foros, conferencias y seminarios para difundir las posibilidades y necesidades de la formación, generará manuales que sirvan de estímulo e impronta para la generación apropiada de formación adaptada al entorno, y catalogará la oferta de formación en innovación para su difusión.

Todas estas medidas contemplan, por tanto, dos dimensiones básicas: la generación de entorno apropiado y los incentivos individuales para aprender a innovar.

En definitiva, para fortalecer la formación para la innovación se propone el desarrollo de instrumentos específicos que:

- Promuevan, faciliten y difundan acciones de formación, y las mejores prácticas innovadoras.
- Sensibilicen a las empresas sobre los aspectos relacionados con la innovación.
- Promuevan y faciliten las relaciones y la cooperación tecnológica en las empresas, y con los centros tecnológicos y otros organismos interfase.

2. Instrumentos de información e interrelación

La innovación depende de la información y, a su vez, la genera aunque mediante mecanismos complejos, inciertos e imperfectos. De ahí que aún quede mucho por hacer en el terreno de la política pública para difundir información pertinente sobre tecnologías e innovaciones y para incentivar el uso de la misma por parte, sobre todo, de las PYME. La prospectiva tecnológica, la vigilancia tecnológica, la auditoría tecnológica, el marketing tecnológico y la selección y evaluación de proyectos tecnológicos cobran aquí toda su fuerza.

Por otra parte, la innovación ha sido definida como un proceso sistémico y no-lineal en donde interactúan múltiples agentes. No es, claramente, un mero *output* del departamento de I+D. Por ello, es crucial reforzar los mecanismos de interacción entre los distintos agentes. Esto requiere actuaciones dentro de las empresas y en sus relaciones exteriores. En este sentido, es importante: *a)* fomentar el contacto entre la oferta tecnológica existente (centros e institutos tecnológicos, parques tecnológicos, centros de innovación,...) y la demanda empresarial; *b)* fortalecer la cooperación entre la propia oferta de manera que se potencien sus resultados, y *c)* favorecer los contactos entre las propias empresas, tanto entre las españolas como con las extranjeras, para potenciar los esfuerzos innovadores, y generar *clusters* de innovación y economías de aglomeración frente a la innovación.

Con la finalidad de contribuir a mejorar la información y la cooperación en materia de innovación, se propone el desarrollo de instrumentos que:

- Informen sobre el proceso de creación, crecimiento y mortalidad empresarial para facilitar la aparición de nuevas empresas innovadoras.
- Detecten los obstáculos que dificultan la dinámica del proceso innovador a escala empresarial y sectorial, centrando la atención en aquellos sectores y empresas de alta tecnología y de crecimiento rápido, integrando y relacionando el conjunto de factores de éxito de los que depende la innovación tecnológica.
- Favorezcan el encuentro entre la oferta y la 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 PYME de información sobre diferentes aspectos relativos a la innovación industrial y contribuyan a crear el efecto «cultura de la innovación», difundiendo opiniones que profundicen en las relaciones positivas existentes entre innovación tecnológica y competitividad.

• Diseñen un sistema de acreditación y certificación que permita cualificar a las empresas innovadoras para que tengan acceso prioritario a ayudas públicas existentes y a financiación externa preferencial.

• Incrementen la exportación de tecnología española, analizando nichos tecnológicos que posibiliten la implantación de empresas españolas en el exterior, y ayudando a que nuestras empresas adquieran tecnología en el exterior (adicionalidad empresarial).

3. Instrumentos de financiación

La filosofía subyacente en los instrumentos que se proponen se basa en la sustitución de las ayudas no retornables (subvenciones), como mecanismo básico de incentivo, por mecanismos que faciliten a las empresas el acceso a la financiación tanto de recursos propios como de recursos ajenos, completando los mercados financieros y compartiendo, desde el sector público, el riesgo que asumen las empresas a la hora de poner en marcha un proceso innovador.

Para incrementar los procesos de innovación, deben ofrecerse alternativas que faciliten su desarrollo a todos los niveles, incluyendo desde la promoción de empresas innovadoras, en sus primeras fases de desarrollo, hasta el fomento de las inversiones en I+D en empresas ya establecidas y de todos los tamaños.

a) *Apoyo a la capitalización de empresas*

Uno de los objetivos de este plan es el de apoyo a la creación y maduración de empresas de base tecnológica, facilitando su capitalización mediante la creación de fondos/líneas de capital riesgo que incentiven la participación de inversores privados en dichas empresas.

El fin que persigue el sector público con la creación de estos fondos/líneas es el de compartir riesgos con el sector privado y, en particular, con las empresas innovadoras, que son las más necesitadas de este tipo de financiación, cubriendo una parte de las potenciales minusvalías y/o una parte de las plusvalías, según el caso, facilitando el apalancamiento de recursos de inversores privados hacia este tipo de operaciones.

La financiación de capital riesgo surge, por tanto, para cubrir un importante hueco en el mercado de la financiación y, especialmente, para aquellos proyectos que tienen un riesgo añadido por su nivel de innovación, ya que la no muy alta rentabilidad provoca que no existan incentivos suficientes para el capital privado. Los proyectos innovadores son especialmente apropiados, por tanto, para ser financiados mediante capital riesgo, precisamente por esa «prima de riesgo» asociada obligatoriamente a toda innovación.

Estos fondos/líneas de capital riesgo inciden en el fortalecimiento de los recursos propios de las empresas de base tecnológica, al constatarse que los inversores privados de capital riesgo se concentran de forma casi exclusiva en la participación en empresas de dimensiones considerables, prestando una escasa atención tanto a la financiación del arranque de empresas como al apoyo a inversiones con mayores contenidos tecnológicos.

b) *Concesión de garantías*

El MINER pretende facilitar el acceso al endeudamiento para financiar inversiones en proyectos innovadores mediante la creación de una línea de garantías de apoyo a dichos procesos.

La innovación constituye un proceso con una prima de riesgo especial para la cual no hay cobertura suficiente en el mercado financiero

actual. Por tanto, el refuerzo del sistema de garantías y avales puede ser uno de los elementos dinamizadores necesarios para desarrollar la financiación cuando se trata de inversiones en innovación, flexibilizando este ministerio el instrumento financiero de apoyo a medida que aumenta el nivel de innovación y, por tanto, el nivel de riesgo.

c) *Instrumentos de financiación a proyectos y sectores estratégicos*

El MINER pretende articular una política tecnológica por la cual se apoyarán proyectos de innovación que surjan en sectores estratégicos por su rápido crecimiento y desarrollo tecnológico y fuerte demanda, por cuanto los desarrollos tecnológicos aquí alcanzados tienen un rápido efecto de difusión y dinamización en otros mercados, así como un fuerte impacto socioeconómico.

El objetivo de esta nueva política es el de identificar y acompañar a aquellas industrias con capacidad de liderazgo tecnológico, compartiendo con ellas el riesgo innovador mediante la concesión de préstamos privilegiados complementados con ayudas no retornables. El efecto *empuje* y el de *adicionalidad* que en estos casos ejercen las subvenciones resultan definitivos para inclinar favorablemente las decisiones de inversión de los agentes privados.

Asimismo, se fomentarán las relaciones de cooperación nacional y/o internacional, y la participación en proyectos europeos y españoles de carácter estructural que integren un porcentaje de valor añadido de PYME.

Algunos campos netamente industriales que están siendo objeto de atención prioritaria por parte del MINER, y para los cuales se están elaborando planes y programas de innovación tecnológica específicos, son los siguientes: aeronáutico, medio ambiente, espacial, ferroviario, máquina herramienta y biotecnología.

No puede olvidarse, además, que el MINER prestará especial atención al desarrollo de las industrias y tecnologías de la información, que constituyen elementos indispensables para conseguir la verdadera implantación de la Sociedad de la Información en nuestro país, objetivo irrenunciable de la Iniciativa Estratégica abordada por el Gobierno.

Finalmente, se fomentará también el desarrollo de tecnologías energéticas que contribuyan a la mejora del sector energético nacional, potenciando un mejor aprovechamiento de la energía, así como la diversificación y el fomento de energías «limpias».

d) *Instrumentos de financiación a la red de entidades de innovación*

Por último, y al objeto de catalogar y ordenar la oferta tecnológica existente en nuestro país, así como de potenciar a los centros de interfase, el MINER pretende colaborar en la financiación de sus planes de actuación anuales. Dichos planes de actuación incluirían actividades de fomento de la demanda de tecnología, difusión e información, estudios de viabilidad de proyectos tecnológicos y proyectos de demostración de I+D, así como promoción de la calidad y el diseño industrial y preparación de consorcios para proyectos de I+D de pequeñas empresas.

La apertura de nuevas medidas de apoyo e instrumentos financieros es uno de los elementos clave de la nueva política del MINER en esta materia. La filosofía consiste en proporcionar a las empresas innovadoras una financiación diferenciada en función del riesgo y del grado de innovación de sus proyectos, de forma que se logre la mayor eficiencia en la utilización de los recursos públicos, adaptando éstos a las necesidades reales de las empresas.

El MINER, con esta nueva política de innovación, pretende hacer un mayor uso de los préstamos en sustitución de una parte de las tradicionales subvenciones, dadas las ventajas de carácter financiero que ese tipo de ayudas tienen para las empresas —fortalecen la estructura de su pasivo—, así como de carácter presupuestario para el Estado —tienen un coste inferior.

4. Instrumentos fiscales

La política de innovación, si de verdad pretende ser eficaz, debe estar orientada a incentivar la

iniciativa del sector privado, pues la innovación pretende la incorporación a los procesos y productos de las novedades y descubrimientos científicos. Por ello, cualquier actuación de fomento focalizada en esta materia debe primar el esfuerzo inversor de las empresas, pero sin prejuzgar el contenido material de la innovación, permitiendo que sea cada agente, que es quien mejor conoce su posición competitiva y sus necesidades tecnológicas, el que decida en qué sentido quiere o necesita innovar.

Esta neutralidad es plenamente predicable respecto de los incentivos fiscales, ya que tienen un carácter general, afectan a las empresas innovadoras cualquiera que sea el ámbito material de su actividad y, según todos los indicadores, constituyen, en el caso español, la medida más incentivadora de la actividad innovadora.

COLABORADORES EN ESTE NÚMERO

ALONSO BORREGO, César. Doctor en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Realizó sus cursos de postgrado en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI). Master en Econometría y Economía Matemática por la London School of Economics. *Visiting scholar* en el Departamento de Economía del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Trabajó en el Servicio de Estudios del Banco de España. Ha colaborado en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS. Actualmente es profesor de Estadística y Econometría en la Universidad Carlos III de Madrid.

CASSIMAN, Bruno. Es actualmente profesor del Departamento de Economía y Empresa de la Universidad Pompeu Fabra. Es doctor por el Department of Managerial Economics and Decision Sciences de la J. L. Kellogg Graduate School of Management y es licenciado en Ingeniería Comercial por la Universidad Católica de Lovaina. Su línea de investigación actual se centra en los determinantes de la estrategia innovadora de una empresa, y en su interacción con las diversas políticas de innovación.

CRESPO GALÁN, Jorge. Licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense. Especialidad: organización industrial y crecimiento económico. Actualmente es ayudante de investigación en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS, y está realizando los cursos de doctorado en la Universidad Complutense.

DE LA FUENTE, Ángel. (Gijón, 1962). Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad de Pennsylvania. Actualmente es científico titular y vice-director del Instituto de Análisis Económico del CSIC, *assistant editor* de *Spanish Economic Review* y miembro de los consejos de redacción de *Investigaciones Económicas*, *Moneda y Crédito* y *Revista de Economía Aplicada*. Es autor de numerosos trabajos sobre economía del crecimiento y economía regional.

FERNÁNDEZ CARRO, José Remo. Nació en Madrid en 1968. Es licenciado en Sociología por la Universidad Complutense de Madrid, y maestro en Ciencias Sociales por el Instituto Juan March. Actualmente trabaja como investigador en el Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC, y como profesor asociado de Sociología de la Ciencia en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid.

FONFRÍA MESA, Antonio. Nació en Madrid en 1966. Es doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid. Es profesor de Economía Aplicada en el Departamento de Economía Aplicada II y secretario académico del Instituto de Análisis Industrial y Financiero de la misma Universidad. Sus líneas de investigación se centran en la innovación en las empresas, la política tecnológica y la internacionalización.

GARCÍA, Clara Eugenia. Es profesora del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Carlos III de Madrid. Con anterioridad ha trabajado como investigadora en la Universidad de California en Berkeley y en la Universidad Autónoma de Madrid. Sus principales líneas de investigación comprenden el estudio de los procesos de externalización de las actividades de servicios y descentralización organizativa; la innovación en la empresa, producción de conocimiento y aprendizaje organizativos, así como mecanismos de control en nuevas formas de organización. Ha publicado sus trabajos en revistas como *California Management Review, Science and Public Policy, Economía Industrial*, y en un buen número de monografías y obras colectivas tanto nacionales como internacionales.

GARCÍA CASTRILLO, Pedro. Profesor del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza.

GARCÍA OLAVERRI, Carmen. Licenciada en Ciencias Matemáticas y doctora en Economía por la Universidad de Zaragoza. Ha sido profesora de Fundamentos del Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza, y en la actualidad es profesora titular de Estadística en la Universidad Pública de Navarra.

GONZÁLEZ CERDEIRA, Xulia. Nacida en Vigo en 1967. Licenciada en Ciencias Económicas por la Universidad de Vigo en 1990. Doctora por la Universidad de Vigo en 1998. Profesora asociada de Economía Aplicada en la Universidad de Vigo. Colabora con el Programa Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública. Especializada en Economía Industrial, ha trabajado en temas de Investigación y Desarrollo.

HUERTA ARRIBAS, Emilio. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad del País Vasco. Becado por la Fundación Fullbright, obtuvo un Master en Economía por la Universidad de Minnesota. Ha sido profesor en las universidades de Zaragoza y Virginia (USA) . En la actualidad, es catedrático de Organización de Empresas en la Universidad Pública de Navarra.

ILZKOVITZ, Fabienne. M. A. en Econometría, Universidad Libre de Bruselas, 1982. Profesora de Política Económica Europea en la Universidad Libre de Bruselas. Jefe de la unidad «Mercado interno y mercados nacionales de bienes y servicios; política sobre competencias; análisis de la competitividad» de la Dirección General de Asuntos Económicos y Financieros, Comisión Europea.

JAUMANDREU BALANZÓ, Jordi. Nacido en Barcelona en 1952. Licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1982. Doctor por la Universidad Nacional de Educación a Distancia en 1987. Profesor titular (en excedencia) de Análisis Económico en la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Profesor asociado de la Universidad Carlos III de Madrid. Director del Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública (PIE-FEP). Especializado en Microeconomía y Economía Industrial.

LAFUENTE FÉLEZ, Alberto. Es catedrático de Comercialización e Investigación de Mercados de la Universidad de Zaragoza, presta servicios en el Departamento de Economía y Dirección de Empresas de la misma Universidad.

MARTÍ PELLÓN, José. Es profesor titular del Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III de la Universidad Complutense de Madrid desde 1998, ocupándose desde 1992 de la dirección del Master en Gestión Financiera. Sus publicaciones se refieren a temas financieros, con especial dedicación a la financiación mediante capital riesgo. Desde 1986, publica informes anuales sobre esta actividad, que constituyen la referencia de la evolución del sector en España para los operadores y para la Asociación Europea de Capital Riesgo (EVCA). Es autor de quince libros y monografías, así como de numerosos artículos en revistas especializadas, de divulgación y prensa diaria.

MARTÍN GONZÁLEZ, Carmela. Nació en Madrid, en 1952. Catedrática de Economía Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro del Comité Ejecutivo de la E.A.R.I.E. (European Association of Research on Industrial Economics). Asesora de la Dirección General II (Asuntos Económicos y Financieros) de la Comisión de las Comunidades Europeas. Complementa sus actividades docentes e investigadoras en la Universidad con la dirección del Departamento de Estudios Europeos en la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas.

MARTÍNEZ-ROS, Ester. Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales (Universidad Autónoma de Barcelona), Master en Economía (University College de Londres). Doctora en Economía (Universidad Autónoma de Barcelona). Ha sido ayudante de investigación en la Fundación Empresa Pública (1990-1995). Actualmente es profesora titular del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Carlos III de Madrid.

MOLERO ZAYAS, José. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense. Catedrático de Economía Aplicada y Director del Departamento de Economía Aplicada II en esa Universidad. Consultor de organismos internacionales y nacionales en temas de desarrollo industrial y cambio tecnológico. Sus líneas de investigación preferentes son la economía del cambio técnico, empresas multinacionales y desarrollo industrial comparado, temas sobre los que ha publicado varios libros. También es autor de numerosos artículos en revistas científicas de España e internacionales.

MOGENSEN, Ulrik. Master en Economía por el Instituto de Economía de la Universidad de Copenhague, Dinamarca. Asesor Jefe del Ministerio de Comercio e Industria, Copenhague, Dinamarca.

MONTAÑÉS BERNAL, Antonio. Profesor del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza.

PAZÓ MARTÍNEZ, Consuelo. Nacida en Vigo en 1965. Licenciada en Ciencias Económicas por la Universidad de Vigo en 1987. Doctora por la Universidad de VIgo en 1994. Profesora titular de Universidad de Fundamentos del Análisis en la Universidad de Vigo. Colabora con el Programa Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública. Especializada en Economía Industrial.

PIQUÉ, Josep. Licenciado y doctor en Ciencias Económicas y Empresariales (Universidad de Barcelona), también licenciado en Derecho. Ha sido profesor titular de Teoría Económica en la Universidad de Barcelona y ha trabajado en el Servicio de Estudios de «La Caixa». Fue Director General de Industria de la Generalidad de Cataluña y ha sido Presidente Ejecutivo de ERCROS. También fue Presidente del Círculo de Economía hasta que en 1996 fue nombrado Ministro de Industria y Energía.

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, Diego. Nació en Las Palmas de Gran Canaria en 1967. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense de Madrid, donde imparte clases desde 1991. En la actualidad es profesor titular de Escuela Universitaria del Departamento de Economía Aplicada II. Asimismo, es miembro del Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública desde 1990.

RODRÍGUEZ ROMERO, Luis. Es actualmente vocal del Consejo de Administración de la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico. Catedrático de Economía Aplicada de la Universidad Carlos III de Madrid, en la que ha sido Vicedecano Encargado de la Licenciatura de Economía, director del Master de Economía Industrial y Director del «Aula Fundesco» de Economía de las Telecomunicaciones. Es autor de un amplio número de libros y artículos en revistas profesionales sobre aspectos relacionados con el análisis *input-output* y sus aplicaciones, cambio técnico y política tecnológica, Economía Industrial y regulación (sector energético y telecomunicaciones).

SALAS FUMÁS, Vicente. Nació en Albelda (Huesca) en 1951. Doctor en Economía por la Universidad de Purdue (Indiana). Actualmente es Catedrático de Organización de Empresas en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza. Premio Rey Jaime I de Economía, 1992.

SÁNCHEZ, Paloma. Catedrática de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Representa a España en el Comité de Política Científica y Tecnológica de la OCDE desde hace 15 años. Fue presidenta de dicho Comité entre los años 1990 y 1993. Fue nombrada Eisenhower Exchange Fellow en 1998. Dirige el Programa Master en Ciencia, Tecnología y Sociedad que se desarrolla en la UAM en el marco de la European Interuniversity Association on Society, Science and Tecnology. Es técnico comercial y economista del Estado en situación de excedencia.

SANZ GRACIA, Fernando. Profesor del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza.

SANZ LABRADOR, Ismael. Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Complutense. Entre 1994 y 1995 estudió en la Tesnische Universität Berlin (Alemania), con el programa de intercambio ERASMUS. Ha realizado los cursos de doctorado en la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es ayudante de investigación en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS.

SANZ MENÉNDEZ, Luis. Es investigador en el Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC en Madrid. Ha sido profesor en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid, así como investigador visitante en el Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de California en Berkeley. Sus

áreas de investigación se relacionan con el estudio de las políticas de ciencia, tecnología e innovación y de los sistemas de investigación e innovación, desde una perspectiva basada en el análisis institucional y organizativo. Ha trabajado en actividades promovidas y financiadas por la OCDE, la Comisión Europea, COST, la Fundación Europea de la Ciencia (ESF), la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos, la CICYT, etc. Ha publicado diversos libros y artículos en revistas como *Research Evaluation, Science and Public Policy, International Journal of Technology Management, Sociología del Trabajo, Ciudad y Territorio, Arbor,* y *Revista del Centro de Estudios Constitucionales.*

SERRANO ANTÓN, Fernando. Profesor titular de Derecho Financiero y Tributario de la Universidad Complutense de Madrid. Senior Research Associate, International Bureau of Fiscal Documentation, Amsterdam, Holanda. Autor de diversas monografías y artículos sobre Derecho Tributario y conferenciante en distintos foros nacionales e internacionales. Premio extraordinario de doctorado en Derecho Público por la Universidad Complutense de Madrid. Premio de la Asociación Española de Asesores Fiscales, Edición 1995.

VELÁZQUEZ ANGONA, Francisco Javier. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Complutense (Premio extraordinario de tesis doctoral, 1998). Es profesor ayudante en el Departamento de Economía Aplicada II de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense, e investigador en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS. Ha sido becario (1989-1990) y ayudante de investigación (1990-1992) en el Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública. Ha sido profesor invitado en el I, II y III Master de Análisis Económico y Economía Financiera, organizados por el ICAE (Instituto Complutense de Análisis Económico) de la Universidad Complutense. Madrid, 1994, 1995 y 1997).

CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS

CAJA DE AHORROS DEL MEDITERRÁNEO. Alicante.
CAJA DE AHORROS DE ÁVILA. Ávila.
MONTE DE PIEDAD Y CAJA GENERAL DE AHORROS DE BADAJOZ. Badajoz.
CAJA DE AHORROS Y PENSIONES DE BARCELONA «LA CAIXA». Barcelona.
CAJA DE AHORROS DE CATALUÑA. Barcelona.
BILBAO BIZKAIA KUTXA. Bilbao.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DEL CÍRCULO CATÓLICO DE OBREROS DE BURGOS. Burgos.
CAJA DE AHORROS MUNICIPAL DE BURGOS. Burgos.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE EXTREMADURA. Cáceres.
CAJA DE AHORROS Y PRÉSTAMOS DE CARLET. Carlet (Valencia).
CAJA DE AHORROS DE VALENCIA, CASTELLÓN Y ALICANTE (BANCAJA). Castellón.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE CÓRDOBA (CAJASUR). Córdoba.
CAJA DE AHORROS DE GALICIA. La Coruña.
CAJA DE AHORROS DE CASTILLA-LA MANCHA. Cuenca.
CAIXA D'ESTALVIS DE GIRONA. Girona.
CAJA GENERAL DE AHORROS DE GRANADA. Granada.
CAJA DE AHORRO PROVINCIAL DE GUADALAJARA. Guadalajara.
CAJA PROVINCIAL DE AHORROS DE JAÉN. Jaén.
CAJA ESPAÑA DE INVERSIONES. CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD. León.
CAJA DE AHORROS DE LA RIOJA. Logroño.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE MADRID. Madrid.
MONTE DE PIEDAD Y CAJA DE AHORROS DE RONDA, CÁDIZ, ALMERÍA, MÁLAGA Y ANTEQUERA (UNICAJA). Málaga.
CAJA DE AHORROS COMARCAL DE MANLLEU. Manlleu (Barcelona).
CAIXA D'ESTALVIS DE MANRESA. Manresa (Barcelona).
CAJA DE AHORROS LAYETANA. Mataró (Barcelona).
CAJA DE AHORROS DE MURCIA. Murcia.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE ONTINYENT. Ontinyent (Valencia).
CAJA DE AHORROS PROVINCIAL DE ORENSE (CAIXA OURENSE). Orense.
CAJA DE AHORROS DE ASTURIAS. Oviedo.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE LAS BALEARES. Palma de Mallorca.
CAJA INSULAR DE AHORROS DE CANARIAS. Las Palmas de Gran Canaria.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD MUNICIPAL DE PAMPLONA. Pamplona.
CAJA DE AHORROS DE NAVARRA. Pamplona.
CAJA DE AHORROS DE POLLENSA. Pollensa (Baleares).
CAJA DE AHORROS PROVINCIAL DE PONTEVEDRA. Pontevedra.
CAIXA D'ESTALVIS DE SABADELL. Sabadell (Barcelona).
CAJA DUERO. Salamanca.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE GIPUZKOA Y SAN SEBASTIÁN. San Sebastián.
CAJA GENERAL DE AHORROS DE CANARIAS. Santa Cruz de Tenerife.
CAJA DE AHORROS DE SANTANDER Y CANTABRIA. Santander.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE SEGOVIA. Segovia.
MONTE DE PIEDAD Y CAJA DE AHORROS DE HUELVA Y SEVILLA. Sevilla.
CAJA SAN FERNANDO DE SEVILLA Y JEREZ. Sevilla.
CAIXA D'ESTALVIS DE TARRAGONA. Tarragona.
CAJA DE AHORROS DE TERRASSA. Terrassa (Barcelona).
CAJA DE AHORROS MUNICIPAL DE VIGO (CAIXAVIGO). Vigo (Pontevedra).
CAIXA D'ESTALVIS DEL PENEDÉS. Vilafranca del Penedés (Barcelona).
CAJA DE AHORROS DE VITORIA Y ALAVA (CAJAVITAL). Vitoria.
CAJA DE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD DE ZARAGOZA, ARAGÓN Y RIOJA (IBERCAJA). Zaragoza.
CAJA DE AHORROS DE LA INMACULADA DE ARAGÓN. Zaragoza.

PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS

Últimos números publicados:

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

N.º 78/79. Empresa: Balance fin de siglo.
N.º 80. Regiones y ciudades. Convergencia en clave europea.

PERSPECTIVAS DEL SISTEMA FINANCIERO

N.º 65. La reforma de los mercados de valores.
N.º 66. El sistema financiero ante el nuevo siglo.

ECONOMÍA DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

N.º 17. Extremadura.
N.º 18. Madrid.

CUADERNOS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA

N.º 148/149. Coyuntura y empleo.
N.º 150. Distribución de la renta. Una aproximación.

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

Regulación de las entidades de crédito en España, de Joaquín Latorre.

En INTERNET: http://www.funcas.ceca.es/



FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS
PARA LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL
Juan Hurtado de Mendoza, 19. 28036 Madrid. Teléf. 91 350 44 00
suscrip@funcas.ceca.es

AÑO 1999

Deseo suscribirme a:

- ☐ *Papeles de Economía Española* ..... 8.500 Ptas.
- ☐ Números sueltos ..... 2.550 Ptas.
- ☐ *Perspectivas del Sistema Financiero* ..... 7.500 Ptas.
- ☐ Números sueltos ..... 2.250 Ptas.
- ☐ *Cuadernos de Información Económica,* un año ..... 10.500 Ptas.
- ☐ Números sueltos ..... 1.400 Ptas.
- ☐ Regulación de las entidades de crédito en España (un ejemplar) ..... 6.000 Ptas.

El pago lo efectuaré:

☐ Contra reembolso del primer envío ☐ Giro postal núm. ..... ☐ Cheque bancario

Nombre o razón social .....
Profesión, actividad o Departamento .....
Domicilio ..... Teléfono .....
Ciudad ..... C. P. ..... Provincia o país .....
Fecha .....

☐ Domiciliación bancaria

Muy Sres. míos: Ruego carguen hasta nuevo aviso los recibos que les presentará LA FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS a mi nombre en la siguiente Cuenta Corriente o Libreta de Ahorros:

Firma o sello,

Entidad	Oficina	DC	Núm. de Cuenta

Para mayor rapidez envíe su pedido por FAX: 91 350 80 40

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Últimos números publicados

1998

N.º 143 *Rentabilidad, estructura de mercado y eficiencia en el sector bancario español*
Joaquín Maudos

N.º 144 *The Nature and Causes of Intra-Industry Trade: Back to the Comparative Advantage Explanation? The Case of Spain*
Vicente Blanes y Carmela Martín

N.º 145 *Fundamentos teóricos del gobierno de empresas. Una aplicación a las empresas españolas (1991-96)*
Mónica Melle Hernández

N.º 146 *Un análisis empírico de las diferencias salariales por actividades económicas, por sexo y entre sector público y privado*
Jaume García, Pedro Jesús Hernández y Ángel López

1999

N.º 147 *Convergencia en la productividad horaria sectorial de los países de la UE, EE.UU. y Japón*
José María Maté Rubio

N.º 148 *El impacto de la ampliación de la UE en la política de cohesión económica y social*
Ismael Sanz Labrador

N.º 149 *Realizing the gains from electronic payments: costs, pricing, and payment choice*
David Humphrey, Moshe Kim y Bent Vale

N.º 150 *Efectos del comportamiento diferencial de las empresas industriales extranjeras sobre los niveles de producción y empleo españoles*
Francisco J. Velázquez

N.º 151 *La inversión de los fondos de pensiones: comparación del caso español y la situación internacional*
Joan Montllor i Serrats y
M.ª Antonia Tarrazón Rodón

N.º 152 *Capital público y productividad: un enfoque sectorial*
Melchor Fernández y Clemente Polo

N.º 153 *Determinants of bilateral foreign direct investment flows in the OECD, with a closer look at the former communist countries*
Carmela Martín y Francisco J. Velázquez

N.º 154 *Determinants of net trade flows in the OECD: new evidence with special emphasis on the case of the former communist members*
Carmela Martín y Francisco J. Velázquez


9 778402 109102