

Los esfuerzos tecnológicos en el sistema productivo español: evaluación y comparación con otros países europeos

CAMACHO, JOSÉ A. y RODRÍGUEZ, M.

Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Granada.

Campus Universitario de Cartuja s/n. C.P. 18071 Granada. Teléfono: +34 958249920; Fax: +34 958244046.

E-mail: jcamacho@ugr.es; m_rodrig@ugr.es

RESUMEN

En el entorno económico actual, calificado como “Economía basada en el conocimiento”, la innovación se ha convertido en una actividad clave en la práctica totalidad de las actividades productivas, siendo la ejecución de actividades de I+D un input esencial. El objetivo de este trabajo es examinar qué actividades son las más se esfuerzan tecnológicamente dentro del sistema productivo español desde una doble perspectiva: directa (esfuerzos propios en I+D) e indirecta (adquisición de I+D incorporado a través de las compras de consumos intermedios a otras ramas de actividad), comparando al mismo tiempo la situación española con la existente en otros cinco países europeos: Alemania, Dinamarca, Francia, Países Bajos y el Reino Unido. Para ello se aplica la modificación del modelo input-output desarrollada por Papaconstantinou et al. (1998) a datos provenientes de tres bases estadísticas de la OCDE: STAN, ANBERD y base input-output 2002.

Palabras clave: Esfuerzo tecnológico, I+D incorporado, industrias, input-output.

Technological efforts in the Spanish production system. Aassessment and comparison with other European countries

ABSTRACT

In the current economic environment, called “Knowledge-based Economy”, innovation has become a key activity in almost any industry, being the performance of R&D activities an essential input. The aim of this paper is to examine which industries carry out greater technological efforts within the Spanish production system, from a double perspective; direct (own R&D efforts) and indirect (acquisition of product-embodied R&D through intermediate consumption). We also compare the Spanish situation with those existent in five other European countries: Germany, Denmark, France, the Netherlands and the United Kingdom. For doing so, we apply the modified input-output model introduced by Papaconstantinou et al. (1998) to data from three statistical OECD databases: STAN, ANBERD and input-output database 2002.

Keywords: Technological effort, incorporated R&D, industries, input-output.

Códigos J.E.L.: O31, C67.

Artículo recibido en mayo de 2005 y aceptado para su publicación en julio de 2005.

Artículo disponible en versión electrónica en la página www.revista-eea.net, ref.: E-23304.

ISSN 1697-5731 (online) – ISSN 1133-3197 (print)

1. INTRODUCCIÓN

La innovación se ha convertido hoy en día en una necesidad para países, individuos y empresas. Los rápidos avances tecnológicos, en conjunción con un entorno cada vez más dinámico y globalizado, facilitan la transmisión de conocimiento e información, pero al mismo tiempo demandan un volumen creciente de capacidades y habilidades. En este entorno en constante cambio las empresas, que son las protagonistas por excelencia del proceso de innovación tanto desde la perspectiva de la financiación y el compromiso de recursos como de la ejecución de actividades (Buesa et al., 2002), son los agentes más afectados. Lejos ya del viejo modelo de asimilación e introducción de tecnologías e innovaciones desarrolladas por otros, hoy por hoy se reconoce sin dudas que las empresas españolas se enfrentan al reto de desarrollar sus propias innovaciones, ya sea mediante la creación de laboratorios propios de I+D o a través de la cooperación con otras instituciones del sistema de innovación (centros públicos de I+D, universidades...).

La cuestión que se plantea de modo inmediato es, en consecuencia, conocer cuáles son los factores principales que afectan al desarrollo de la innovación. Pavitt (1998), recogiendo los resultados obtenidos por Abramovitz (1986) y Fagerberg (1994), señala que existen tres elementos clave que explican el mayor o menor éxito innovador de los diferentes países:

- 1) La inversión en maquinaria y bienes de equipo, que incide sobre el grado en que el potencial productivo nacional puede incorporar los avances tecnológicos más recientes.
- 2) El gasto en educación y formación, que determina la capacidad para utilizar y mejorar dicha maquinaria y los bienes de equipo.
- 3) El gasto en I+D, que condiciona las posibilidades de “catching-up”.

Entrando de modo más concreto en la tradicional distinción entre innovación básica e innovación aplicada y en los factores que afectan a cada una de ellas, podemos afirmar que en la *innovación básica* (que engloba la invención de nuevos productos y procesos) elementos como la inversión en I+D y la acumulación de capital humano son prerequisites indispensables, aunque también juegan un papel esencial otros aspectos como la calidad de las instituciones que la apoyan, en especial la infraestructura de conocimiento (universidades, laboratorios,...), la existencia de un entorno empresarial adecuado o el desarrollo de una política económica favorable al mercado (fomento de la competencia, protección de la propiedad intelectual, etc.).

No obstante, a pesar de su innegable importancia, la mayor parte de la innovación que se lleva a cabo en las empresas es *innovación aplicada* (aquella que tiene lugar cuando se desarrollan nuevos productos o procesos, o cuando las tecnologías existentes se usan en un nuevo contexto o de un modo nuevo). Al igual que en el caso de la innovación básica, la innovación aplicada también se ve favorecida por las inver-

siones en I+D y el capital humano. Además, la inversión en maquinaria y en bienes de equipo y la presencia de vínculos globales sólidos son importantes para la adopción de nuevos procesos y técnicas innovadoras. Finalmente, es necesario subrayar que el apoyo institucional proporciona una retroalimentación positiva al proceso de innovación.

De esta forma, y a pesar de que los factores que afectan a la innovación parecen ser “comunes” para las distintas actividades productivas, no ocurre lo mismo cuando nos referimos al grado de esfuerzo en innovación. Por ello durante los últimos años se han elaborado taxonomías de muy diversa índole que han tratado de recoger estos rasgos diferenciales, adscribiendo las industrias a diferentes categorías, según su mayor o menor carácter innovador. Entre todas ellas es necesario destacar, por su carácter pionero, la establecida por el profesor Pavitt en 1984.

Keith Pavitt (1984), utilizando datos relativos a más de 2000 innovaciones en Gran Bretaña, y partiendo en cierto modo, como él mismo afirmaría más tarde (Pavitt, 1999), de la triple distinción de Adam Smith de las fuentes del cambio tecnológico (productores y usuarios, maquinaria y “filósofos” (científicos)), desarrolló una taxonomía sectorial ya clásica, en la que distinguía entre sectores productores y usuarios de innovación, identificando cuatro grandes grupo de actividades productivas:

- **Sectores “dominados por la provisión”:** Este grupo incluye los textiles, el vestido, la piel, la edición y la impresión y los productos de la madera. En él predominan las innovaciones de proceso y las oportunidades de innovación provienen principalmente de la adquisición de bienes de capital y maquinaria, así como de la compra de inputs intermedios procedentes de empresas cuya actividad principal se sitúa fuera de estos sectores. El proceso de innovación es básicamente un proceso de difusión de los bienes de capital de “mejor práctica” y de inputs intermedios con un alto contenido tecnológico.
- **Sectores intensivos en escala:** Este grupo comprende la industria de equipo de transporte, algunos bienes eléctricos de consumo duraderos, las manufacturas de metal, la alimentación y parte de la industria química, del vidrio y del cemento. En este grupo las innovaciones realizadas son tanto de producto como de proceso y las economías de escala son significativas. En cuanto al proceso innovador, suelen ser las propias empresas las que desarrollan gran parte del mismo, destinando un porcentaje relativamente elevado de sus recursos a la innovación y llegando incluso a integrarse verticalmente. Dentro de este grupo podemos establecer una doble distinción, en función de la naturaleza del proceso de producción, entre industrias basadas en el ensamblaje (normalmente caracterizadas por una automatización taylorista/fordista, como los vehículos a motor y bienes eléctricos de consumo duraderos) e industrias de proceso continuo (cemento, algunos productos alimenticios).
- **Proveedores especializados:** Este grupo engloba los instrumentos mecánicos y de ingeniería. Las actividades innovadoras se plasman principalmente en el desa-

rollo de innovaciones de producto y las empresas, que suelen ser relativamente pequeñas, operan en estrecho contacto con sus usuarios e incorporan conocimiento especializado en el diseño y la construcción de bienes de equipo. Las oportunidades tecnológicas son generalmente elevadas y a menudo explotadas a través de actividades “informales” de mejora de diseños, introducción de nuevos componentes, etc.

- **Sectores basados en la ciencia:** Este grupo incluye las industrias electrónicas y la mayor parte de las industrias químicas. En él la innovación es a menudo fruto de avances científicos, y por ello gran parte de sus innovaciones de producto sirven de base para el desarrollo de innovaciones en otros sectores, bien como bienes de capital, bien como consumos intermedios. Las actividades de innovación suelen estar formalizadas en laboratorios de I+D, y las empresas suelen ser relativamente grandes.

Como conclusión de este esfuerzo clasificador, su autor extrae dos características centrales de la innovación y de las empresas innovadoras: en primer lugar, la mayor parte del conocimiento aplicado por las empresas en el proceso innovador no es conocimiento general fácilmente reproducible y transmisible, sino específico. En otras palabras, lo que las empresas pueden hacer tecnológicamente en un futuro está fuertemente condicionado por lo que han sido capaces de hacer en el ámbito de la tecnología en el pasado. La segunda característica es la heterogeneidad: los sectores varían en la importancia relativa de las innovaciones de producto y de proceso, en las fuentes de la tecnología de proceso y en los patrones de diversificación tecnológica.

Siguiendo esta línea de análisis, el objetivo de este trabajo es profundizar en el conocimiento de este segundo aspecto de la innovación tecnológica en las empresas: la heterogeneidad. En particular se pretende identificar qué ramas de actividad son las que más se esfuerzan tecnológicamente, desde un punto de vista tanto directo como indirecto, dentro del sistema productivo español. De forma complementaria se examina si existen o no características comunes con respecto a otros cinco sistemas productivos europeos: Alemania, Dinamarca, Francia, Países Bajos y el Reino Unido. La variable proxy del esfuerzo tecnológico que se emplea es el gasto en I+D. Aunque son de sobra conocidas las limitaciones del gasto en I+D, no es menos cierto que existe una estrecha relación entre dicho indicador y otras variables que recogen el dinamismo y la evolución de las empresas, como es el caso de la productividad. Así por ejemplo, para el caso de España dos estudios recientes confirman la existencia de efectos positivos de la inversión en I+D sobre la productividad tanto total como del trabajo¹: Mañez et al. (2004) y Maté y Rodríguez (2002). En el trabajo de

1. Ambos análisis utilizan como fuente de datos la Encuesta sobre Estrategias Empresariales. En el caso de Mañez et al. (2004) los datos se refieren al período 1991-1998, mientras que en el trabajo de Maté y Rodríguez se examina el período 1993-1999.

Mañez et al. (2004) empleando contrastes no paramétricos y el concepto de distancia estocástica se concluye que aquellas empresas que más invierten en I+D muestran mayores niveles de productividad total de los factores. De forma complementaria, Maté y Rodríguez (2002) estiman la existencia de un efecto positivo de la inversión en I+D sobre la productividad del trabajo, que se sitúa en torno al 22.5%. Se infiere así que el esfuerzo en I+D incide, además de en la actuación innovadora de las empresas, en su crecimiento y potencial de desarrollo. Por tanto, la evaluación del esfuerzo en I+D es interesante no sólo desde la perspectiva estricta de la innovación, sino de cara a la evolución futura de las empresas. Una matización importante es que a la hora de cuantificar el esfuerzo total en I+D debemos tener en cuenta no sólo el esfuerzo directo (es decir, el gasto en I+D que lleva a cabo la propia rama de actividad), sino también el esfuerzo indirecto (esto es, el I+D que se adquiere de forma “indirecta”, y en nuestro caso aquel I+D que se obtiene en las compras intermedias realizadas por otras ramas de actividad).

La estructura empleada en el trabajo es la siguiente. La segunda sección se destina a describir la metodología empleada para el cálculo de las intensidades tecnológicas directas e indirectas. En una tercera sección se describen las fuentes estadísticas utilizadas. Los resultados obtenidos se comentan en la cuarta sección, que elabora un “ranking” de innovación por ramas de actividad para España, y efectúa comparaciones con respecto a la ordenación obtenida el resto de países europeos examinados. Finalmente, en un último apartado se resumen las conclusiones más relevantes alcanzadas.

2. Metodología

La metodología para el cálculo de la adquisición de tecnología “incorporada” tiene como punto de partida el trabajo seminal de Terleckyj (1974) y otros investigadores Davis (1982, 1988), Scherer (1982), que fueron los primeros en construir flujos de tecnología a partir de matrices input-output, trabajos que han sido continuados y ampliados más recientemente por otros estudiosos del input-output y de la innovación (Sakurai et al., 1993; Papaconstantinou et al., 1998; Amable y Palombarini, 1998; Drejer, 1999, 2000).

El concepto de tecnología “incorporada” se basa en el hecho de que los flujos intersectoriales de bienes y servicios que tienen lugar en el mercado pueden considerarse como vehículos a través de los cuales se transfiere la tecnología. La utilización de las tablas input-output viene justificada por el hecho de que ayudan a recoger los flujos intersectoriales de conocimiento que de otro modo no serían observables. Dentro del marco input-output pueden distinguirse dos tipos de ganancias tecnológicas: tecnología incorporada (a través de los consumos intermedios, de la adquisición de bienes de equipo y de las importaciones) y contenida en la demanda final (demanda

final doméstica y exportaciones), aspecto este último introducido por Davis (1988). En este trabajo examinamos el primer tipo de ganancia tecnológica². Aunque lo ideal sería poder cuantificar las tres grandes fuentes de tecnología incorporada, la no disponibilidad de matrices de flujos de capital, así como los supuestos restrictivos (y a menudo poco realistas) que lleva asociada de modo ineludible la evaluación de los flujos de bienes y servicios exteriores, ocasiona que nos ocupemos únicamente de la tecnología incorporada a través los consumos intermedios domésticos, empleando para ello la metodología introducida por Papaconstantinou et al. (1998) y que se describe a continuación.

Tomando un país dado, la ecuación de equilibrio de la producción bruta en un sistema abierto y estático de input-output puede describirse:

$$X = A^d \cdot X + F^d + E \quad (1)$$

donde X es el vector de output bruto, A^d es la matriz doméstica de coeficientes input-output, F^d es el vector de demanda final doméstica y E es el vector de exportaciones.

Si resolvemos la ecuación de equilibrio doméstico para X , obtenemos la producción de equilibrio que satisface la demanda final:

$$X = (I - A^d)^{-1} \cdot [F^d + E] \quad (2)$$

Como medida del carácter innovador, definimos la intensidad directa en innovación como el gasto en I+D entre la producción bruta de la rama i :

$$r_i = \frac{R_i}{X_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

Combinando la ecuación (2) con la (3), el vector de I+D incorporado doméstico T^d , puede definirse pre-multiplicando la ecuación (2) por la matriz diagonalizada de coeficientes sectoriales de innovación (3), de modo que obtenemos:

$$T^d = \hat{r}X = \hat{r}(I - A^d)^{-1}[F^d + E] \quad (4)$$

2. Una aproximación alternativa puede encontrarse en el trabajo de García et al. (2002), donde se analizan los cambios en los requerimientos de inputs intermedios como instrumento para medir el incremento del contenido tecnológico.

donde el sombrero (\hat{r}) denota que se trata de una matriz diagonal cuyos elementos son los correspondientes al vector r .

La ecuación (4) relaciona el I+D doméstico incorporado con los componentes de la demanda final (demanda final doméstica, F^d , y exportaciones, E). En nuestro análisis nos centramos únicamente en el primero de los componentes: la demanda final doméstica. Definimos el *I+D doméstico incorporado total por unidad de demanda final en la rama de actividad j* de la siguiente forma:

$$rf_j = \sum_{i=1}^n r_i b_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

donde b_{ij} los son los elementos de la inversa de Leontief $B = (I - A^d)^{-1}$. Dado que la suma de la j -ésima columna de la inversa de Leontief, B , mide el efecto total (directo e indirecto) sobre la producción doméstica cuando la demanda final del j -ésimo sector varía una unidad, la ecuación (5) proporciona la cantidad total de I+D incorporado por unidad de demanda final de la rama j .

No obstante, el cálculo del I+D incorporado a través de la compras intermedias domésticas realizadas por la rama de actividad j es ligeramente distinto a lo mostrado en la ecuación (5). Tal y como señalan Papaconstantinou et al. (1998), la explicación de este fenómeno es muy sencilla: el multiplicador de Leontief tradicional nos dice cuánto I+D se incorpora directa e indirectamente en una unidad de demanda final del sector j , pero no cuánto I+D está incorporado en la producción bruta de dicha rama. Es por ello que la medición del I+D incorporado por cada rama de actividad debe definirse desde el punto de vista del output, para resolver la cuestión anterior. La modificación del modelo estándar de Leontief puede hacerse fácilmente, empleando una matriz inversa ajustada B^* .

Definimos A_{-j}^d como la matriz A^d sin la fila ni la columna correspondiente al sector j , y a_j^d como el j -ésimo vector columna de la matriz A^d menos la j -ésima fila, especificándose el vector b_j como:

$$b_j = (I - A_{-j}^d)^{-1} a_j^d \quad (6)$$

El vector definido anteriormente nos indica cuántos consumos intermedios de todos de los sectores excepto del sector j son necesarios para producir una unidad de producto en el sector j . La matriz B^* se define entonces como $B^* = [b'_1, b'_2, \dots, b'_n]$, donde b_j los vectores son los vectores con un 0 en la j -ésima fila.

Empleando los elementos de la matriz B^* , el I+D incorporado a través de los consumos intermedios domésticos por parte de la industria j o esfuerzo innovador indirecto, EI_j^d , puede calcularse como sigue:

$$EI_j^d = \sum_{i \neq j}^{n-1} r_i b_{ij}^* X_j \quad (7)$$

La utilización de los multiplicadores de Leontief modificados en lugar de los tradicionales elimina el problema de la doble contabilización, de forma que el esfuerzo tecnológico de cada rama de actividad (utilizando como variable proxy el gasto en I+D) puede definirse como la suma del gasto en I+D realizado por la propia rama (esfuerzo tecnológico directo) y del I+D incorporado en los inputs intermedios (esfuerzo tecnológico indirecto). Como es natural, estos multiplicadores basados en el output son menores o iguales a los multiplicadores tradicionales de Leontief, ya que el proceso de propagación interindustrial se reduce al excluir la industria j . Esto es, mientras que el uso de los multiplicadores tradicionales de Leontief no puede evitar la doble contabilización de la incorporación de I+D de la industria j , la utilización de estos multiplicadores corregidos nos permite definir de modo exacto el esfuerzo tecnológico de la industria j mediante la suma del esfuerzo tecnológico directo que realiza verdaderamente la industria, R_j , y el I+D incorporado a través de la compra de inputs intermedios, EI_j^d .

3. FUENTES ESTADÍSTICAS

Con respecto a los datos utilizados, son tres las fuentes estadísticas principales empleadas en este trabajo: la base analítica de gastos empresariales en investigación y desarrollo (ANBERD), la base de análisis estructural (STAN) y la base input-output de la OCDE 2002.

La ANBERD proporciona datos homogéneos sobre I+D empresarial. Su ventaja principal reside en la eliminación de inconsistencias a la hora de efectuar comparaciones internacionales y de interrupciones en las series temporales. La STAN incluye datos anuales sobre producción, trabajo, inversión y comercio internacional, y está basada en la clasificación industrial estándar internacional ISIC. Rev. 3. Finalmente, aunque la OCDE input-output database 2002 aún no ha sido publicada de modo oficial, contiene datos para 14 países: el G7, Australia, Países Bajos, Dinamarca, Finlandia, Grecia, Noruega y España, disponibles desde el año 2002 en el sistema de información on-line de la OCDE (OLIS). Las tablas suministradas por los distintos

Tabla 1. Clasificación por ramas de actividad (ISIC. Rev. 3)

<i>Códigos ISIC, Rev.3</i>	<i>Descripción</i>
15+16	Alimentos, bebidas y tabaco
17...19	Industria textil, confección y peletería
20	Industria de la madera y el corcho
21+22	Papel, edición y artes gráficas
23	Coquerías, refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares
24-2423	Industria química (excepto productos farmacéuticos)
2423	Productos farmacéuticos
25	Productos de caucho y materias plásticas
26	Otros productos minerales no metálicos
271+2731	Hierro y acero
28	Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo
29	Maquinaria y equipo
30	Máquinas de oficina y equipos informáticos
31	Maquinaria y material eléctrico
32	Equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones
33	Equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión, óptica y relojería
34	Vehículos a motor, remolques y semi-remolques
351	Construcción y reparación de barcos y navíos
353	Material de transporte aéreo
352+359	Material de transporte por vía férrea
36	Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras ¹
40+41	ELECTRICIDAD, AGUA Y GAS
45	CONSTRUCCIÓN
50...52	Comercio al por mayor y al por menor, reparaciones
60...63	Transporte y almacenamiento
64	Correos y telecomunicaciones
72	Informática y actividades conexas
73	Investigación y desarrollo
74	Otros servicios a empresas ²

¹ Incluye: 37 Reciclaje;² Incluye: 70 Actividades inmobiliarias y 71 Alquiler de maquinaria y equipo

países se han armonizado a un nivel de desagregación de 42 ramas, y se refieren, en la mayor parte de los casos, al año 1995. No obstante, como se ha reconocido (Ahmad, 2002), existen todavía inconsistencias entre las tablas input-output y otros agregados económicos provenientes de la contabilidad nacional de los diferentes países, en especial con los equivalentes de valor añadido y producción empleados en la STAN, incluso después de realizar los ajustes correspondientes a las operaciones de intermediación financiera. Así por ejemplo, en 1997 la producción bruta de la construcción en EE.UU. es de 944 miles de millones de dólares en las tablas input-output,

mientras que el equivalente en las estimaciones de la STAN es de 603 miles de millones de dólares. Por esta razón en este trabajo hemos optado por emplear las tablas input-output únicamente para calcular los multiplicadores de output, y utilizar los datos suministrados por la STAN para calcular las intensidades en I+D.

La homogeneización de las clasificaciones proporcionadas por las tres bases de datos ha dado como resultado un total de 29 ramas, se muestran en la tabla 1.

4. ESFUERZOS TECNOLÓGICOS DIRECTOS E INCORPORADOS: RESULTADOS EMPÍRICOS

Como se ha señalado en la sección anterior, el esfuerzo tecnológico de una rama de actividad o esfuerzo "total" (tal y como se ha definido en este trabajo) engloba tanto el gasto que la propia rama realiza en actividades de I+D (esfuerzo "directo") como aquel I+D que se adquiere a través de la compra de inputs intermedios a otras ramas de actividad (esfuerzo "indirecto"). Siguiendo este desglose, en la tabla 2 se muestran los esfuerzos tecnológicos totales, directos e indirectos de las ramas de actividad que conforman el sistema productivo español para el año 1999.

El primer rasgo a destacar es la existencia de una elevada correspondencia a la realización de esfuerzos propios a I+D y la adquisición de I+D incorporado. De esta forma, si tomamos las 10 ramas con intensidades en I+D más altas, éstas se encuentran también entre las 10 ramas que más I+D incorporado en los productos adquieren, salvando 3 casos: el de las ramas de informática y actividades conexas e investigación y desarrollo (que dada su naturaleza de actividades terciarias se orientan más hacia la provisión de consumos intermedios que hacia la adquisición), y la rama de productos farmacéuticos.

Tan solo en 4 de las 29 ramas para las que se han realizado los cálculos el I+D incorporado es superior al esfuerzo propio en I+D. Se trata, como es lógico, de ramas donde la intensidad en innovación es muy reducida: transporte y almacenamiento, comercio, industria de la madera y el corcho y construcción. En todas ellas el gasto en I+D en porcentaje de la producción no alcanza ni tan siquiera el 0,17%.

En definitiva, tomando en cuenta tanto esfuerzos directos como indirectos, las cinco ramas más dinámicas desde el punto de vista tecnológico en el sistema productivo español en 1999 son, tal y como se muestra en la tabla 1: el material de transporte aéreo, la investigación y desarrollo, los equipos y aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones, los productos farmacéuticos y la construcción y reparación de barcos y navíos.

Una vez examinados estos resultados cabe plantearse dos cuestiones. En primer lugar: ¿son estas ramas que ocupan las posiciones tecnológicas de cabeza en España las mismas que más innovan en otros países europeos?, y, en segundo lugar, aún siendo las ramas las mismas, ¿son los esfuerzos tecnológicos desarrollados por el

Tabla 2. Esfuerzos tecnológicos de las ramas de actividad españolas, 1999

	<i>Total</i>	<i>Orden</i>	<i>Directo</i>	<i>Indirecto</i>
Alimentos, bebidas y tabaco	0,164	25	0,118	0,046
Industria textil, confección y peletería	0,248	22	0,188	0,060
Industria de la madera y el corcho	0,139	27	0,031	0,108
Papel, edición y artes gráficas	0,204	23	0,138	0,066
Coquerías, refinado de petróleo y tratamiento de combustibles	0,333	20	0,272	0,061
Industria química (excepto productos farmacéuticos)	0,844	13	0,688	0,156
Productos farmacéuticos	3,581	4	3,432	0,149
Productos de caucho y materias plásticas	0,644	15	0,554	0,090
Otros productos minerales no metálicos	0,377	19	0,222	0,155
Hierro y acero	0,520	17	0,322	0,198
Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	0,433	18	0,218	0,215
Maquinaria y equipo	1,280	11	1,060	0,221
Máquinas de oficina y equipos informáticos	2,391	7	2,159	0,233
Maquinaria y material eléctrico	1,307	10	1,109	0,198
Equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	4,968	3	4,708	0,260
Instrumentos médico-quirúrgicos, ópticos y de precisión	2,024	8	1,700	0,323
Vehículos a motor, remolques y semi-remolques	0,776	14	0,581	0,195
Construcción y reparación de barcos y navíos	2,721	5	2,354	0,367
Material de transporte aéreo	13,039	1	12,710	0,328
Material de transporte por vía férrea	2,560	6	2,219	0,341
Fabricación de muebles, otras industrias manufactureras ¹	0,524	16	0,354	0,170
ELECTRICIDAD, AGUA Y GAS	0,280	21	0,192	0,087
CONSTRUCCIÓN	0,166	24	0,007	0,160
Comercio al por mayor y al por menor, reparaciones	0,114	28	0,020	0,093
Transporte y almacenamiento	0,105	29	0,003	0,102
Correos y telecomunicaciones	1,071	12	1,007	0,064
Informática y actividades conexas	1,450	9	1,344	0,106
Investigación y desarrollo	7,864	2	7,747	0,117
Otros servicios a empresas ²	0,159	26	0,104	0,055

Fuente: ANBERD, STAN y base input-output 2002.

sistema productivo español de magnitud similar a los llevados a cabo en otros sistemas productivos europeos?

Para tratar de dar respuesta a estas preguntas en la tabla 3 se muestran los esfuerzos tecnológicos totales (resultado de sumar esfuerzos directos e indirectos) por ramas de actividad en España junto a los de otros cinco países europeos: Alemania, Dinamarca, Francia, Países Bajos y el Reino Unido. Al objeto de facilitar la interpretación de los resultados se han incluido columnas que muestran la posición relativa de cada rama dentro del sistema productivo en términos de esfuerzo tecnológico (columnas “orden”).

Comenzando por la coincidencia o no de ramas de actividad “tecnológicamente intensivas”, podemos comprobar como existe una elevada homogeneidad en cuanto a esfuerzos innovadores. De esta forma, si tomamos las cinco ramas líderes en los diferentes países observamos como, por ejemplo, los productos farmacéuticos que ocupaban la cuarta posición en España se sitúan en la posición de cabeza en Francia y el Reino Unido, y muestran el segundo puesto en Dinamarca.

Las industrias de material de transporte, que se situaban, en el caso de la industria de material de transporte aéreo, en la primera posición, y en el caso de la construcción y reparación de barcos y navíos en la quinta posición en España, muestran también posiciones de cabeza en el resto de países: así, el material de transporte aéreo ocupa el tercer y segundo puesto en Francia y el Reino Unido, respectivamente y la rama de construcción y reparación de barcos y navíos (que incluye también al resto de industrias de material de transporte en este caso) ocupa la segunda posición en Alemania.

Esta homogeneidad en cuanto a la calificación de ciertas actividades productivas como altamente innovadoras ya ha sido constatada en trabajos anteriores, como el elaborado por Papaconstantinou et al. en 1998, donde se calculaban las intensidades tecnológicas teniendo en cuenta los tres elementos anteriormente descritos en la sección de metodología: gasto propio en I+D, I+D incorporado en los consumos intermedios e I+D incorporado en los bienes de capital (teniendo en cuenta tanto flujos domésticos como importados). En dicho trabajo se examinaban diez países de la OCDE: Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido. Tomando los resultados obtenidos para aquellos países incluidos en nuestro trabajo: Alemania, Dinamarca, Países Bajos y Reino Unido (todos ellos referidos al año 1990), se observa cómo, en general, el liderazgo innovador se mantiene a lo largo del tiempo, aunque con ligeras variaciones, destacando de modo especial la relevancia adquirida en los últimos años por determinadas ramas de servicios, y más concretamente por las ramas de investigación y desarrollo y de informática y actividades conexas. En el caso de la investigación y el desarrollo alcanza la posición de cabeza en Dinamarca y se sitúa en la tercera posición en Alemania y el Reino Unido. En cuanto a la informática y actividades conexas, aunque no llega a encontrarse entre las cinco ramas líderes (salvo en Dinamarca, que ocupa el quinto puesto) si muestra una posición relativamente elevada en gran parte de los sistemas productivos europeos examinados (novena posición en Alemania y octava en los Países Bajos). Parece confirmarse, por tanto, que las taxonomías de la innovación no sufren grandes alteraciones con el paso del tiempo, y así la industria química (y más en concreto los productos farmacéuticos) o las ramas vinculadas a los bienes de equipo y la electrónica siguen siendo “basadas en la ciencia”, mientras que actividades como los alimentos, las bebidas y el tabaco, la industria textil o la de la madera continúan estando “dominadas por la provisión”, y realizando escasos esfuerzos en innovación, tal y como señaló Pavitt hace ya más de 20 años.

Tabla 3. Comparación de los esfuerzos tecnológicos totales en España y otros cinco países europeos, 1999

	Alemania		Dinamarca		España		Francia		Países Bajos		Reino Unido	
	Valor	Orden	Valor	Orden	Valor	Orden	Valor	Orden	Valor	Orden	Valor	Orden
Alimentos, bebidas y tabaco	0,446	21	0,718	18	0,164	25	0,570	21	0,773	14	0,681	19
Industria textil, confección y peletería	1,137	13	0,562	20	0,248	22	0,510	22	0,599	18	0,381	23
Industria de la madera y el corcho	0,423	23	0,560	21	0,139	27	0,400	24	0,276	24	n.d.	n.d.
Papel, edición y artes gráficas	0,448	20	0,377	23	0,204	23	0,350	25	0,382	21	n.d.	n.d.
Coquerías, refino de petróleo y trat. de combustibles	0,503	18	n.d.	n.d.	0,333	20	1,161	16	0,487	19	1,964	13
Industria química (excepto productos farmacéuticos) [†]	5,504	6	3,106	8	0,844	13	2,477	9	2,474	5	2,656	10
Productos farmacéuticos	n.d.	n.d.	16,426	2	3,581	4	9,846	1	n.d.	n.d.	23,018	1
Productos de caucho y materias plásticas	2,134	10	2,245	12	0,644	15	2,326	10	1,032	11	0,838	16
Otros productos minerales no metálicos	1,203	12	0,876	14	0,377	19	1,327	12	0,602	17	0,800	17
Hierro y acero [*]	0,975	16	2,411	10	0,520	17	1,094	18	2,150	6	0,712	18
Productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1,027	14	0,839	15	0,433	18	0,736	20	0,721	16	0,583	20
Maquinaria y equipo	2,819	8	3,391	7	1,280	11	2,293	11	2,802	3	2,377	11
Máquinas de oficina y equipos informáticos	5,554	5	6,028	4	2,391	7	4,380	5	57,723	1	1,117	15
Maquinaria y material eléctrico	1,880	11	2,758	9	1,307	10	3,367	7	2,740	4	2,812	9
Equipos y aparatos de radio, televisión y comun.	13,434	1	5,229	6	4,968	3	9,747	2	0,835	13	5,236	5
Instr. médico-quirúrgicos, ópticos y de precisión	6,341	4	8,255	3	2,024	8	7,165	4	5,662	2	4,757	6
Vehículos a motor, remolques y semi-remolques [*]	5,387	7	2,276	11	0,776	14	3,288	8	1,812	7	3,540	7
Construcción y reparación de barcos y navíos [*]	10,800	2	n.d.	n.d.	2,721	5	1,297	13	0,952	12	2,824	8
Material de transporte aéreo ^{**}	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13,039	1	8,280	3	1,134	9	8,939	2
Material de transporte por vía férrea	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,560	6	3,621	6	n.d.	n.d.	6,051	4
Fabricación de muebles, otras industrias manufac.	1,018	15	0,986	13	0,524	16	1,142	17	n.d.	n.d.	0,549	21
ELECTRICIDAD, AGUA Y GAS	0,441	22	0,329	24	0,280	21	1,166	15	0,244	25	0,489	22
CONSTRUCCIÓN	0,561	17	0,641	19	0,166	24	0,494	23	0,333	22	0,255	25
Comercio al por mayor y al por menor, reparaciones	0,279	24	0,836	16	0,114	28	n.d.	n.d.	0,425	20	n.d.	n.d.
Transporte y almacenamiento [▲]	0,483	19	0,792	17	0,105	29	0,896	19	0,176	26	1,562	14
Correos y telecomunicaciones	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,071	12	n.d.	n.d.	0,760	15	n.d.	n.d.
Informática y actividades conexas	2,388	9	5,588	5	1,450	9	1,230	14	1,675	8	2,246	12
Investigación y desarrollo	7,206	3	21,606	1	7,864	2	0,237	26	1,052	10	7,496	3
Otros servicios a empresas	0,163	25	0,550	22	0,159	26	n.d.	n.d.	0,322	23	0,257	24

Fuente: ANBERD, STAN y base input-output 2002.

[†]Incluye productos farmacéuticos en Alemania.^{*}Incluye metales no ferrosos en Francia.^{**}Incluye construcción y reparación de barcos y navíos, material de transporte aéreo y material de transporte por vía férrea en Dinamarca.^{***}Incluye material de transporte aéreo y material de transporte por vía férrea en Alemania.[▲]Incluye material de transporte por vía férrea en los Países Bajos.[▲]Incluye correos y telecomunicaciones en Alemania, Dinamarca y el Reino Unido.

Entrando en la segunda de las cuestiones, la magnitud de los esfuerzos tecnológicos, se observa cómo las intensidades tecnológicas totales son en general inferiores en España, exceptuando algunas de las ramas líderes, como la investigación y el desarrollo, donde el esfuerzo tecnológico es ligeramente superior al realizado por la rama en Alemania o el Reino Unido. Una forma sencilla de constatar este retraso tecnológico es calcular la media de los esfuerzos tecnológicos de las diferentes actividades productivas. Mientras que en Dinamarca, Países Bajos y Reino Unido la media se sitúa por encima del 3 por ciento (3,6; 3,4 y 3,3; respectivamente), y en Alemania y Francia por encima del 2,5 por ciento (2,9 en Alemania y 2,7 en Francia), en España la media se sitúa muy por debajo, en el 1,7 por ciento, siendo, asimismo, la variabilidad (medida ésta por la desviación típica) la más reducida (2,77).

5. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido, en primer lugar, identificar qué actividades productivas son las que más se esfuerzan tecnológicamente en la economía española, tanto desde un punto de vista directo o tradicional, esto es, teniendo en cuenta el gasto propio en I+D, como desde una perspectiva indirecta, a través de la adquisición de I+D incorporado en las compras intermedias a otras ramas de actividad. Empleando datos referentes al año 1999, las industrias líderes en esfuerzo tecnológico dentro del sistema productivo español son el material de transporte aéreo, la investigación y desarrollo, los equipos y aparatos de radio, televisión y telecomunicaciones, los productos farmacéuticos y la construcción y reparación de barcos y navíos.

En segundo lugar, se ha confirmado cómo existe una alta coincidencia en cuanto a las ramas de actividad que más esfuerzos destinan a innovación en los países europeos examinados: la industria farmacéutica, junto a ramas vinculadas a la fabricación de material de transporte y a la fabricación de determinados tipos de maquinaria y bienes de equipo. La novedad con respecto a análisis anteriores (como el realizado con datos de 1990 por Papaconstantinou et al. (1998)), es la inclusión en este "club de industrias tecnológicas" de actividades terciarias, como son los servicios de I+D.

No obstante, a pesar de esta coincidencia entre ramas tecnológicamente avanzadas, los esfuerzos realizados en los distintos países son de magnitudes diferentes. En particular, la comparación de España con otros países europeos ha puesto de manifiesto la existencia de un notable retraso innovador en las empresas españolas, que dedican comparativamente un volumen de recursos muy reducido a la investigación y el desarrollo tecnológico.

Se concluye, por tanto, de los resultados obtenidos, la necesidad de fomentar la realización de actividades conducentes a la innovación en las empresas españolas, prestando una atención especial a las actividades de servicios, que parecen revelarse como una nueva fuente tecnológica con un elevado potencial de crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVITZ, M. (1986) Catching up, forging ahead and falling behind, *Journal of Economic History*, 46, pp. 385-406.
- AHMAD, N. (2002) The OECD input-output database, artículo presentado en la 14th International Conference on Input-Output Techniques. Montreal, Canadá.
- AMABLE, B., PALOMBARINI, S. (1998) Technical change and incorporated R&D in the service sector, *Research Policy*, 27, pp. 655-675.
- BUESA, M.; BAUMERT, T.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ, M. (2002) Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas, *Economía Industrial*, 347, pp. 67-84.
- DAVIS, A.L. (1982) Technology Intensity of US Output and Trade, International Trade Administration, U.S. Department of Commerce.
- DAVIS, A.L. (1988) Technology Intensity of U.S. Canadian and Japanese Manufactures Output and Exports, International Trade Administration, U.S. Department of Commerce.
- DREJER, I. (1999) Technological change and interindustrial linkages – introducing knowledge flows in input-output analysis, PhD thesis, Department of Business Studies, Aalborg University.
- DREJER, I. (2000) Comparing Patterns of Industrial Interdependence in National Systems of Innovation-A Study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States, *Economic Systems Research* 12, pp. 377-399.
- FAGERBERG, J. (1994) Technology and international differences in growth rates, *Journal of Economic Literature*, pp. 1147-1175.
- GARCÍA, A.; PALMA, L.; POMARES, I. (2002) La difusión tecnológica en la industria andaluza. Un análisis a partir de las tablas input-output, *Economía Industrial*, 347, pp. 85-98.
- MAÑEZ, J.A.; RICÓN, A.; ROCHINA, M.E.; SANCHÍS, J.A. (2004) Productividad e I+D: un análisis no paramétrico. *Revista de Economía Aplicada* 36, pp. 1-39.
- MATÉ, J.J.; RODRÍGUEZ, J.M. (2002) Crecimiento de la productividad e inversión en I+D: un análisis empírico de las empresas manufactureras españolas, *Economía Industrial*, 347, pp. 99-110.
- PAPACONSTANTINO, G., SAKURAI, N., WYCKOFF, A. (1998) Domestic and international product-embodied R&D diffusion, *Research Policy*, 27, pp. 301-314.
- PAVITT, K. (1984) Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, *Research Policy*, 13, pp. 343-73.
- PAVITT, K. (1998) The inevitable limits of EU R&D funding, *Research Policy*, 27, pp. 559-568.

- PAVITT, K. (1999) *Technology, management and systems of innovation* (Cheltenham, Edward Elgar Publishing).
- SAKURAI, N., WYCKOFF, A.W., PAPAConstantinou, G. (1993) *Technology Diffusion: Tracing the Flows of Embodied R&D in Eight OECD Countries*, artículo presentado en la 10th International Conference on Input-Output Techniques, Sevilla, España.
- SCHERER, F.M. (1982) *Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth*, *The Review of Economics and Statistics*, 64, pp. 627-634.
- TERLECKYJ, N. (1974) *Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study* (Washington, National Planning Association).