

---

# IMPACTO DEL CAPITAL TECNOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL.

## UN ANÁLISIS POR PAÍSES (\*).

.....

CARMEN LÓPEZ PUEYO

JAIME SANAU VILLARROYA

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Zaragoza

**ESTE TRABAJO CONSISTE EN UNA APLICACIÓN DE LAS RECIENTES TEORÍAS DEL CRECIMIENTO A LOS SECTORES INDUSTRIALES DE LA UNIÓN EUROPEA Y ESTADOS UNIDOS. PRETENDE PONER DE MANIFIESTO LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO**

103

del capital tecnológico en la producción de estos países, así como establecer comparaciones y pautas de comportamiento entre ellos. Asimismo, contrasta la existencia de externalidades del capital tecnológico entre países, siguiendo los últimos avances en el ámbito de los modelos de crecimiento.

Las especificaciones estimadas parten de la función de producción Cobb-Douglas, a la que posteriormente se incorpora el capital tecnológico propio de cada país, y otra variable que aproxima el capital tecnológico foráneo, intentando captar las

externalidades tecnológicas procedentes de otros países. Los resultados confirman, tanto la necesidad de ampliar la función de producción tradicional como la existencia de peculiaridades nacionales, que justifican la idoneidad de trabajar de forma individualizada por países. Conviene señalar también la inclusión de España en el análisis comparado como otra de las principales contribuciones del trabajo.

El cambio técnico es una de las principales fuentes de crecimiento económico. Nuevos procesos consiguen aumentar la

producción por unidad de *input* mientras nuevos productos crean nuevos mercados permitiendo el crecimiento de la producción. Sin embargo, el consenso existente sobre este hecho desde las más variadas corrientes económicas, ya sean clásicas, neoclásicas, *keynesianas* o *shumpeterianas*, contrasta con el relativo escaso interés que ha suscitado hasta las dos últimas décadas en la mayor parte de la literatura económica. Para Freeman (1998), ésta ha sido una de las continuas paradojas de la teoría económica, cuyas explicaciones más frecuentes han sido la consideración de la empresa como «una caja negra» y de

la tecnología como «maná caído del cielo», la falta de datos cuantitativos, y la preocupación de los economistas por el empleo y el ciclo económico.

## CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y ANTECEDENTES

Las aportaciones seminales de Abramovitz (1956) y de Solow (1957) fueron las primeras en cuantificar la importancia del crecimiento no explicado por los factores tradicionales, residuo cuyo origen se atribuyó al cambio técnico. Este hallazgo impulsó trabajos empíricos para encontrar el origen del aumento en la productividad, los cuales se desarrollaron siguiendo la contabilidad del crecimiento aplicada por el primero de los autores antes citados, o la aproximación de Solow (1957), basada en el desarrollo teórico formal de la función de producción.

En el primer caso, se trató de incorporar la mayor parte de progreso tecnológico a través de cambios cualitativos dentro de los propios factores, como en Jorgenson y Griliches (1967), o de reducir la parte inexplicada correspondiente al residuo a través de la incorporación de otras variables explicativas, tal y como lo hizo Denison (1962, 1967). En el segundo caso, autores como Chenery *et al.* (1970) y Feder (1986) estimaron funciones de producción neoclásicas con datos de sección cruzada nacionales, incorporando variables como los cambios en la estructura sectorial u otras variables representativas de distintos tipos de desequilibrios existentes dentro de los países.

Durante esta época se mantuvo el tratamiento de bien público para la tecnología, hipótesis que llevaba a largo plazo a la convergencia de los países en niveles de renta. La experiencia de algunos países tras la Segunda Guerra Mundial apoyaba la importancia de la transferencia de tecnología desde Estados Unidos para entender los procesos de *catch-up*. Sin embargo, la teoría económica se manifestaba incapaz de explicar por qué otros países no alcanzaban la convergencia con el líder. Conforme la historia del desarrollo econó-

mico mostraba las peculiaridades de los patrones de crecimiento ligados a diferencias económicas, institucionales, sociales y culturales entre los países fue perdiendo credibilidad el libre acceso al conocimiento disponible. Estas peculiaridades son las que podrían integrarse en un concepto amplio de «sistema nacional de innovación», que incluiría mucho más que una red de instituciones de soporte a la I+D. Adicionalmente, incluiría el entramado de relaciones entre empresas, los sistemas de incentivos y *apropiabilidad*, las relaciones laborales, el sistema de educación nacional, las tradiciones culturales y un amplio rango de instituciones y políticas gubernamentales.

La incorporación de la capacidad tecnológica dentro de la función de producción comienza su andadura con entidad propia a partir de Griliches (1979), trabajo en el que se explicitan sus señas de identidad, los problemas que entraña y los estudios previos realizados. Asimismo, señala la importancia y necesidad de cuantificar para un mismo país las externalidades tecnológicas entre sectores. Posteriormente, en Griliches (1984) se recogen diversos trabajos de este tipo, aplicados a distintos países y con diversos niveles de desagregación. Su carácter desagregado, al trabajar a nivel empresas o sectores, le diferencia de los modelos de crecimiento de naturaleza macroeconómica. Sin embargo, tal como señala Romer (1994), se trata de dos líneas complementarias, por el énfasis que ponen en el crecimiento económico como un resultado endógeno del sistema económico. En este estudio se va a aprovechar esta complementariedad, aplicando a nivel desagregado (sectorial) variables que han sido utilizadas en aplicaciones de modelos de crecimiento con objeto de captar las externalidades internacionales del capital tecnológico (1).

Ahondando en las diferencias económicas entre los países industrializados, Archibugi y Pianta (1998) y Wolff (1997) presentaron evidencia empírica sobre importantes diferencias entre los sectores de relativa fortaleza o debilidad, mostrando una estable y, al mismo tiempo, creciente especialización tecnológica de tales países en los últimos veinte años. Simultáneamente, observaron que esta divergencia en el patrón tecnológico se atenúa al contemplar los

esfuerzos tecnológicos a nivel agregado de cada país y que se había tornado en una débil convergencia en la década de 1980. Paralelamente, estos países mostraban una significativa convergencia en términos de PIB *per cápita*. Esta asimetría en el comportamiento de los indicadores tecnológicos y económicos (renta por habitante) indujo a pensar en el papel de los flujos comerciales, la inversión extranjera, los acuerdos de cooperación y todo tipo de mecanismos de globalización como fuente adicional de crecimiento, ya señalada por Grossman y Helpman (1991).

De acuerdo con Grossman y Helpman (1991), los niveles de productividad de los países están interrelacionados por el efecto que sobre éstos tiene el comercio, al estimular:

- a) La utilización de una gama más amplia de productos intermedios y bienes de capital.
- b) La apertura de canales de comunicación que incentivan el aprendizaje de nuevos métodos de producción, diseño de productos, métodos de organización y condiciones de mercado.
- c) Los contactos internacionales que permiten copiar y adaptar tecnologías foráneas.
- d) El aumento en la productividad de un país en el desarrollo de nuevas tecnologías o la imitación de las tecnologías foráneas.

De todo ello se deriva, que comerciar con un país que tiene un elevado *stock* de conocimiento tecnológico permite a otros países beneficiarse más en términos de bienes que puedan importar y de conocimientos directos que puedan adquirir. Parece, por consiguiente, interesante añadir a la función de producción una variable de capital tecnológico internacional que tenga en cuenta estas consideraciones.

Coe y Helpman (1995) fueron los primeros autores que así lo hicieron. Para el período 1970-1990, y trabajando con economías totales y con el *stock* tecnológico internacional —calculado como suma del *stock* de los veintinueve países de la OCDE (más Israel)—, estos autores obtuvieron unos valores de la elasticidad de la producción respecto del capital tecnológico

internacional de 0,133-0,158 para Holanda; Dinamarca 0,091-0,094; 0,067-0,093 para Suecia; Finlandia 0,079-0,088; Reino Unido 0,063-0,081; 0,056-0,077 para Alemania; 0,046-0,067 para Italia; 0,045-0,067 para Francia; 0,043-0,063 para España, y 0,016-0,033 para EE UU (2). Se trataba de valores que, paradójicamente, excedían el valor de la elasticidad del capital tecnológico propio de cada país.

Este estudio despertó un gran interés y al mismo tiempo suscitó críticas e intentos de superación, pudiendo afirmar que la mejora en la especificación de este tipo de variables es una tarea pendiente en la literatura internacional. Las críticas surgidas son de dos tipos. Un primer tipo alude a la especificación de la variable cuyo parámetro intenta captar las mencionadas externalidades internacionales, y se centran, como Hejazi y Safarian (1999), en la necesidad de considerar no sólo el comercio sino también la inversión extranjera directa como canal de transmisión internacional de los cambios en la productividad o en el sistema de ponderación. Por ejemplo, Keller (1998), replicando a Coe y Helpman, con un patrón de ponderación aleatorio e incluso prescindiendo de ponderación, obtiene unos valores estimados de las externalidades internacionales similares e incluso mayores. De ahí deriva la necesidad de considerar adicionalmente mecanismos de difusión de tecnología no incorporada en bienes intermedios o de capital, y la no exactitud de los resultados cuantitativos de Coe y Helpman (1995).

Por su parte, Lichtenberg y van Pottelsberghe de la Potterie (1998) critican la existencia de dos sesgos en este trabajo: los de agregación e *indiciación*. Con el sesgo de agregación se refieren a la dependencia que el valor del *stock* de capital tecnológico internacional calculado por Coe y Helpman (1995) tiene respecto al nivel de agregación de los individuos (en su caso, de los países). Por otro lado, demuestran la existencia de un sesgo de *indiciación*, por el que se sobrevaloran las externalidades. Este sesgo aparece porque Coe y Helpman (1995) introducen todas sus variables en forma de índices respecto a un año base, salvo la tasa de apertura del país receptor, que interactúa con el *stock* tecnológico internacional. Lichtenberg y van Pottelsberghe de la Potterie



(1998) replican a Coe y Helpman (1995) trabajando en niveles y demuestran cómo la tasa de apertura, al variar con el tiempo, no puede ser absorbida por las constantes y se traduce en una sustancial disminución de las externalidades, no siendo significativamente diferentes de cero.

El segundo tipo de críticas a las que se aludía es de naturaleza econométrica, e indica la imposibilidad de hacer inferencia con los estimadores MCO (aunque sean «superconsistentes») que utilizan Coe y Helpman (1995) en un *pool* de datos de panel, al seguir una distribución normal con media distinta de cero. En este sentido, Kao, Chiang y Chen (1999) replican al trabajo de estos autores con distintos métodos de estimación: MCO corregidos de sesgo, estimadores completamente modificados y MCO dinámicos. Los signos de las elasticidades estimadas por Kao, Chiang y Chen suelen coincidir con los de Coe y Helpman (1995), pero cuantitativamente existen grandes discrepancias, llegando incluso a la no significatividad estadística del capital tecnológico foráneo. Sin embargo, Frantzen (1998), aplicando MCO dinámicos a un período más amplio (desde mitad del decenio de 1960) y reestimando para sucesivos subperíodos, obtiene que las externalidades tecnológicas internacionales han ido disminuyendo y que tuvieron su «edad de oro» en la década de 1960 y en los primeros años del decenio siguiente.

Por lo expuesto, se ha considerado conveniente estimar funciones de producción por países partiendo de observaciones desagregadas a nivel sectorial, utilizando una versión ampliada en la que, junto con el capital tecnológico propio de cada sector y país, se incluye una variable que mide las externalidades del capital tecnológico de otros países. Se pretende evaluar si la elasticidad de la producción respecto al capital tecnológico propio y los efectos desbordamiento del capital tecnológico foráneo difieren entre los diversos países considerados. El resto del trabajo se organiza de la siguiente forma. En el apartado segundo se especifica una función de producción ampliada y se estima para distintos países de la OCDE. El epígrafe tercero presenta las principales conclusiones que pueden extraerse de la investigación. Se incluye, finalmente, un anexo en el que se explica detalladamente la medición de las variables y las fuentes estadísticas utilizadas.

## ESPECIFICACIÓN DEL MODELO, ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Siguiendo el método de Solow, se parte de la siguiente especificación:

$$Q_{ijt} = Ae^{\lambda t} K_{ijt}^{\alpha} L_{ijt}^{\beta} R_{ijt}^{\gamma_1} S_{ijt}^{\gamma_2} \varepsilon^{ijt} \quad [1]$$

donde Q indica el volumen de valor añadido; i denota el sector productivo; j, el país; t, el período temporal, en este caso, el año; A es una constante;  $\lambda$ , el progreso técnico autónomo; K, el capital físico; L, el trabajo; R, el capital tecnológico propio; S, el capital tecnológico de otros países;  $\varepsilon$ , una perturbación aleatoria; y,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma_1$  y  $\gamma_2$  las elasticidades de la producción con respecto al capital físico, al trabajo, al capital tecnológico propio (sectorial) y ajeno, con las que se mide la contribución relativa de cada uno de estos factores al valor añadido.

La especificación Cobb-Douglas presenta, al menos, tres ventajas. Primera, al haber sido habitualmente utilizada en los modelos convencionales de crecimiento, facilita la comparación de los resultados con los de otras investigaciones. Segunda, no exi-

CUADRO 1  
ANÁLISIS DESCRIPTIVO  
SPPA 1990

	EE UU		Alemania		Francia		Italia		R. Unido		España		Holanda		Suecia		Finlandia		Dinamarca	
	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.	Med.	Desv.
Ln GDPD	24,98	0,53	23,89	0,56	23,41	0,48	23,26	0,55	23,54	0,72	22,46	1,01	21,97	0,72	21,52	0,89	21,10	0,70	20,86	1,01
Ln ET	14,19	0,42	13,40	0,46	12,78	0,50	12,82	0,61	13,25	0,70	12,08	0,83	11,25	0,61	11,22	0,84	10,77	0,70	10,65	0,97
Ln CAP	25,66	0,57	24,40	0,56	24,20	0,57	24,58	0,60	24,26	0,78	22,60	0,85	22,88	0,79	22,51	0,85	22,37	0,69	21,86	0,77
Ln SID 15	23,37	1,51	21,72	1,60	21,19	1,54	20,15	1,89	21,32	1,76	18,95	1,44	19,66	1,87	19,57	1,64	18,79	1,27	18,29	1,70
Ln FOREIGN	24,74	0,15	25,22	0,14	25,45	0,15	25,41	0,15	25,58	0,15	25,46	0,15	25,49	0,09	25,36	0,14	25,21	0,15	25,14	0,15
Ln MGDP	2,38	0,06	3,20	0,06	3,09	0,06	3,03	0,08	3,28	0,05	3,01	0,05	3,87	0,04	3,41	0,08	3,28	0,08	3,46	0,09
Promemoria:																				
Período	1982		1982		1982		1982		1982		1982		1986		1982		1982		1982	
Temporal	1993		1992		1993		1993		1993		1992		1992		1993		1993		1993	
Sectores	12		12		12		11		7		12		8		8		10		8	

Observaciones: En el caso de Italia, los datos del sector «Papel y productos de papel, imprenta y publicidad» están en «otras manufacturas». En Dinamarca, Finlandia, Holanda, Suecia y Reino Unido se ha trabajado con datos agregados del sector de «Productos metálicos, maquinaria y equipo», al no existir información más desagregada. En el Reino Unido se ha excluido «Industrias metálicas básicas», por la erraticidad de sus datos.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de OCDE, INE y Fundación BBV.

ge imponer restricciones sobre los rendimientos a escala, permitiendo que los rendimientos de los factores privados sean tanto crecientes a escala como constantes o decrecientes (3). Y tercera, al tomar logaritmos puede estimarse como una regresión lineal donde las minúsculas denotan el logaritmo de las variables.

$$q_{ijt} = a + \lambda t + \alpha k_{ijt} + \beta l_{ijt} + \gamma_1 r_{ijt} + \gamma_2 s_{ijt} + \epsilon_{ijt} \quad [2]$$

El estudio se ha realizado para el período 1982-1993, con datos de diez países (Estados Unidos, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, España, Holanda, Suecia, Finlandia y Dinamarca) y de hasta doce sectores industriales, si bien para algún país no se ha dispuesto de datos tan desagregados (4). Dado que se pretende poner de manifiesto la importancia del capital tecnológico en la producción industrial de estos países, establecer comparaciones y pautas de comportamiento entre ellos y contrastar la existencia de externalidades del capital tecnológico, se ha estimado un modelo similar para cada país, aspecto que singulariza esta investigación con respecto a la mayor parte de las llevadas a cabo hasta la fecha. No se han introducido más variables teóricas, con objeto de que las especificaciones escogidas sean comparables entre sí y posean un número de

grados de libertad relativamente alto, incluso en el caso de países para los que la información estadística es más reducida.

En el anexo se detalla la medición de las variables y las fuentes estadísticas utilizadas. El cuadro 1 recoge un análisis descriptivo de las mismas para el conjunto del sector industrial de los diez países considerados que ilustra la diversidad de las unidades económicas nacionales objeto de estudio. La elección del período está condicionada por la disponibilidad de datos para todos los países estudiados y por el deseo de analizar un ciclo industrial completo que concluye con la recesión de la década de los años noventa.

El modelo teórico se ha estimado con la técnica econométrica de datos de panel, trabajando de forma individualizada con cada país y utilizando la dimensión temporal (años) y transversal (sectores ISDB) (5).

Varias matizaciones deben efectuarse para valorar los resultados obtenidos. En primer lugar que, aunque idealmente deberían estimarse regresiones distintas para cada sector, dentro de un país, las reducidas dimensiones transversal —en la práctica entre siete y doce sectores— y temporal del panel —de ocho a doce años en los mejores casos— han condicionado las estima-

ciones en un doble sentido. Por un lado, no se ha podido contrastar la estacionariedad de las variables, tal como se hace en otros trabajos, ya que los *test* de raíces unitarias no son fiables para muestras tan reducidas. Por otro, se ha impuesto la restricción de que los coeficientes de las variables explicativas sean comunes para las distintas ramas industriales dentro de un país, supuesto habitualmente utilizado en la literatura empírica cuando se pretende obtener respuestas promedio (6).

En segundo lugar, que todas las regresiones se han calculado con matrices de datos ortonormalizadas, tratando de asegurar los adecuados coeficientes y estimaciones de la varianza, bajo posible multicolinealidad. En tercer lugar, que, dado que en las estimaciones iniciales se detectaron problemas de autocorrelación, las regresiones que se incluyen presentan este problema econométrico corregido. En cuarto lugar, que se introdujeron algunas *dummies* sectoriales o temporales en los países en los que se detectaron comportamientos atípicos o en los que la información transversal o temporal era incompleta (todos, excepto Estados Unidos y Francia) (7).

Finalmente, para cada país se estimaron tres modelos: el restringido, el de efectos

CUADRO 2  
ELASTICIDADES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN CON EXTERNALIDADES TECNOLÓGICAS INTERNACIONALES  
VARIABLE DEPENDIENTE LOG (Y). MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS CON CORRECCIÓN DE LA AUTOCORRELACIÓN DE ORDEN UNO

	Finlandia	Holanda	Suecia	Alemania	Francia	España	Dinamarca	Italia	EE UU	R. Unido*
LET	0,58 <16,09>	0,62 <5,41>	0,61 <9,20>	0,72 <7,57>	0,56 <7,73>	0,64 <8,46>	0,78 <24,11>	0,66 <10,24>	0,74 <11,44>	0,53 <4,93>
LCAP	0,34 <6,05>	0,23 <3,57>	0,24 <2,10>	0,28 <3,35>	0,31 <4,40>	0,26 <3,54>	0,29 <7,33>	0,32 <4,32>	0,42 <7,72>	0,49 <5,22>
LSID15	0,15 <5,47>	0,14 <2,93>	0,13 <2,42>	0,08 <2,71>	0,08 <2,51>	0,08 <2,85>	0,07 <3,00>	0,05 <2,90>	0,04 <2,12>	0,002** <3,41>
LFM	0,016 <4,64>	0,020 <2,69>	0,010 <3,01>	0,007 <2,77>	0,008 <3,16>	0,008** <2,58>	0,011 <2,39>	0,005 <3,06>	0,014 <2,76>	-0,003 <-0,89>
C	1,23 <3,32>	1,73 <2,90>	1,35 <3,56>	1,77 <3,33>	2,41 <4,15>	2,00 <6,59>	1,91 <5,06>	1,51 <3,70>	0,64 <1,51>	1,80 <2,74>
ADJ R2	0,97	0,97	0,95	0,96	0,95	0,89	0,98	0,94	0,91	0,99
SE	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,06	0,04	0,05	0,03
F	4,82	11,50	6,94	16,93	26,78	3,26	1,39	9,42	4,53	180,08
Valor crítico	2,15	2,21	2,17	1,92	1,92	1,89	2,16	1,93	1,92	2,24
H	11,10	12,00	5,05	3,17	0,50	4,52	8,36	2,40	7,52	2,24
Valor crítico	11,10	12,60	9,49	9,49	9,49	11,10	14,10	11,10	9,49	9,49
Número de observaciones	120	64	96	132	144	132	88	132	144	84

LET = Logaritmo del empleo total.

LCAP = Logaritmo del capital físico privado.

LSID15 = Logaritmo del capital tecnológico.

LFM = Logaritmo del capital tecnológico foráneo multiplicado por el logaritmo de la penetración de importaciones.

\* = Ajustado por el grado de utilización de la capacidad productiva.

\*\* = Variable estadísticamente significativa sólo a partir de 1987.

F = Valor del estadístico para el contraste de los modelos restringido y de efectos fijos.

H = Valor del estadístico del test de Hausman para el contraste de los modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios.

FUENTE: Elaboración propia.

fijos y el de efectos aleatorios. Calculados los dos primeros modelos, se contrastó si los términos independientes podían considerarse comunes a todos los sectores o no, mediante el conocido contraste de la F. En la mayoría de las ocasiones, se concluyó que existían diferencias en la constante y que, por tanto, el modelo de efectos fijos era preferido al modelo restringido. Posteriormente, se estimó a partir de un método generalizado (MCG) el modelo de efectos aleatorios, suponiendo que los efectos individuales no son regresores adicionales, sino un elemento añadido a la perturbación aleatoria. Dado que las estimaciones con efectos aleatorios no son consistentes (tienen sesgo asintótico) si los términos individuales están correlacionados con las variables independientes, se calculó el estadístico del *test* de Hausman, con objeto de escoger entre el modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios. Se trata, por tan-

to, de contrastar la no correlación de los efectos individuales con la perturbación aleatoria.

Tal como muestra el cuadro 2, los valores del estadístico resultaron habitualmente muy pequeños, permitiendo mantener la hipótesis nula de ausencia de correlaciones, es decir, no rechazando la especificación de efectos aleatorios a un nivel de significatividad del 5% (8). Este resultado parece relevante, toda vez que en un reciente trabajo de Müller y Nettekoven (1999) se ha estimado el modelo de Coe y Helpman (1995), suponiendo tanto efectos fijos como efectos aleatorios (especificación no contemplada por Coe y Helpman). Al aplicar el contraste de Hausman, Müller y Nettekoven (1999) concluyen que ha de escogerse la especificación de efectos aleatorios, especificación que sorprendentemente proporciona efectos negativos y estadísticamente significativos

del capital tecnológico foráneo en la producción de un país.

Entrando ya en los valores de la elasticidad del valor añadido bruto con respecto al capital tecnológico propio y a las externalidades, recogidos en el cuadro 2, cabe distinguir dos comportamientos claramente diferenciados. Hay un primer grupo de países, Finlandia, Holanda y Suecia, con elasticidades promedio entre 0,13 y 0,15, estos es, superiores a los dos dígitos. El segundo grupo de países lo forman Alemania, Francia, España, Dinamarca, Italia y Estados Unidos cuyas elasticidades se sitúan en 0,08 en los tres primeros países, 0,07 en el caso de Dinamarca (9), 0,05 en el de Italia y 0,04 en el de los Estados Unidos, todas ellas notoriamente inferiores a las de Finlandia, Holanda y Suecia. Por último, el Reino Unido aparece como *outlier*, dado que la elasticidad del valor añadido bruto con respecto a su capital tecnológico, ade-

más de ser estadísticamente significativa sólo a partir del año 1987, tiene un valor de tan sólo 0,002.

A la hora de interpretar estos resultados, han de tenerse presente no sólo las transformaciones en el tejido industrial británico durante el período estudiado sino también que en el Reino Unido las inversiones en I+D en relación con el PIB son más bajas que las de sus competidores más directos, están excesivamente concentradas en industrias relacionadas con la defensa —cuyos avances tecnológicos no siempre pueden trasladarse a otros sectores—, se descuidó la I+D realizada en centros de educación superior, y que se trata de una economía que basó sus exportaciones en productos con crecimiento de su demanda lento (10). En cualquier caso, y con las excepciones del Reino Unido y de Dinamarca, a la luz de estos resultados se deduce que la elasticidad toma mayores valores en los países más pequeños.

Debe resaltarse, salvando las distancias de agregación y período temporal, que Patel y Soete (1988) calcularon estas elasticidades para el conjunto de sectores productivos de Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Francia entre 1956 y 1985 mediante estimación de sus respectivas funciones de producción, obteniendo la primacía Alemania y el último puesto para los Estados Unidos (11). Sin embargo, en Coe y Helpman (1995), trabajando con un *pool* de 22 países OCDE durante los años 1971 a 1990, el valor de la elasticidad del capital tecnológico fue de 0,05 y, suponiendo que la elasticidad de la producción respecto al capital tecnológico nacional para el grupo de los siete mayores países fuera distinta, su valor se situaba entre 0,17 y 0,21, frente a 0,07-0,08 que se registraba en los quince restantes. Estos autores interpretaron sus resultados considerando que los grandes países tienen mayores posibilidades sobre los que realizar la investigación y el desarrollo, y que, por tanto, son capaces de explotar las complementariedades disponibles.

En nuestro caso, ni la comparación ni la interpretación serían plenamente aplicables, ya que nos ceñimos al sector industrial y a un período más actual, aunque no homogéneo, para todos los países considerados. En cualquier caso, según diver-



sos estudios en este ámbito, como los de Dollar y Wolff (1993, cap. 3), Fagerberg (1997) y Wolff (1997), hay probada evidencia sobre los variados resultados obtenidos al trabajar de forma agregada por países frente a la opción de desagregar, a su vez, por sectores (12). El hecho de que nuestro estudio se ciña al período 1982-1993 (si bien no para todos los países) también tiene que ver con la diferencia de resultados, ya que, como se comprueba en Wolff (1997), en esos años se manifestó un cambio en las pautas de especialización productiva, comercial y tecnológica, que difieren de las registradas en el período 1970-1982.

Asimismo, se muestra cómo los pequeños países son los que manifiestan un mayor grado de especialización tecnológica y productiva en determinados sectores. También en el trabajo de Archibugi y Pian-ta (1998) se obtienen pautas de especialización tecnológica propias y de mayor intensidad para los pequeños países de la OCDE frente a una mayor convergencia en los países grandes.

Nos inclinamos, por tanto, por las interpretaciones que abogan por el papel activo de la política industrial y tecnológica frente al determinismo del tamaño de las economías. En apoyo de esta explicación ha de subrayarse que en el estudio de Coe y Helpman (1995) se observó una tenden-

cia a la convergencia en las elasticidades de ambos grupos de países, dado que en el decenio de 1980 la de los siete grandes era menor que la registrada en la década anterior y, en cambio, la de los países pequeños era mayor.

En definitiva, los resultados de esta investigación muestran, en primer lugar, la necesidad de incorporar el capital tecnológico a la función de producción tradicional y, en segundo lugar, la existencia de peculiaridades nacionales reflejadas a través de los distintos valores de la elasticidad de la producción respecto al capital tecnológico, siendo los pequeños países los de mayor elasticidad promedio.

Pasando a comentar los valores de las externalidades del capital tecnológico foráneo, conviene recordar que la variable LFM es el producto del logaritmo del capital tecnológico foráneo por el logaritmo de la penetración de importaciones. Consecuentemente, para obtener los valores de las externalidades internacionales debe calcularse el producto de la elasticidad de la variable LFM por el logaritmo del cociente entre las importaciones y el PIB de cada país (MGDP). Los valores obtenidos —que lógicamente varían para cada país y para cada año— aparecen en el cuadro 3, y oscilan entre un 0,08 para Holanda; 0,05 Finlandia; 0,03 en Estados Unidos, Dinamarca y Suecia; 0,02 en Francia, España y Alemania; y 0,01 en Italia (13).

En general, y con la excepción de Estados Unidos, puede afirmarse que los países pequeños se benefician de las externalidades originadas por el capital tecnológico internacional más que los grandes. Ahora bien, pensando cómo se ha construido la variable de capital tecnológico foráneo, no puede descartarse que los efectos estén infravalorados. Tal sería el caso de los Estados Unidos, puesto que la muestra utilizada en este trabajo no incluye países (como Canadá o Japón) con los que mantiene relaciones comerciales intensas a través de las cuales puede beneficiarse de externalidades tecnológicas (14). Otro tanto puede decirse del Reino Unido —que mantiene relaciones comerciales importantes con antiguas colonias—, aunque en este caso tampoco hay que desechar los problemas de los datos debidos a la fuerte reestructuración sufrida por este país (15).

CUADRO 3  
EXTERNALIDADES INTERNACIONALES

Países	Elasticidad (1)	Penetración de importaciones (2)				Externalidades (3)			
		1982	1986	1990	1992	1982	1986	1990	1992
Holanda	0,020	51,49	46,92	49,53	47,55	0,079	0,077	0,078	0,077
Finlandia	0,016	30,28	25,32	24,56	25,56	0,055	0,052	0,051	0,052
Est. Unidos	0,014	9,62	10,68	11,45	11,26	0,032	0,033	0,034	0,034
Dinamarca	0,010	35,93	32,49	30,09	29,50	0,036	0,035	0,034	0,034
Suecia	0,010	32,74	29,67	29,55	26,19	0,035	0,034	0,034	0,033
Francia	0,008	23,71	20,16	22,58	21,30	0,025	0,024	0,025	0,024
España	0,008	20,33	17,72	20,44	20,40	0,024	0,023	0,024	0,024
Alemania	0,007	25,84	23,88	24,54	23,78	0,023	0,022	0,022	0,022
Italia	0,005	24,03	18,70	20,67	19,88	0,016	0,015	0,015	0,015

Nota: Las columnas (3) son el resultado de multiplicar la columna (1) por el logaritmo de las columnas (2) correspondientes a cada año y país.

FUENTE: Elaboración propia.

Aunque en todos los trabajos anteriores ya mencionados se concluye que son los pequeños países más abiertos los que más se benefician del capital tecnológico foráneo, existe una gran discrepancia en cuanto a su valor. Sin duda, la mejora en la especificación de este tipo de variables es una tarea pendiente en la literatura.

Por lo que respecta a las variables trabajo y capital físico privado, se ha observado que, en general, los coeficientes estimados son del signo esperado y las magnitudes de las elasticidades verosímiles y relativamente estables. No puede decirse lo mismo de la variable que recoge el progreso técnico autónomo, ya que no suele resultar estadísticamente significativa (16). Se han realizado también estimaciones de la función de producción tradicional que permiten concluir, por un lado, que el valor explicativo de las regresiones es mayor cuando se introduce el capital tecnológico propio e internacional que cuando se omite y, por otro, que cuando se excluye la variable que recoge el capital tecnológico, los valores de las elasticidades de los factores tradicionales aumentan (lo cual indica un sesgo por omisión de variables relevantes). En cuanto a los rendimientos de la función de producción, Estados Unidos, Dinamarca, Reino Unido y Alemania, por este orden, los presentan crecientes a escala en los factores tradicionales y, todos los demás, salvo Suecia, España y Francia, en los tres factores considerados.

## CONCLUSIONES

En este trabajo, se ha tratado de poner de manifiesto la necesidad de ampliar la función de producción tradicional con el capital tecnológico propio y con la existencia de externalidades derivadas del capital tecnológico internacional. Para ello, partiendo del supuesto de la existencia de una función distinta para cada país, se ha llevado a cabo un tratamiento individualizado para nueve países de la OCDE (incluyendo España) en el período 1982-1992, estimándola mediante técnicas de panel.

Las principales conclusiones que se desprenden del trabajo efectuado son las siguientes:

1] La elasticidad de la producción industrial respecto al capital tecnológico en los países europeos y Estados Unidos resulta —en el período 1982-1992— positiva, estadísticamente significativa y con una magnitud que se sitúa entre 0,04 y 0,15. Esto indica la necesidad de incorporar el capital tecnológico en la función de producción, así como las diferencias nacionales en su impacto. En general, son los países pequeños los que obtienen unos mayores valores de la elasticidad del capital tecnológico propio. Este resultado contrasta con los obtenidos en otros trabajos que empleaban datos agregados y un *pool* de países para períodos anteriores, en los que la mayor elasticidad en los

países más grandes se justificaba por las mayores posibilidades que presentaban para realizar actividades de I+D, explotando las complementariedades disponibles.

Los resultados, basados en estimaciones promedio individualizadas por países, están en consonancia con la tendencia hacia la convergencia de las elasticidades de los capitales tecnológicos de los países de la OCDE, en virtud de la cual a lo largo de la década de 1980 la elasticidad en los países pequeños fue mayor que la registrada en el decenio anterior y, en cambio, en los países grandes ocurrió lo contrario. En consecuencia, los resultados indican la existencia de discrepancias nacionales en la elasticidad del capital tecnológico propio, abogando por el estudio de los distintos sistemas nacionales de innovación para entender las distintas pautas de los países.

2] Se ha encontrado evidencia en favor del efecto desbordamiento del capital tecnológico foráneo. De la forma en que se ha medido la variable, puede derivarse que el comercio (las importaciones) es una buena *proxy* del conjunto de mecanismos de difusión internacional del conocimiento no incorporado. A través del comportamiento observado de esta variable, y de acuerdo con otros estudios, son los pequeños países más abiertos los que en mayor medida se benefician del capital tecnológico internacional.

3] Los distintos valores de la elasticidad del producto respecto al capital físico privado, al capital tecnológico y al trabajo en los países estudiados ponen de manifiesto que las peculiaridades nacionales ejercen una influencia importante en dichos valores. Por último, el escaso período temporal con que se ha trabajado, y el hecho de que en algunos países —como Alemania, España y Holanda— sólo se haya contado con información hasta el año 1992, pueden ser factores que han de tenerse en cuenta al explicar las diferencias obtenidas entre los países.

En suma, se ha puesto de manifiesto que para analizar los fenómenos económicos hay que tener en cuenta, simultáneamente, la creciente interrelación de los mercados y las diferencias en los «sistemas nacionales». Se pretende continuar la investigación, aplicando un modelo similar al mismo panel de datos, aunque trabajando por sectores y considerando como dimensiones —temporal y transversal— los años y países, respectivamente. Se trata, en definitiva, de estimar las elasticidades del capital tecnológico de los distintos sectores industriales y compararlas con las obtenidas en este trabajo.

También resulta interesante completar las especificaciones, introduciendo otras variables como los *stocks* de capital público y humano, así como los pagos por *royalties* y asistencia técnica y la inversión extranjera, con los que se pueden aproximar las tecnologías *desincorporadas* que importa un país. Sin duda alguna, la inclusión de estas variables —individual o interactivamente— permitirá precisar la importancia de los efectos de la tecnología en el crecimiento económico.

## ANEXO. FUENTES ESTADÍSTICAS UTILIZADAS

La variable valor añadido a precios de mercado (GDPD), el *stock* de capital físico privado (CAP) y el empleo total (ET) proceden de la *International Sectoral Data Base* (ISDB) (OECD Statistics Directorate (STD/NAD), 1997) (17). Las únicas excepciones fueron el Reino Unido, cuyos datos de empleo se completaron en los últimos años con la base STAN (98), y España, país que no aparece en las menciona-

das bases de datos, y en el que los datos de valor añadido y de personas ocupadas se tomaron de la Encuesta Industrial que elabora el Instituto Nacional de Estadística (INE), y los del capital físico privado, de la Fundación BBV (1999).

El *stock* de capital tecnológico propio de cada sector (SID) se construyó por el método de inventario permanente a partir de los gastos intramuros en investigación y desarrollo ejecutados por las empresas del sector y país que aparecen en la base de datos *Analytical Business Enterprise Expenditure on R&D* (ANBERD) [OECD, DSTI (ANBERD database, 1997)], siguiendo el procedimiento propuesto por Griliches (1979) y utilizado por buena parte de la literatura empírica revisada, introduciendo retardos en la variable que reducen el posible sesgo de simultaneidad entre el valor añadido bruto y el *stock* de capital tecnológico.

Para expresar estos gastos en unidades monetarias constantes se utilizó el deflactor del PIB de cada país base 1990 y se expresaron en dólares aplicando la PPA calculada por la OECD. La tasa de depreciación considerada fue del 15%, ya que, según la mayoría de las investigaciones, los resultados muestran escasa sensibilidad a la tasa elegida (18). De esta forma, se supuso que el *stock* de capital tecnológico es una buena *proxy* del conjunto de conocimientos técnicos que existen en una economía.

El *stock* de capital tecnológico internacional (FOREIGN) se calculó como media ponderada de los *stocks* tecnológicos industriales del resto de los países del estudio. La ponderación utilizada fue el porcentaje que el total de manufacturas importadas por el país beneficiario del *stock* ajeno y procedentes del país origen del capital tecnológico  $m_{jk}$  representó en el período estudiado respecto de las importaciones totales de manufacturas realizadas por el país beneficiario  $\sum_k m_{jk}$ . Las ponderaciones se calcularon a partir de la *Bilateral Trade Database* (OECD; DSTI (STAN/BTD), 1997).

Según Griliches (1979) existen dos conceptos de externalidades de la I&D que se confunden frecuentemente en la literatura. El primero corresponde a las adquisiciones de *inputs* o bienes de capital intensivos en I&D adquiridos por un sector y cuyo precio no recoge su «calidad total». En este caso no hay una externalidad pura de conocimiento sino un problema de medición que desaparecería si los índices de precios reflejaran completamente las mejoras en calidad. El segundo concepto corresponde a las verdaderas externalidades, es decir, a las ideas que se desprenden de la investigación del individuo (sector/país)  $k$  y el individuo  $j$  «toma prestadas». Este flujo de conocimiento no tiene que estar incorporado a ninguna adquisición

de *inputs* o de bienes de capital, sino que es mayor cuanto más «próximos» tecnológicamente están los individuos, en el sentido de que produzcan bienes similares o pertenecientes al mismo campo tecnológico. Griliches (1979) propone por ello incorporar a la función de producción de cada individuo el *stock* tecnológico de cada uno de los individuos restantes. Normalmente, no existen suficientes grados de libertad para su incorporación simultánea en una misma regresión y, por ello, se opta por la agregación. En este trabajo se aproximó este segundo concepto, considerando una medida del *stock* tecnológico internacional, al suponer que la posible *apropiación de ideas* del *stock* tecnológico de un país  $k$  por parte de un país  $j$  está directamente relacionada con los contactos entre ambos países, aproximados por las importaciones totales que el país  $j$  adquiere del país  $k$ , tal como se recoge en [3].

$$\text{FOREIGN}_{jt} = \sum_k \text{SID}_{kt} \frac{m_{jk}}{\sum_k m_{jk}} \quad k \neq j \quad [3]$$

Siguiendo las ideas de Bernstein (1996), Coe y Helpman (1995), Engelbrecht (1997 a, 1997 b), y Coe, Helpman y Hoffmaister (1997), esta variable se introdujo de forma *interactiva* con el logaritmo de la penetración de importaciones (MGDP), medida como cociente entre las importaciones de bienes y servicios de un país y su PIB para cada año

$$\text{LFM}_{jt} = \log \text{MDP}_{jt} * \log \text{FOREIGN}_{jt} \quad [4]$$

La variable LFM considera, tal y como recoge la expresión [4], que un país se beneficia más del capital tecnológico foráneo cuanto más abierto es, porque el comercio puede ser una buena *proxy* del conjunto de mecanismos a través de los cuales se obtienen externalidades del conocimiento de otros países.

(\*) **Investigación financiada por el Proyecto CICYT (SEC96-0524). Los autores agradecen las sugerencias aportadas al trabajo por los evaluadores de esta revista.**

## NOTAS

- (1) Véanse los trabajos de Coe y Helpman (1995), Coe, Helpman y Hoffmaister (1997) y Engelbrecht (1997).
- (2) En un trabajo posterior, Coe, Helpman y Hoffmaister (1997) volvieron a encontrar evidencia empírica a favor de los efectos desbordamiento del capital tecnológico, concluyendo que un incremento del 1% del *stock* de capital en I+D de los países industrializados eleva el

output de los países en desarrollo en un 0,06%, efecto que en su mayor parte lo generaba el esfuerzo tecnológico de los Estados Unidos. Por su parte, Engelbrecht (1997 b) extendió el modelo de Coe y Helpman (1995) y encontró resultados dispares, puesto que los efectos desbordamiento del capital tecnológico en el crecimiento de la productividad total de los factores de países como los Estados Unidos, Canadá y Alemania eran negativos.

(3) En ocasiones, algunos autores calculan la productividad total de los factores imponiendo rendimientos constantes a escala al aproximar  $\alpha$  y  $\beta$  por la participación observada del capital y su diferencia a la unidad, respectivamente. De esta forma, se considera que ante la existencia de competencia perfecta y rendimientos constantes de escala, los factores se remuneran de acuerdo con su productividad marginal hasta agotar el producto.

(4) Téngase en cuenta que Bélgica, Grecia y Portugal no ofrecen gastos sobre la I+D; y que los dos últimos, junto con Austria e Irlanda, no disponen de estimaciones del capital físico privado.

(5) Con objeto de homogeneizar la información de los distintos países, se ha trabajado con los siguientes sectores: *Alimentos, bebidas y tabaco* (FOOD); *Industria textil, de vestido y cuero* (TEX); *Papel y productos de papel, imprenta y publicaciones* (PAP); *Productos químicos, del petróleo, del carbón, del caucho y de plástico* (CHE); *Productos minerales no metálicos, excepto productos del petróleo y del carbón* (MNM); *Industrias metálicas básicas* (BMD); *Productos metálicos, excepto maquinaria y equipos de transporte* (BMA); *Maquinaria agrícola e industrial* (MAI); *Máquinas de oficina y procesamiento de datos, instrumentos de precisión y de óptica* (MIO); *Productos eléctricos* (MEL); *Equipos de transporte* (MTR); *Madera y productos de madera, incluido mobiliario* (WOD); *Otras industrias manufactureras* (MOT). En algunos países sólo existe información del sector *Productos metálicos, maquinaria y equipos de transporte* (MEQ), englobando a BMA, MAI, MIO, MEL y MTR.

(6) Adviértase que se trabaja dando la misma importancia a los distintos sectores, es decir, sin introducir ningún tipo de ponderación que pudiera tildarse de subjetiva. Por consiguiente, las elasticidades del trabajo y de los capitales físico y tecnológico en cada país deben interpretarse como elasticidades promedio de los sectores considerados.

(7) En el caso de España, por ejemplo, se observó una *atipicidad* del modelo en el año 1992, dado que introduciendo una *dummy* temporal para este año resultaba estadísticamente significativa (y de carácter negativo), reflejando, por tanto, un efecto recesión que también puede apreciarse, comparando las estimaciones de la función de producción para el período 1980-1991 con las del período 1980-



1992. Y, en el de Italia, las estadísticas incluyen las magnitudes del sector *Papel*, junto con el de las *Otras industrias manufactureras*, razón por la cual se ha optado por estimar la función de producción introduciendo una *dummy* para este sector que ha resultado estadísticamente significativa, indicando un efecto diferencial, especialmente del capital físico privado empleado en estas actividades.

(8) Adviértase que se está trabajando con una muestra finita, es decir, que los estimadores obtenidos por el procedimiento descrito son asintóticamente consistentes y eficientes, y deben plantearse como una aproximación a los resultados (válidos) asintóticos.

(9) En el caso de Dinamarca, la información disponible no ha permitido obtener resultados robustos, ya que las especificaciones son muy sensibles a los datos utilizados.

(10) Una explicación adicional de estos resultados puede encontrarse en Sterlacchini (1989), trabajo en el que se sostiene que en el Reino Unido el establecimiento de un nuevo paradigma técnico-económico, basado fundamentalmente en la tecnología de la difusión de la información, actuó como un cuello de botella. El argumento que ofrece este autor es que la severa depresión de los primeros años de la década de 1980 retrasó la introducción y, sobre todo, la difusión de las innovaciones tecnológicas. Más aún, sin cambios institucionales favorables y en ausencia de políticas de demanda, su impacto en el crecimiento de la productividad no pudo ser completamente efectivo. De ahí que se entrase en un proceso de *racionalización* de las manufacturas que retrasaron los cambios tecnológicos y aunque con el transcurso del tiempo se lograra aumentar las tasas de crecimiento de la productividad fue más

bien por las reducciones en el empleo —las plantillas estaban más bien sobredimensionadas— que por un incremento en las actividades innovadoras.

(11) Concretamente, obtuvieron los siguientes valores de la elasticidad de la producción respecto al capital tecnológico: Alemania 0,21, Francia 0,13, Reino Unido 0,07 y Estados Unidos 0,06. Hay que precisar que sólo se comparan los resultados obtenidos en esta investigación con los de aquellos trabajos que han estimado funciones de producción.

(12) De hecho, la tendencia a la convergencia de la productividad total de los factores a nivel agregado en los países de la OCDE es compatible con la obtención de crecientes niveles de productividad en diferentes sectores, por parte de cada país, como obtienen Bernard y Jones (1996a y 1996 b).

(13) En el caso español, los efectos del capital tecnológico internacional sólo resultan positivos y estadísticamente significativos en el período 1987-1992. Cabe pensar, por tanto, que vía comercio existe un efecto CEE —más potente que el mero aprovechamiento de las externalidades internacionales—, que permite la significatividad de esas variables a partir de la adhesión de España.

(14) En concreto, para el período objeto de estudio, las importaciones de EE UU procedentes de Canadá y Japón tuvieron en promedio, respectivamente, un valor similar al de las procedentes del conjunto de países analizados en este trabajo. Además, tal como se recoge en Bernstein (1996), los capitales tecnológicos norteamericano y canadiense influyen considerablemente en el crecimiento de la productividad total de los factores de ambas economías.

(15) Las importaciones del Reino Unido durante el período analizado procedentes del resto de países OCDE (no incluidos en la muestra utilizada) y de países no OCDE tuvieron un valor promedio, respectivamente, de alrededor del 44% y 13% de las importaciones procedentes de países analizados en este trabajo.

(16) Éste es un resultado habitual en este tipo de trabajos. Tal y como señala Frantzen (1998), existe una fuerte multicolinealidad con cualquier tendencia temporal (como la que se incluye normalmente para captar el progreso técnico exógeno), debido a que los respectivos datos en niveles tienen tendencia. La inclusión de cualquier término de tendencia en la ecuación en niveles debería interpretarse como un intento de recoger el efecto común de las variables de I+D. Si, de hecho, hubiera, además, algún progreso técnico desincorporado *tendencial* exógeno, no está claro cómo separar su efecto del componente *tendencial* común de las variables I+D.

(17) Al igual que la mayor parte de la literatura revisada, se ha optado por explicar el valor añadido bruto y no el valor de la producción, para

evitar tanto los problemas que entraña la falta de deflatores específicos para los consumos intermedios como los problemas econométricos que implica la introducción de los *inputs* intermedios en la función.

(18) En las especificaciones para el Reino Unido, las variables de capital físico y capital tecnológico propio se han multiplicado por el grado de utilización de la capacidad productiva de las manufacturas. Esta variable procede de la Comisión Europea: *European Economy, supl. B*. De esta forma, se pretende recoger las transformaciones que experimenta el tejido industrial británico en los años estudiados —tégase en cuenta que su participación en el PIB total se reduce en casi cuatro puntos porcentuales— y las mayores oscilaciones que presenta el ciclo económico británico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVITZ, M. (1956): «Resource and Output Trends in the United States since 1870», *American Economic Review*, 2, págs. 5-23.
- ARCHIBUGI, D. y PIANITA, M. (1998): «Aggregate convergence and sectoral specialisation in innovation: evidence for industrial countries», en Archibugi, D. & Michie, I. (eds.): *Trade, Growth and Technical Change*, Cambridge: Cambridge University Press, págs. 122-140.
- BERNARD, A. B. y JONES, C. (1996 a): «Productivity across industries and countries: time series theory and evidence», *Review of Economics and Statistics*, 78 (1), págs. 135-146.
- BERNARD, A. B. y JONES, C. (1996 b): «Comparing apples to oranges: productivity convergence and measurement across industries and countries», *American Economic Review*, 86 (5), págs. 1216-1238.
- BERNSTEIN, J. I. (1996): «International R&D Spillovers between Industries in Canada and the United States, Social Rates of Return and Productivity Growth», *Canadian Journal of Economics*, XXIX, Special Issue, págs. 463-468.
- CHENERY, H.; ELKINGTON, H. y SIMS, C. (1970): «A Uniform Analysis of Development Patterns». en Harvard University Center for International Affairs, *Economic Development Report*, 148, Cambridge, Mass.
- COE, D. y HELPMAN, E. (1995): «International R&D Spillovers», *European Economic Review*, 39, págs. 859-887.
- COE, D; HELPMAN, E. y HOFFMAISTER, A. W. (1997): «North-South R&D Spillovers», *The Economic Journal*, 107, págs. 134-149.
- COMISIÓN EUROPEA: *European Economy*. Varios años.
- DENISON, E. F. (1962): *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, New York: Committee for Economic Development.
- DENISON, E. F. (1967): *Why Growth Rates Differ: Post-War Experience in Nine Western Countries*, Washington, D.C.: Brookings Institution.
- DOLLAR, D. y WOLFF, E. D. (1993): *Competitiveness, Convergence and International Specialization*, Cambridge, MA: MIT Press (cap. 3).
- ENGELBRECHT, H. J. (1997 a): «International R&D Spillovers, Human Capital and Productivity in OECD Economies: An Empirical Investigation», *European Economic Review*, 41, págs. 1479-1488.
- ENGELBRECHT, H. J. (1997 b): «International R&D Spillovers Among OECD economies», *Applied Economics Letters*, 4, págs. 315-319.
- FAGERBERG, J. (1997): «Competitiveness, scale and R&D», en Fagerberg, J. et al. (eds.), *Technology and International Trade*, Edward Elgar, Cheltenham, págs. 38-55.
- FEDER, G. (1986): «Growth in Semi-Industrialized Countries: A Statistical Analysis», en H. Chenery et al. (ed): *Industrialization and Growth*, Oxford, Oxford University Press.
- FRANTZEN, D. (1998): «R&D efforts, international technology spillovers and the evolution of productivity in industrial countries», *Applied Economics*, 30, págs. 1459-1469.
- FREEMAN, C. (1998): «The economics of technical change», en Archibugi, D. and Michie, I. (eds.): *Trade, Growth and Technical Change*, Cambridge University Press.
- FUNDACIÓN BBV (1999): *El «stock» de capital en España y su distribución territorial. 1964-1995*, Bilbao: Fundación BBV Documenta.
- GRILICHES, Z. (1979): «Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth», *Bell Journal of Economics*, 10 (1), págs. 92-116.
- GRILICHES, Z. (ed), (1984): *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass.
- GROSSMAN, G. y HELPMAN, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Massachusetts & London, MIT Press.
- HEJAZI, W. y SAFARIAN, A. E. (1999): «Trade, Foreign direct Investment, and R&D Spillovers», *Journal of International Business Studies*, 30 (3), págs. 491-511.
- INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA. *Encuesta Industrial*, varios años, Madrid, INE.
- JORGENSEN, D. W. y GRILICHES, Z. (1967): «The Explanation of Productivity Change», *Review of Economic Studies*, 34 (3), págs. 249-283.
- KAO, CH.; CHIANG, M.-H. y CHEN, B. (1999): «International R&D spillovers: an application of estimation and inference in panel cointegration», *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, special issue.
- KELLER, W. (1998): «Are international R&D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners», *European Economic Review*, 42, págs. 1469-1481.
- LICHTENBERG, F. R. y VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. (1998): «International R&D spillovers: A comment», *European Economic Review*, 42, págs. 1483-1491.
- MÜLLER, W. y NETTEKOVEN, M. (1999): «A panel data analysis: research and development spillover», *Economics Letters*, 64, págs. 37-41.
- OCDE (1997 a): *International Sectoral Data Base (ISDB)*, Statistics Directorate (STD/NAD), París, OCDE.
- OCDE (1997 b): *Analytical Business Enterprise Expenditure on R&D (ANBERD)*, Statistics Directorate (DSTI/ANBERD), París, OCDE.
- OCDE (1997 c): *Bilateral Trade Database*, Statistics Directorate (DSTI/STAN/BDT), París, OCDE.
- OCDE (1998): *The OECD STAN Database For Industrial Analysis 1978-1997* (DSTI/STAN Industrial Database), París, OCDE.
- PATEL, P. y SOETE, L. (1988): «L'Evaluation des Effets Economiques de la Technologie», *STI revue*, 4, págs. 133-183.
- ROMER, P. (1994): «The Origins of Endogenous Growth», *Journal of Economic Perspectives*, 8 (1), págs. 3-22.
- SOLOW, R. (1957): «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economic and Statistics*, 39 (3), págs. 312-320.
- STERLACCHINI, A. (1989): «R&D, innovations, and total factor productivity growth in British manufacturing», *Applied Economics*, 21, págs. 1549-1562.
- WOLFF, E. N. (1997): «Productivity Growth and Shifting Comparative Advantage on Industry level», en Fagerberg, J. et al. (eds.): *Technology and International Trade*, Edward Elgar, Cheltenham, págs. 1-20.