

EL FACTOR TECNOLÓGICO EN LOS FLUJOS COMERCIALES: EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS DE LA OCDE

*Xulia Guntín Araujo**

Las aportaciones teóricas recientes en la explicación del comercio internacional atribuyen un papel crucial a las diferencias tecnológicas entre países. El presente artículo sintetiza las hipótesis teóricas planteadas desde diversos ámbitos y utiliza la metodología econométrica de datos de panel para contrastar la importancia que tiene la innovación en la determinación de las cuotas de exportación (en el largo plazo) de los principales países de la OCDE, para el período 1980-1993. Una cuestión central que se analiza, y que condiciona la metodología econométrica utilizada, es la existencia de efectos específicos sectoriales y nacionales en la relación entre comercio e innovación

Palabras clave: *comercio internacional, cambio tecnológico, modelo dinámico, modelo de panel, OCDE, 1980-1993.*

Clasificación JEL: *C23, F14, O33.*

1. Introducción

La relación entre la innovación tecnológica y la estructura y evolución del comercio internacional es una de las cuestiones que ha suscitado un mayor debate en los años recientes. En la aproximación neoclásica, autores como Krugman (1994, 1995) o Grossman y Helpman (1992, 1995) insisten en la diferenciación del producto y los rendimientos crecientes a escala, por el lado de la oferta, y en la preferencia por la variedad, por el lado de la demanda, como explicación del comercio, relegando a un

segundo plano la dotación de factores productivos. La innovación lleva a la creación de nuevos productos, y los gastos en I+D son utilizados de forma estratégica por las empresas como medio de asegurarse una posición de monopolio. En este contexto, las ventajas competitivas pueden ser creadas y modificadas, siendo consideradas como endógenas.

Desde otro enfoque, las teorías neotecnológicas, que incorporan la aproximación evolucionista al cambio técnico¹, acen-

* Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Santiago de Compostela.

¹ Dado el importante efecto sobre el crecimiento y la competitividad que se le atribuye, el conocimiento del proceso de cambio técnico ha generado abundante literatura en las décadas recientes. En VENCE (1995) y STONEMAN (1995) se efectúa una revisión de las aportaciones teóricas al estudio de la innovación y cambio tecnológico, tanto desde una visión heterodoxa como en el marco neoclásico.

túan el papel crucial de las ventajas absolutas, determinadas por las diferencias tecnológicas internacionales, como base del comercio, cuestionándose el papel representado por las ventajas comparativas (Dosi *et al.*, 1990). El punto de partida radica precisamente en el supuesto de la existencia de diferencias tecnológicas entre países, diferencias no relacionadas con distintas dotaciones de factores, sino con procesos de acumulación que son resultado de procesos de descubrimiento, aprendizaje, imitación y mejora.

Al tiempo que las nuevas teorías del comercio internacional introducen factores explicativos diferentes de los precios como determinantes de los patrones comerciales, los modelos econométricos incorporan como variables explicativas indicadores de factores distintos del factor precio/coste, entre los cuales la tecnología se revela de crucial importancia².

El análisis empírico que se presenta en este trabajo amplía trabajos anteriores de autores como Amable y Verspagen (1995), o Magnier y Toujas-Bernate (1994), considerando el impacto de la innovación sobre el comercio en un amplio número de países y sectores. Además, y en contraste con la mayoría de los análisis empíricos realizados, que se basan en datos *cross-section*, los datos que se manejan tienen una dimensión temporal que permite adoptar una especificación dinámica.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. En el primer apartado, se efectúa una breve mención de la literatura reciente sobre la relación comercio/innovación. Posteriormente, se especifica y estima el modelo econométrico que permite analizar la existencia de características específicas, tanto sectoriales como nacionales, que inciden en la explicación del comportamiento exportador y en el efecto de la actividad innovadora. Las diferencias sectoriales obtenidas serán interpretadas a la luz de los patrones sectoriales de los procesos de cambio técnico formulados por diversos autores (Pavitt, 1984; Bell y Pavitt, 1993).

² Ejemplo de los mismos son los trabajos de FAGERBERG (1988), DOSI *et al.* (1990), SOETE (1987), MAGNIER y TOUJAS-BERNATE (1994), AMABLE y VERSPAGEN (1995), WAKELIN (1998).

2. Incorporación de la tecnología en la explicación del comercio

En la tradición neoclásica, el comercio internacional se explica por la existencia de ventajas comparativas derivadas de diferentes dotaciones de factores productivos entre países. Este enfoque fue dominante durante muchas décadas a pesar de que diversos estudios empíricos (Leontief, 1954; Kaldor, 1978) mostraban la existencia de importantes inconsistencias en la validez de las hipótesis.

En un intento de superar estas limitaciones se buscaron explicaciones alternativas y una de ellas consideró las diferencias tecnológicas como origen del comercio³, dando lugar a la teoría del *gap* tecnológico. Esta teoría plantea que el comercio es causado por la incorporación de innovaciones en la producción, no disponibles para otros países, lo que otorga una ventaja cuasimonopolista al innovador, sin que haya diferencia relativa en la dotación de factores. Sin embargo, la ausencia de consideración de las implicaciones dinámicas en los diferentes niveles tecnológicos de los países y el insuficiente tratamiento de la tecnología motivaron nuevos desarrollos en la década de los años ochenta⁴. En concreto, se integra en esta teoría la visión de la innovación como un proceso fundamentalmente microeconómico que explica cómo un país puede mantener una ventaja acumulada en la producción de la tecnología. Además, se tratan de integrar las diferencias en los costes (que determinan las ventajas relativas) con las ventajas absolutas (determinadas por las diferencias en tecnología).

³ El interés en el papel jugado por las diferencias tecnológicas entre países no es totalmente novedoso. Esta idea puede ser atribuida a David Ricardo. Para Ricardo, las ventajas comparativas se derivaban de diferencias en las productividades, y diversos autores interpretan estas diferencias en las productividades como diferencias tecnológicas.

⁴ Las obras de referencia son DOSI *et al.* (1988) y DOSI y SOETE (1983). Otro trabajo de interés en esta misma línea es METCALFE (1988) que incide sobre la teoría dinámica del comercio, formulando un modelo evolucionista de comercio con dos países y dos mercancías, que se puede entender como el equivalente evolucionista del modelo de ventajas comparativas.

La hipótesis que se formula es que las ventajas absolutas dominan sobre las ventajas relativas, es decir, explican la mayor parte de la composición de los flujos de comercio en cada momento del tiempo y explican su evolución a lo largo del tiempo. Este dominio se manifiesta de dos formas: en primer lugar, las ventajas absolutas explican la competitividad sectorial y agregada de los países; y, en segundo lugar, establecen los límites dentro de los que pueden producirse los ajustes basados en los costes. Dadas las fuertes interdependencias tecnológicas y las ligazones jerárquicas entre tecnologías y externalidades, los patrones de ventajas absolutas en esas tecnologías dominantes configuran de forma determinante la competitividad internacional⁵.

Desde un punto de vista dinámico, los perfiles temporales de los *gaps* tecnológicos dependen de las fuerzas que afectan a las tasas relativas de innovación y difusión tecnológica, lo que está en relación con los niveles cambiantes de oportunidad, acumulatividad y apropiabilidad que cada tecnología presenta. Entendiendo la tecnología como conocimiento específico, local y tácito cobra una especial importancia la difusión y el proceso de aprendizaje que presenta múltiples formas y constituye una parte fundamental en el proceso de cambio técnico⁶. En esta línea, Cimoli y Soete (1992) apuntan que en la evolución de los patrones de especialización de los países influye de forma crucial el tamaño del *gap* tecnológico. Así, cuando las asimetrías tecnológicas son importantes (como en el caso del comercio entre países industrializados y países menos desarrollados) los incrementos de

productividad (y descenso de salarios) tienen escasa capacidad para inducir cambios en los patrones comerciales. Sin embargo, si los desfases son reducidos las pautas de especialización son muy sensibles a los cambios en las productividades y salarios.

Un esfuerzo similar por incorporar la tecnología en las explicaciones del comercio se produce en la llamada «nueva teoría del comercio», desarrollada a partir de la década de los ochenta. Este esfuerzo implica el abandono del marco de competencia perfecta como consecuencia de la introducción del poder de monopolio, las economías de escala y la diferenciación del producto⁷. Las inversiones en I+D generan cierto poder de monopolio y economías de escala, además de permitir la creación de nuevos y/o mejores productos. Las aportaciones más recientes formalizan modelos de comercio internacional incorporando una visión endógena del proceso de innovación⁸. El cambio fundamental es que la tecnología deja de ser concebida como un subproducto derivado de la actividad productiva y se entiende que es una mercancía, resultado de las actividades de I+D industrial, con características particulares: es un bien no-rival y parcialmente no excluible en su uso, características de bien público que la diferencian claramente de los bienes de capital. Se asume que hay un *output* derivado del proceso de innovación, una parte del cual será apropiable y supone un incentivo a las empresas para realizar inversiones en actividades de investigación. Otra parte, no apropiable, pasa a constituir un *pool* de conocimiento al que pueden acceder las empresas competi-

⁵ Esta noción de ventajas absolutas precisa de una redefinición del concepto de competitividad de un país en términos de competitividad absoluta, siendo algo más que la capacidad de un país para exportar y mantener el equilibrio comercial. ALONSO (1992) justifica la necesidad de entender la competitividad de un país como un fenómeno más amplio en la determinación de la cual están presentes aspectos no necesariamente ligados a los costes, como los complejos mecanismos a través de los que se ejerce la competencia en los mercados, los procesos de creación, difusión y adaptación tecnológica y otros factores de tipo institucional y organizativo ligados al entorno socioeconómico.

⁶ Una de las contribuciones más relevantes en esta línea fue realizada por NELSON y WINTER (1977, 1982).

⁷ A pesar de relajar ciertos supuestos, la literatura emergente se ajusta al marco neoclásico en la medida en que mantiene dos características cruciales: la noción de equilibrio y el supuesto de comportamiento racional de los agentes económicos.

⁸ Inicialmente el tratamiento de la innovación como factor endógeno se realiza en el contexto de los modelos de crecimiento (ROMER, 1990; GROSSMAN y HELPMAN, 1992), llevando, posteriormente, a los modelos con ventajas comparativa dinámicas. Tradicionalmente, la contribución del progreso tecnológico al crecimiento se realizó midiendo aquella parte del crecimiento que no era atribuible a la acumulación de alguno de los *inputs* que entraban en la función de producción constituyendo el denominado «residuo de Solow».

doras⁹. Como consecuencia de esta característica de ausencia de completa apropiabilidad, las actividades de I+D industrial pueden generar *spillovers* tecnológicos, externalidades.

En una perspectiva dinámica y en presencia de *spillovers* del conocimiento específico de los países, o rendimientos crecientes a escala en sectores individuales, los resultados teóricos indican que las iniciales ventajas comparativas y patrones de comercio internacional se mantienen y se ven reforzados. Sin embargo, también queda claro que esta predicción de persistencia en los flujos comerciales es muy sensible a los supuestos hechos sobre el alcance de los *spillovers*. Si el conocimiento fluye entre países, o hay variaciones en el ritmo de aprendizaje (*learning by doing*) o en la productividad de los gastos en I+D, los patrones de comercio internacional pueden cambiar o exhibir una movilidad a lo largo del tiempo.

Aun existiendo coincidencias entre ambas tradiciones teóricas, existen cuestiones que las diferencian claramente. Por una parte, si bien coinciden en señalar el carácter acumulativo del cambio tecnológico, frente a la visión de que los agentes buscan la maximización de la función objetivo en un marco de racionalidad, la visión evolucionista insiste en los condicionantes para la elección de posibilidades futuras, derivados de la propia experiencia pasada y del efecto de incertidumbre que rodea a todo proceso creativo. Por otra parte, y a diferencia de los modelos «evolucionistas», en los modelos de comercio internacional con innovación endógena, los países no tienen ventajas absolutas derivadas de su actividad innovadora. Por el contrario, son las ventajas comparativas las que determinan en qué medida los países se especializan en la producción de bienes intensivos en tecnología, y en ese sentido, como señala Wakelin (1997), la causalidad va de ventajas comparativas a acumulación de tecnología.

⁹ En el contexto de dos modelos «neo-neoclásicos» (VERSPAGEN, 1992) el problema central será el relativo a la apropiabilidad de la innovación, en dos sentidos. Primero, discutiendo el papel de las externalidades próximamente relacionadas con la existencia de rendimientos crecientes a escala. Segundo, discutiendo la incidencia de la estructura de mercado (en concreto, el poder de monopolio) en la apropiabilidad de la innovación.

3. Formulación del modelo empírico de innovación y comercio

La incorporación de la dimensión temporal, a través del uso de datos de panel, permite formular una especificación dinámica, basada en el usual mecanismo de ajuste parcial de las cuotas de exportación a su valor a largo plazo. La ecuación dinámica del modelo sería (omitimos temporalmente los subíndices para simplificar la notación):

$$\Delta EXR = \mu |EXR^* - EXR(-1)|$$

siendo EXR las cuotas de exportación del país i en el sector j respecto al conjunto de países de la OCDE; EXR^* las cuotas de exportación a largo plazo; μ el coeficiente de ajuste común a todos los países y sectores, cumpliendo la condición de $0 < \mu < 1$.

Esto significa que un país (y/o sector) puede ajustarse solo lentamente a la posición a largo plazo que vendría explicada por:

$$EXR = f(IDER, CLUR, INVR)$$

donde $IDER$ es la cuota de gasto empresarial en I+D; $CLUR$ los costes laborales unitarios relativos; $INVR$ el esfuerzo inversor medido como la FBCF respecto al VAB. Este modelo será contrastado con datos anuales correspondientes al período 1980-1993 y referidos a 11 países y 22 sectores que componen la muestra. Los datos proceden de *Structural Analysis Database (STAN)*, *Main Industrial Indicators* y *Basic Science and Technology Statistics*, bases de datos de la OCDE.

Tanto en la explicación neoclásica por el lado de la oferta, como en los análisis basados, en mayor o menor medida, en la visión shumpeteriana de la innovación, el efecto de la variable $IDER$ debería ser positivo. Un mayor gasto en I+D debería permitir la introducción en el mercado de nuevos productos, así como mejorar la calidad de los ya existentes. Además, los procesos de innovación permiten la reducción de costes mejorando así la competitividad. El segundo factor, $CLUR$, refleja

la influencia de los precios y se incluye para capturar las diferencias de costes entre países y sectores. No fue posible obtener índices de precios al nivel de desagregación adoptado en el estudio, por lo que se recurre como *proxy* a una medida del coste laboral unitario¹⁰. El signo esperado *a priori* para esta variable es relativamente ambiguo. Desde el punto de vista de los costes de producción, podría esperarse que los altos salarios provocaran una baja competitividad relativa, sobre todo en los sectores en los que las consideraciones de costes juegan un papel importante. Sin embargo, si los altos salarios son indicadores de altos niveles de formación, los bajos salarios podrían estar relacionados con baja competitividad. Finalmente, la variable *INVR* se puede interpretar como una medida de la capacidad productiva ligada a factores como el efecto del aprendizaje, la acumulación de experiencia y habilidades, o también al proceso de incorporación de las innovaciones a los nuevos bienes de capital. El signo esperado será, por tanto, positivo.

Dado que la muestra cubre el conjunto de industrias manufactureras, algunos sectores pueden ser más sensibles que otros a la ventaja tecnológica, las diferencias de precios, o al esfuerzo inversor. Cabe esperar, por ejemplo, que los sectores intensivos en tecnología, como el sector electrónico o la industria química, sean más dependientes de los factores tecnológicos, o que en las industrias maduras, en el sentido de la teoría del ciclo del producto, el factor precio tenga un papel más importante. De forma similar, también deben tenerse en cuenta las especificidades de los países, los factores del entorno social e institucional. Estos factores específicos pueden estar relacionados con las particularidades de los Sistemas Nacionales de Innovación¹¹: la

calidad de la cooperación técnica entre empresas y dentro de las empresas, las relaciones entre usuarios y oferentes, la naturaleza y calidad de los mecanismos de *interface*, las relaciones entre las empresas y las instituciones públicas en áreas como infraestructuras, oferta de trabajo cualificado, etcétera.

La estimación conjunta del modelo presenta un potencial sesgo ya que implica la restricción de que los valores de los coeficientes son comunes para toda la muestra. Este sesgo se deriva de la omisión de variables específicas de países (y/o sectores) que son constantes entre sectores (y/o países). Aceptando la existencia de heterogeneidad¹² en los coeficientes, se debe plantear una especificación del modelo que permita que los coeficientes de las variables explicativas sean variables, manteniendo como apropiada la relación entre las variables.

Los efectos específicos y diferenciales de países y sectores serán tratados como constantes fijas. Concretamente, la determinación a largo plazo de las cuotas de exportación del país *i* sector *j* vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$LEXR_{ij}^* = \beta_{0ij} + \sum_k \beta_{kij} x_{kij} = \beta_{0ij} + \sum_k (\beta_k + \beta_{ki} + \beta_{kj}) x_{kij} \quad k = 1, 2, \dots, K$$

siendo *x* el conjunto de *k* variables explicativas introducidas, *i* el indicativo de país y *j* el indicativo de sector. El coeficiente β_{kij} es la suma de tres diferentes efectos: β_k que puede ser interpretado como un coeficiente medio común a todos los países y sectores; β_{ki} que recoge el efecto específico del país *i* (común a todos los sectores); y, finalmente, β_{kj} que refleja el factor específico del sector *j* (y común para todos los países).

¹⁰ El uso de los costes laborales unitarios relativos como *proxy* de los precios relativos es usado en trabajos como AMABLE y VERSPAGEN (1995), AMENDOLA *et al.* (1993). La inclusión de un número elevado de países y sectores dificulta la obtención de una variable de precios comparable. MAGNIER y TOUJAS (1994) incluyen los precios (de exportación) relativos pero la muestra sólo incluye los cinco países más desarrollados.

¹¹ El concepto de Sistema Nacional de Innovación es utilizado y definido por diversos autores (FREEMAN, 1988; LUNDEVALL, 1988, 1992; NELSON, 1993). Un sistema nacional de innovación es «un conjunto de distintas

instituciones que conjuntamente contribuyen al desarrollo y difusión de las nuevas tecnologías y ofrece un marco dentro del que los gobiernos elaboran e implementan políticas para influir en el proceso de innovación» (METCALFE, 1995, páginas 462).

¹² Para contrastar la heterogeneidad en los coeficientes se obtuvieron los estadísticos F, basados en el análisis de covarianza y recogidos en HSIAO (1986). Los contrastes se basan en la comparación frente al modelo básico que en su especificación no introduce efectos específicos. La evidencia estadística permite rechazar la hipótesis nula (ausencia de efectos específicos) en los tests efectuados por países, sectores y ambos.

CUADRO 1

FACTORES DETERMINANTES DE LAS CUOTAS DE EXPORTACION: EFECTOS MEDIOS

Variable dependiente: LEXR			
Número de observaciones	3.068		
R ² ajustado	0,55		
Coeficiente de ajuste			
	Coeficiente	t-stat	Prob.
μ	0,56*	4,676	0,00
Efecto medio a largo plazo (β)			
LIDER	0,0456*	3,2134	0,00
LCLUR	-0,1748*	-4,0397	0,00
LINVR	0,0024	0,5446	0,58
Efecto medio a corto plazo			
LIDER	0,02598*	2,3570	0,01
LCLUR	-0,0995*	-5,8143	0,00
LINVR	0,0013	0,1457	0,88

NOTA: * Indica el rechazo de la hipótesis de nulidad del coeficiente al nivel de significación del 5 por 100.

CUADRO 2

FACTORES DETERMINANTES DE LAS CUOTAS DE EXPORTACION: EFECTOS NACIONALES

Variable dependiente: LEXR						
Efecto a largo plazo por países (β+β _i)						
	I+D		Costes laborales		Esfuerzo inversor	
	Coeficiente	Prob.	Coeficiente	Prob.	Coeficiente	Prob.
Alemania	0,2610*	0,00	-0,4850*	0,00	-0,0603	0,21
Dinamarca	0,0121	0,71	0,0579	0,45	-0,0377	0,35
España.....	0,0643*	0,00	-0,0430	0,69	-0,0047	0,90
Estados Unidos	-0,2043*	0,00	-0,4135*	0,00	-0,0113	0,88
Finlandia	-0,0671	0,11	-0,4719**	0,06	0,0927**	0,06
Francia.....	0,0375	0,22	0,0643	0,28	0,0452**	0,06
Países Bajos...	0,1935*	0,00	-0,2482*	0,00	-0,0574**	0,09
Italia	0,0488**	0,08	-0,1168	0,17	-0,0050	0,90
Japón.....	0,0259	0,69	0,3529*	0,00	-0,0743	0,20
Reino Unido...	-0,0324	0,43	-0,0166	0,86	0,1014**	0,06
Suecia.....	0,1925*	0,00	-0,6032*	0,00	0,0280	0,55

NOTAS:

¹ Para cada variable, el coeficiente a largo plazo es la suma del coeficiente medio general y el coeficiente específico del país.

² P-value es el nivel de significación del test de nulidad para el correspondiente coeficiente.

³ *, **, indican el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 5 por 100 y 10 por 100 respectivamente.

Incorporando esta ecuación en aquélla que define el mecanismo de ajuste parcial, el modelo que se estima tiene, finalmente, la siguiente especificación:

$$LEXR_{ijt} = \mu\beta_{0ij} + \mu\beta_{1ij}LIDER_{ijt} + \mu\beta_{2ij}LCLUR_{ijt} + \mu\beta_{3ij}LINVR_{ijt} + (1 - \mu) LEXR_{ijt-1} + \epsilon_{ijt}$$

con $\beta_{kij} = (\beta_k + \beta_{ki} + \beta_{kj})$ para cada variable explicativa y $\sum_i \beta_i = 0$, $\sum_j \beta_j = 0$, restricciones impuestas para poder realizar la estimación. Esta especificación permite identificar y estimar los efectos específicos de los países y sectores al tiempo que permite un número suficientemente alto de grados de libertad.

Esta formulación asume que las diferencias de elasticidades entre industrias es la misma para todos los países. Esto significa que si, en un país determinado, una industria tiene una mayor elasticidad que otra, la misma diferencia existirá en todos los países de la muestra. De forma análoga, las diferencias de elasticidades entre países

serán las mismas para todas las industrias. Esto equivale a superponer de forma aditiva las especificidades nacionales y sectoriales.

En el Cuadro 1 se recoge la estimación obtenida para el coeficiente de ajuste, junto con la estimación de los efectos medios a largo y corto plazo entre países y sectores. El método de estimación utilizado fue el de variables instrumentales, corrigiendo la heterocedasticidad existente en el modelo, corrección efectuada en una segunda etapa a partir de los residuos consistentes obtenidos en la estimación por variables instrumentales¹³.

¹³ A efectos de estimación, las variables están expresadas en logaritmos y en diferencias respecto a las medias temporales para cada grupo (i, j). Dada la presencia de endógena retardada en el modelo, la estimación «intro», habitual en los modelos de datos de panel con efectos fijos, no permite obtener estimadores con buenas propiedades, debido a que se mantiene la correlación asintótica entre los residuos del modelo transformado en desviaciones respecto a la media y la endógena retardada (MATYAS y SEVESTRE, 1996).

El parámetro de ajuste, claramente significativo, toma un valor de 0,56. Respecto a los efectos medios por variable tiene los signos esperados (positivo para la I+D y la inversión y negativo para los costes laborales). Sin embargo, la variable que mide el esfuerzo inversor resulta no significativa. El mayor impacto es ejercido por la variable de costes laborales, indicando una disminución de 0,17 por 100 en el largo plazo. Este comportamiento se repite en el caso de los efectos específicos de los países, pero el rango de valores de las elasticidades presenta gran fluctuación entre países.

Los resultados reflejan una considerable variación entre países e ilustran la diversidad existente entre ellos (Cuadro 2). La variable de I+D es positiva en 8 de los 11 países de la muestra. Es significativa para Alemania, España, Países Bajos, Italia y Suecia y no significativa en el caso de Dinamarca, Francia y Japón. En los tres países en los que la variable de I+D presenta signo negativo resulta ser no significativa, excepto en el caso de Estados Unidos. Por otra parte, los valores obtenidos para las elasticidades muestran una alta disparidad alcanzando el valor máximo para Alemania (0,26), país con un patrón de especialización exportadora centrado en sectores de intensidad tecnológica media-alta (industria del automóvil o maquinaria eléctrica).

Los coeficientes de la variable de costes laborales son todos negativos con la excepción de Dinamarca, Francia y Japón. Esta variable se mantiene como un factor esencial en la explicación del comportamiento de las exportaciones para seis de los 11 países, siendo el signo el esperado (negativo), excepto en el caso de Japón. En la mayoría de los países esta variable resulta ser la que ejerce un mayor impacto sobre las cuotas de exportación. Esto no es así para España y el Reino Unido, países en los que siendo el coeficiente negativo resulta no significativo. En el caso de España, este resultado puede deberse a que, si bien, a lo largo de este período ha experimentado un incremento generalizado en las cuotas de exportación, éste ha sido más importante en algunos sectores de contenido tecnológico medio-alto, en los que, como se verá, la variable de costes laborales resulta ser no significativa.

La variable que recoge el esfuerzo inversor (*LINVR*) es, en general, la de menor significatividad. Se obtuvieron resultados significativos (a un nivel del 10 por 100) y positivos en tres países: Finlandia, Francia y Reino Unido, y significativo pero negativo en Países Bajos. El valor más alto corresponde a Reino Unido (0,10 por 100) país en el que esta variable tiene el mayor impacto.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los efectos específicos sectoriales (Cuadro 3). Comenzando por los costes laborales relativos, 18 de los 22 coeficientes obtenidos tienen signo negativo, de los cuales 12 resultan ser significativos al nivel de 5 por 100 y 10 por 100. Se trata de los siguientes sectores: alimentación, textil, madera, papel, industria química, industria farmacéutica, minerales no metálicos, metales no férreos, maquinaria de oficina y ordenadores, maquinaria no eléctrica, TV, radio y comunicaciones y maquinaria eléctrica. Por otra parte, en tan sólo un sector, «otro material de transporte», se obtuvo un coeficiente significativo y positivo. Esta variable tiene una influencia clara en un amplio rango de sectores, incluyendo sectores de bajo y alto contenido tecnológico, si bien es más acusada en los sectores que en la taxonomía de Pavitt (1984) se califican como «dominados por los proveedores» en los que la competencia vía precios es importante. Los sectores intensivos en producción aparecen clasificados según esta variable en una posición intermedia. Estos resultados son los esperados pero no ocurre lo mismo para los «sectores basados en la ciencia», que, en algún caso como los sectores «aerospacial» e «industria química», figuran en puestos relativamente elevados.

A priori, el signo de la variable de costes era relativamente ambiguo. Como se apuntó anteriormente, podía esperarse un signo positivo si esta variable refleja el nivel de cualificación de los trabajadores. Semejante relación es más plausible en sectores con una sofisticación tecnológica de los productos elevada, como el sector aerospacial o el sector electrónico. No obstante, la variable incluida en el modelo no parece ser una buena *proxy* del nivel de formación de los trabajadores.

CUADRO 3

**FACTORES DETERMINANTES DE LAS CUOTAS DE EXPORTACION: EFECTOS SECTORIALES
(Variable dependiente: LEXR)**

		Efectos sectoriales a largo plazo ($\beta+\beta_i$)					
		Costes laborales		Esfuerzo Inversor		I+D	
		Coeficiente	Prob.	Coeficiente	Prob.	Coeficiente	Prob.
31	Alimentación	-0,2674*	0,03	0,0679	0,43	-0,0134	0,79
32	Textil.....	-0,5149*	0,00	0,0013	0,98	-0,0426	0,19
33	Madera.....	-0,6884*	0,00	-0,1328*	0,04	-0,0408**	0,06
34	Papel	-0,3463*	0,00	0,0192	0,77	-0,0669**	0,06
3512	Química.....	-0,2526*	0,00	0,0358	0,58	0,2565*	0,00
3522	Farmacéutica.....	-0,2324**	0,06	0,1057*	0,03	0,1434	0,21
3534	Refino de petróleo.....	-0,0875	0,36	0,1317*	0,00	-0,0283	0,76
3556	Plásticos	-0,1002	0,38	0,0012	0,98	0,0653	0,16
36	Minerales no metálicos.....	-0,2165**	0,07	-0,1807*	0,01	-0,0382	0,31
371	Hierro y acero	-0,3464*	0,00	0,01656	0,76	0,0798	0,16
372	Metales no férreos	0,1131	0,38	-0,1292*	0,00	-0,1110*	0,00
381	Productos metálicos.....	0,0408	0,77	-0,1862*	0,02	0,0154	0,74
3825	Máquinas de oficina	-0,2219*	0,03	-0,0185	0,78	0,0331	0,60
382x	Maquinaria no eléctrica	-0,2718*	0,00	-0,0248	0,51	0,0757**	0,08
3832	Televisión, radio y comunicación.....	-0,1921*	0,02	0,1832*	0,00	-0,0964**	0,10
383x	Maquinaria eléctrica	-0,2306*	0,00	0,0823**	0,08	0,0864*	0,04
3841	Industria naval.....	-0,0711	0,71	0,1696	0,17	0,2762*	0,00
3842	Otro material de transporte.	0,3686*	0,00	-0,0834	0,18	-0,0120	0,89
3843	Automóvil.....	0,1566	0,16	0,0606	0,16	0,2039*	0,01
3845	Aeroespacial	-0,2853	0,20	0,0192	0,85	0,1948**	0,10
385	Equipo científico	-0,1584	0,12	-0,0424	0,11	0,0742*	0,05
39	Otras manufacturas	-0,0449	0,72	-0,0431**	0,09	0,0510	0,16

NOTAS:

¹ Para cada variable, el coeficiente a largo plazo es la suma del coeficiente medio general y el coeficiente específico del sector.

² P-value es el nivel de significación del test de nulidad para el correspondiente coeficiente.

³ *, **, indican el rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 5 por 100 y 10 por 100 respectivamente.

Para la variable de inversión, hay 13 sectores con coeficientes positivos, siendo tres significativos al 5 por 100 (industria farmacéutica, refino de petróleo, TV, radio y comunicaciones) y otro sector (maquinaria eléctrica) al 10 por 100. Cuatro sectores tienen coeficientes negativos y significativos (madera, minerales no metálicos, metales no férreos, y productos metálicos). Aunque los resultados de esta variable no son tan buenos (en términos de resultados significativos), es interesante señalar que la mayoría de los sectores que presentan una influencia significativa y positiva son sectores de contenido tecnológico alto-medio (esta variable obtiene los mayores

valores en industrias encuadradas en los «sectores basados en la ciencia», como cabría esperar). Sin embargo, la respuesta del esfuerzo inversor sobre la base del nivel tecnológico de las industrias es bastante ambigua, constatándose que la mayoría de los «sectores intensivos en producción» no se comportan conforme a lo esperado, es decir, los parámetros son no significativos y con frecuencia presentan signos incorrectos.

En lo relativo al efecto de la variable tecnológica, es positivo en 13 de los 22 sectores considerados, de los que siete son significativos, con un nivel de significación entre el 5 por 100

y el 10 por 100. Como cabría esperar, entre los sectores con efecto positivo y significativo se encuentran mayoritariamente sectores de alto-medio contenido tecnológico, como el sector químico o el sector de maquinaria eléctrica, y sectores de intensidad tecnológica muy alta como la industria de instrumentos y equipo científico y el sector aerospacial (sectores basados en la ciencia) Hay también un sector de bajo contenido tecnológico: la industria naval. Aunque no está en la frontera tecnológica, sus resultados comerciales se benefician de la investigación realizada en otras industrias manufactureras. Se obtienen coeficientes negativos y significativos para los sectores de muy baja intensidad tecnológica, como los sectores de la madera y el papel, pero también en el caso del sector de TV, radio y comunicaciones. Un coeficiente negativo y significativo, a corto plazo, para el sector electrónico fue obtenido igualmente en Wakelin (1997), si bien la muestra de países es más reducida y el análisis se refiere a los flujos de comercio bilaterales. Por otra parte, Magnier y Toujas-Bernate (1994) obtienen un coeficiente no significativo a largo plazo¹⁴.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la estimación del modelo econométrico para los países de la OCDE indican que la innovación no sólo afecta a las industrias de alta tecnología, sino que también es un factor determinante del comercio en un número importante de industrias de intensidad tecnológica media y baja. De esta forma, el potencial impacto de las políticas tecnológicas no se limita a los sectores de alto contenido tecnológico, pudiendo abarcar a aquellos sectores en los que los países mani-

fiestan una relativa fortaleza. Esto indica la conveniencia de redefinir las políticas tecnológicas nacionales, para no hacerlas depender en exclusiva de las industrias de alta intensidad tecnológica. Es necesario tener presente que el éxito de estos intentos va a estar limitado por las características de este tipo de sectores, fuertemente oligopolistas y con elevadas economías de escala, y por la existencia de una estructura de demanda, productiva y comercial que los sustente.

Siendo muy relevante el efecto que las diferencias en innovación tienen en la determinación de los flujos comerciales y la competitividad, no se puede obviar completamente el papel representado por la variable de costes laborales. El debate sobre la mejora de la competitividad tiende a centrarse excesivamente sobre factores de costes laborales, acentuando la necesidad de contener su crecimiento con el objetivo de mantener la competitividad. Esta parece ser una fórmula efectiva en algunos sectores pero no en su totalidad. Las mejoras en las tasas de innovación nacionales repercuten en un abanico más amplio. En este sentido, entre países con un nivel de desarrollo elevado, las ventajas competitivas pueden ser creadas a través de la innovación y la mejora de cualificación de la fuerza laboral.

Finalmente, deben señalarse dos cuestiones. Las diferencias sectoriales propuestas son más profundas y no pueden ser recogidas de forma completa a través de este tipo de tests. Los procesos de innovación y sus efectos sobre la dinámica industrial están limitados por las condiciones de partida de la estructura industrial y el entramado institucional en el que se desarrolla. En este sentido, la limitación, asociada a cualquier estudio econométrico, radica en la dificultad para cuantificar un proceso tan complejo como el cambio tecnológico, lo que conlleva, de forma inevitable, alguna simplificación. En particular, capturar las interrelaciones entre la innovación en los distintos sectores es problemático. Tanto los gastos en I+D como las patentes, indicadores de uso más habitual en el análisis económico, se refieren a sectores particulares y no tienen en cuenta la influencia de las innovaciones realizadas en otros sectores.

¹⁴ En la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta que, en algunos casos, productos de bajo contenido tecnológico están incluidos en sectores considerados globalmente como de alta intensidad tecnológica. Para algunos productos dentro de una industria, la innovación sigue teniendo una importancia crucial y la industria está actuando sobre la frontera tecnológica, mientras que otros productos están ya estandarizados y la innovación tiene menor importancia.

Referencias bibliográficas

- [1] ALONSO, J. A. (1992): «Ventajas comerciales y competitividad. Aspectos conceptuales y empíricos», *Información Comercial Española. Revista de Economía*, número 705, páginas 38-76.
- [2] AMABLE, B. y VERSPAGEN, B. (1995): «The Role of Technology in Market Shares», *Applied Economics*, volumen 27 (1), páginas 197-205.
- [3] AMENDOLA, M.; DOSI, G. y PAPAGNI, E. (1993): «The Dynamic of International Competitiveness», *Weltwirtschaftliches Archiv*, volumen 129 (3), páginas 451-471.
- [4] BELL, M. y PAVITT, K. (1993): «Technological Accumulation and Industrial Growth. Contrasts between Developed and Developing Countries», *Industrial and Corporate Change*, volumen 2 (2), páginas 157-210.
- [5] CIMOLI, M. y SOETE, L. (1992). «A Generalized Technology Gap Trade Model», *Economie Appliquée*, volumen XLV (3), páginas 33-54.
- [6] DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON R. y SOETE, L. (comp.) (1988): *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers.
- [7] DOSI, G.; PAVITT, K. y SOETE, L. (1990): *The Economics of Technical Change and International Trade*, Brighton, Harvester Wheatsheaf.
- [8] DOSI, G. y SOETE, L. (1983): «Technology Gaps and a Cost-based Adjustment: Some Explorations on the Determinants of International Competitiveness», *Metroeconomica*, volumen 12 (3), páginas 357-382.
- [9] FAGERBERG, J. (1988): «International Competitiveness», *Economic Journal*, volumen 98, páginas 355-74.
- [10] FREEMAN, C. (1988): *Technology Policy and Economic Performance*, Londres, Pinter Publishers.
- [11] GROSSMAN, G. M. y HELPMAN, E. (1995): «Technology and trade» *Discussion Paper* número 1134, CEPR (Centre for Economic Policy Research), Londres.
- [12] GROSSMAN, G. M. y HELPMAN, E. (1992): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Mass, MIT Press.
- [13] HSIAO, C. (1986): *Analysis of Panel Data*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [14] KALDOR, N. (1978): *Further Essays on Applied Economics*, Londres, Duckworth.
- [15] KRUGMAN, P. (1995): «Technology, trade and factor prices», NBER, *Working Paper* número 5355, Cambridge.
- [16] KRUGMAN, P. (1994): *Rethinking International Trade*, Massachusetts, MIT Press.
- [17] LEONTIEF, W. (1954): «Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-examined», *Economia Internazionale*, volumen 7 (1), páginas 3-32.
- [18] LUNDVALL, B. A. (eds.) (1992): *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publishers.
- [19] LUNDVALL, B. A. (1988): «Innovation as an Interactive Process. From User-producer Interaction to the National System of Innovation», en G. DOSI *et al.* (eds.), *Technical Change and Economy Theory*, Londres, Pinter Publishers.
- [20] MAGNIER, A. y TOUJAS-BERNATE, J. (1994): «Technology and Trade. Empirical Evidence for the Major Five Industrialized Countries», *Weltwirtschaftliches Archiv*, volumen 130 (3), páginas 494-520.
- [21] MATYAS, L. y SEVESTRE, P. (ed.) (1996). *The Econometrics of Panel Data*, Países Bajos, Kluwer Academic Publishers.
- [22] METCALFE, S. (1995): «The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives», en P. STONEMAN (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, Blackwell.
- [23] NELSON, R. R. (1993): *National Systems of Innovation. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- [24] NELSON, R. R. y WINTER, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass, Harvard University Press.
- [25] NELSON, R. R. y WINTER, S. (1977): «In Search of a Useful Theory of Innovation», *Research Policy*, volumen 6 (1).
- [26] PAVITT, K. (1984): «Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory» *Research Policy*, volumen 13 (6), páginas 343-373. [Reimpreso en C. FREEMAN, (1990): *The Economics of Innovation*, Aldershot, Edward Elgar Publishers].
- [27] ROMER, P. M. (1990): «Endogenous Technological Change», *Journal of Political Economy*, volumen 98, páginas 571-602.
- [28] SOETE, L. (1987): «The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered», *Research Policy*, volumen 16 (1), páginas 101-130.
- [29] STONEMAN, P. (ed.) (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, Blackwell.
- [30] VENCE, X. (1995): *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Madrid, siglo XXI.
- [31] VERSPAGEN, B. (1992): «Endogenous Innovation in Neoclassical Growth Models: A Survey», *Journal of Macroeconomics*, otoño, volumen 14 (4), páginas 631-662.
- [32] WAKELIN, K. (1998): «The Role of Innovation in Bilateral OECD Trade Performance», *Applied Economics*, volumen 30 (10), páginas 1335-1346.
- [33] WAKELIN, K. (1997): *Trade and Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar.