

LA DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA EN EUROPA: EXTERNALIDADES TECNOLÓGICAS ENTRE PAÍSES Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

*Esteban Fernández Vázquez
Carmen Ramos Carvajal*

Las actividades de investigación y desarrollo y su contribución al crecimiento de la productividad

El propósito de este trabajo es obtener un parámetro que recoja los efectos generados por la investigación y el desarrollo (I+D) en el país (j) sobre la productividad de otro país (i), lo que ocurre si existen efectos de derrame entre países que constituyen un espacio económico como la Unión Europea. Mientras que las teorías de crecimiento clásicas otorgaban un papel esencial a la acumulación de capital físico, las corrientes más recientes atribuyen cada vez más importancia a la dotación de otro tipo de factores productivos que lo complementen. En concreto, durante las últimas décadas la literatura económica ha dedicado gran atención a estudiar el fenómeno de cómo la disponibilidad de una elevada dotación de recursos ligados con el “conocimiento” (como el capital humano o las innovaciones tecnológicas) se ha convertido en un elemento clave para el crecimiento y el desarrollo económico. Esto es debido a que las inversiones que simplemente implican una acumulación de capital tanto privado (maquinaria, vehículos de transporte) como público (infraestructura) acaban produciendo ganancias en productividad progresivamente menores.

La intuición económica detrás de este argumento es que, para las economías que poseen dotaciones escasas de capital físico, las aportaciones adicionales de este factor contribuyen a incrementar fuertemente la productividad. Sin embargo, a partir de cierta cantidad de capital, las ganancias en productividad, generadas por incrementos sucesivos en su dotación, disminuyen. Piénsese en el ejemplo de una línea aérea de transporte de viajeros; para la productividad de esta empresa experimentarían un incremento descomunal el hecho de pasar de no tener ningún avión para realizar su actividad a poder disponer de uno. Probablemente su productividad también se viese incrementada si se invirtiese en un segundo avión, pero las ganancias en productividad derivadas de incorporar un avión adicional irían disminuyendo sucesivamente. A escala global, las economías donde los niveles de inversión en capital son reducidos, sí se verán beneficiadas en gran medida por incrementos en su dotación de capital físico. Sin embargo, en una economía más desarrollada, el papel que juegan esas inversiones no será tan importante, y debe prestarse atención a otros factores que contribuyan a mejorar la productividad.

Entre estos otros factores se encuentra la inversión en actividades de I+D. Volviendo al ejemplo anterior, a partir de cierto número de aviones en funcionamiento la aerolínea de nuestro ejemplo no recibiría ganancias en productividad significativas por adquirir un avión adicional, pero seguramente las obtendría si desarrollase una tecnología que, mediante la incorporación de cierto dispositivo en sus aeronaves, redujese el consumo de combustible. De nuevo, a escala agregada, es de esperar que las actividades en I+D hayan tenido una contribución significativa a las ganancias en productividad, ya que durante los últimos años se ha producido un incremento sustancial en este tipo de actividades en determinados países que se ha traducido en la obtención de ventajas comparativas para lograr tasas de crecimiento relativamente superiores a otras economías.

Sin embargo, los efectos generados por la investigación científica y tecnológica pueden difundirse también a territorios vecinos de los lugares donde este nuevo conocimiento se genera. En otras palabras, la acumulación de conocimiento obtenida mediante innovaciones tecnológicas puede producir algunos efectos externos sobre el desarrollo económico de otros países o regiones. Piénsese nuevamente en el ejemplo empleado anteriormente de la aerolínea. Además de las ganancias en la productividad que significaría desarrollar una tecnología ahorradora de combustible, esta innovación afectaría a la productividad de sus clientes, ya que le permitiría ofrecer precios más baratos que podrían redundar en el acceso al transporte aéreo para una mayor cantidad de clientes que anteriormente estaban excluidos de este mercado (por ejemplo, ejecutivos que con los nuevos precios pueden acceder a viajes de trabajo en un mismo día entre dos ciudades). Por otro lado, esta empresa podría experimentar ganancias en productividad si su proveedor de equipamiento informático desarrollase una tecnología que permitiese a la compañía aérea realizar sus gestiones con microprocesadores más rápidos. En otras palabras, los efectos sobre la productividad de la actividad en I+D no son apropiados exclusivamente por el agente que realiza la inversión, sino que en parte se externalizan.

Este tema de investigación no es nuevo en absoluto en la literatura. Se pueden encontrar varios trabajos que tratan de medir la contribución de la I+D para el crecimiento económico, incluido el papel desempeñado por la I+D en la generación de externalidades. Revisando de la literatura teórica, se podrían citar los estudios de Romer (1990), Grossman y Helpman (1991), Aghion y Howitt (1992) y las ampliaciones de algunos de estos modelos hechos por Jones (1995). Centrándose en los estudios empíricos, en el contexto de las repercusiones internacionales de la I+D, Coe y Helpman (1995) analizaron el efecto externo de la I+D en la productividad de los países. Para ello, utilizaron sumas ponderadas de dotaciones de I+D entre socios comerciales, y sus resultados sugieren un efecto importante sobre la productividad de la I+D del capital extranjero, al menos para los países más pequeños. Keller (1998) concluyó que la difusión internacional de la tecnología es un determinante importante de ingresos en el mundo.

A partir de las relaciones económicas entre los países miembros de la Unión Europea puede esperarse que los efectos de derrame de la I+D sean relevantes para el entendimiento de la productividad de estas actividades, y que los países tengan

capacidades diferenciadas para absorber estos derrames. El punto de partida para el análisis llevado a cabo en este trabajo será establecer una relación entre la productividad del factor trabajo en la industria i de un país c en un periodo de tiempo t , y las actividades de I+D que contribuyen a las variaciones en esta productividad:

$$LP_{it}^c = f \left[K_{it}^c, R_{it}^c, IR_{it}^c \right]$$

donde LP representa la productividad del trabajo y depende de tres variables: K es el acervo de capital físico, R es el acervo de I+D localizado en el país y finalmente IR es el acervo de I+D situado en otras zonas, pero que también afecta a la productividad del trabajo en industrias del país c . Parece bastante lógico suponer que no sólo la concentración de I+D en el país afecta a la productividad, sino que la concentración de I+D en otros lugares también puede tener un efecto, ya que los incrementos de conocimiento producidos mediante actividades de investigación y desarrollo pueden difundirse geográficamente y contribuir así a mejorar la productividad en otros lugares.

Tradicionalmente, los estudios previos que modelizan de este modo la productividad utilizan una matriz de pesos espaciales para la construcción de medidas de acervos de I+D indirectos (IR):

$$IR_{it}^c = \sum_{j \neq c}^N s_{cj} R_{it}^j, \forall i \neq j$$

Los elementos reflejan la interacción espacial entre los países c y j . Vienen de una matriz S de pesos espaciales, especificada a priori y que se fija en función del conocimiento o la creencia del investigador sobre el “verdadero”, pero desconocido, patrón presente en las relaciones espaciales para el conjunto de economías estudiadas. Una vez que los valores s_{cj} son impuestos, se utilizan junto con los datos para estimar el modelo. El problema es que, en la mayoría de los casos, es difícil tener certeza sobre la exactitud de la elección de los elementos s_{cj} . En la literatura empírica se han sugerido varias posibilidades para definir S, si bien generalmente se basan en un concepto de proximidad geográfica. Otros autores utilizan medidas de distancia no física sino económica, sobre la base de flujos de comercio internacional, las diferencias de ingresos, etc.¹ Cualquiera que sea el criterio específico que se aplica, la ecuación a estimar sería similar a la siguiente expresión:

$$\Delta \ln LP_{it}^c = \alpha(t) + \beta_K^c \Delta \ln K_{it}^c + \beta_R^c \Delta \ln R_{it}^c + \beta_{IR}^c \Delta \ln IR_{it}^c$$

En esta ecuación se considera que las variaciones en la productividad del factor trabajo vienen dadas por cambios en las dotaciones de capital físico y tecnológico (este último incluye tanto el interno al país como el indirectamente absorbido de

¹ Para una visión general de estas cuestiones, véase Los (2000) o Verspagen (1997a; 1997b).

otros países) más un término adicional que tiene en cuenta la posible influencia del ciclo económico (α) sobre variaciones exógenas en la productividad. Debe tenerse en cuenta que este enfoque conduce a la estimación de un único parámetro β_{IR}^c que puede tomarse como un efecto “promedio” de la difusión de la dotación I+D procedente de otros países sobre las variaciones de la productividad del país c . Esto significa que no es posible identificar las repercusiones internacionales específicas entre un determinado par de países diferentes de este “promedio”.

Desde el punto de vista del análisis económico en general y especialmente para las tomas de decisión de política tecnológica, una información muy útil vendría dada por la obtención de parámetros específicos que recojan los efectos indirectos generados por la I+D en un país j en la productividad del país i , pero si se utilizan técnicas de inferencia tradicionales estas estimaciones pueden ser problemáticas debido a varias razones. En primer lugar, el número de las observaciones disponibles pudiera no ser suficiente para tener un número positivo de grados de libertad (nótese que el número de parámetros a estimar ha aumentado considerablemente). Además, incluso con muestras lo suficientemente grandes, la presumiblemente alta colinealidad presente entre las variables explicativas afectará en gran medida las estimaciones.

En esta investigación, sugerimos utilizar una estrategia de estimación diferente que no requiere la especificación de una matriz S espacial, sino que directamente se estiman los parámetros de la ecuación siguiente:

$$\Delta \ln LP_i^c = \alpha(t) + \beta_K^c \Delta \ln K_i^c + \beta_R^c \Delta \ln R_i^c + \sum_{j \neq c}^N \beta_R^c \Delta \ln R_i^j$$

En este trabajo proponemos utilizar una estimación de estas ecuaciones basada en medidas de entropía, pues esta técnica tiene propiedades interesantes cuando se abordan problemas donde aparecen números negativos de grados de libertad o donde se encuentran tamaños de muestra reducidos o conjuntos de datos afectados por colinealidad elevada entre las variables explicativas. En Golán *et al.* (1996) o Kapur y Kesavan (1992) pueden encontrarse extensas descripciones de este procedimiento de estimación y sus problemas; asimismo, los autores están en condiciones de proporcionar notas donde se explican las bases de la metodología empleada.

Datos y estrategia de estimación

Empleando la técnica econométrica descrita en la sección anterior, en esta sección se detalla el proceso de estimación del modelo detallado anteriormente, en el que se supone que la acumulación de capital físico junto con las actividades de I+D son los causantes del crecimiento de la productividad laboral, junto con una medida exógena de crecimiento de la productividad compuesta por una constante α más dos variables dummy temporales (α_{t1}) y (α_{t2}) para incluir la posible influencia del ciclo económico

$$\Delta \ln LP_{it} = \alpha + \alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \beta_K \Delta \ln K_{it} + \beta_I^c \Delta \ln R_{it} + \sum_{j \neq c}^N \beta_j \Delta \ln R_{it}$$

para el caso de la industria manufacturera en diez países europeos (a saber: Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Países Bajos, España, Suecia y Reino Unido), tomando datos para trece industrias. Nuestra elección para este nivel de agregación específico se debe principalmente a la disponibilidad de datos de productividad por trabajador, acervos de capital físico y acervos de capital tecnológico (acervo de I+D) en la base KLEMS de la Unión Europea (EUKLEMS, 2007), que es la más extensa de las actualmente disponibles. Además, puesto que el número de países para los que los datos necesarios están disponibles es relativamente pequeño, hemos decidido considerar tres subperiodos: 1976-1983, 1984-1991 y 1992-1999² y calcular tasas medias de crecimiento de todas las variables incluidas en la ecuación, lo que nos deja con treinta y nueve observaciones por país, medidas en moneda nacional y a precios corrientes. Sin embargo, para el caso de Suecia, únicamente se dispone de datos sobre su dotación de capital físico para el periodo que va desde 1992 a 1999, por lo que en este caso específico, el número de observaciones se reduce únicamente a trece y los resultados deben ser tomados con cierta cautela.

La estimación del modelo para cada uno de los diez países a estudiar con estos datos está afectada por algunos problemas. En primer lugar, el hecho de disponer de treinta y nueve observaciones solamente y de catorce parámetros que se van a estimar hace que el número de grados de libertad sea relativamente bajo para aplicar técnicas de estimación basadas en teoremas límites. Por otro lado, debido a la considerable correlación presente en las dotaciones de I+D entre los países europeos, la muestra también está afectada por un problema de multicolinealidad. La magnitud de este fenómeno se analiza en este trabajo utilizando el número de condición de la matriz de información muestral (Belsley, Kuh y Welsch, 1980).

Resultados de la estimación

Los problemas señalados anteriormente imposibilitan la aplicación de técnicas de estimación tradicionales, que se basan en teoremas límites para garantizar su buen funcionamiento, a la hora de estimar el conjunto de regresiones expresado anteriormente. De hecho, la estimación por mínimos cuadrados ordinarios de esta ecuación para los diez países estudiados ofrece los resultados que se muestran en el cuadro 1. Nótese que este cuadro puede leerse tanto por filas como por columnas: por filas están dispuestos los diez países para los cuales se ha estimado la ecuación anterior, por lo que fila a fila tenemos la capacidad de cada país de “absorber” las externali-

² Las variables dummy α_{i1} y α_{i2} toman valores igual a uno para los periodos 1984-1991 y 1992-1999 respectivamente.

CUADRO I
 RESULTADOS DE UNA ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS¹

	β	α_{I1}	α_{I2}	β_{DEN}	β_{FIN}	β_{FRA}	β_{GER}	β_{IRE}	β_{ITA}	β_{NL}	β_{SPA}	β_{SWE}	β_{UK}	β_K	R^2
Den	0.011	0.001	0.010	0.054	0.008	-0.239	0.040	-0.027	0.016	-0.148	-0.026	0.254*	0.052	0.030	0.407
Fin	0.028	0.004	0.010	0.038	0.143	-0.257	-0.200	-0.067	0.012	-0.272**	-0.018	0.160	0.198	0.591**	0.548
Fra	0.101*	0.082	-0.025	-0.368	0.247	-0.858*	-0.610	-0.597	0.042	0.019	0.081	0.771*	0.845	0.305	0.422
Ger	-0.006	-0.020	0.003	0.039	0.086	0.188	0.065	0.179	0.019	0.094	0.008	-0.232	0.097	-0.080	0.339
Ire	0.044**	-0.044**	-0.027	0.226**	0.122	-0.088	-0.123	0.031	-0.006	-0.266**	0.086	0.046	0.567**	0.094	0.651
Ita	0.008	-0.015	-0.036**	0.051	-0.033	0.191	-0.053	0.016	0.037	0.111	0.001	0.181	-0.141	0.187	0.489
Nl	0.032**	-0.028**	-0.010	0.045	0.067	-0.074	0.094	0.104**	0.008	-0.030	-0.015	0.013	0.235	-0.219**	0.514
Spa	0.019	-0.023**	-0.031**	0.085*	-0.050	0.096	0.064	0.006	-0.005	0.105	-0.046	0.164*	-0.083	0.214*	0.633
Swe	0.026			-0.205**	0.416**	0.236	-0.735*	0.463**	0.389**	-0.176**	-0.347**	0.010	0.391	0.275*	0.948
UK	0.027**	-0.015	-0.018**	0.060	0.028	-0.004	-0.014	0.036	0.007	0.027	-0.061**	0.080	0.015	0.148**	0.609

¹ Las claves para designar estos países son Dinamarca (Den), Finlandia (Fin), Francia (Fra), Alemania (Ger), Irlanda (Ire), Italia (Ita), Países Bajos (NL), España (Spa), Suecia (Swe) y Reino Unido (UK).

NOTA: Las estimaciones significativamente diferentes de 0 al 5% son resaltadas en negrita y marcadas con **, mientras que las significativamente diferentes de 0 al 10% son marcadas con *. No se muestran estimaciones de las dummies temporales α_{I1} y α_{I2} para Suecia porque únicamente se dispone de datos para el periodo 1992-1999. Las elasticidades correspondientes a variaciones en el stock de I+D de cada país se denotan con un símbolo β con el subíndice que designa al país correspondiente.

dades tecnológicas. Por otro lado, a lo largo de las columnas tenemos las elasticidades de la productividad ante cambios en el acervo de I+D, por lo que columna a columna tenemos las respectivas capacidades de “difundir” externalidades entre los países situados en cada fila. Obviamente, en la diagonal principal del cuadro (sus celdas aparecen marcadas en gris) tenemos los efectos que sobre un país tienen variaciones en su propia dotación de I+D.

Como puede apreciarse, el tamaño reducido de muestra (característica agravada por la presencia de colinealidad) hace que las varianzas de los estimadores de mínimos cuadrados sean muy elevadas y que resulte difícil rechazar la hipótesis de que los parámetros sean significativamente diferentes de cero. Así, se encontrarían muy pocos casos en los que aparecen estimaciones significativamente diferentes de cero, sugiriendo un muy reducido grado de difusión de la tecnología entre los países europeos. Por otra parte, el signo de las estimaciones es en numerosas ocasiones negativo, sugiriendo que los incrementos en la actividad tecnológica en otros países “restan” productividad a los trabajadores (este signo negativo se observa a veces en el caso de la propia dotación de I+D e incluso del capital físico).

Sin embargo, estos resultados pueden venir condicionados en gran medida por la dificultad de aplicar la técnica de mínimos cuadrados en estas condiciones, por lo que se ha recurrido a la estimación de las ecuaciones empleando la técnica de máxima entropía generalizada (GME). Para ello es necesario definir unos vectores de soporte que recojan los valores factibles de realización de los parámetros a estimar. Puesto que los parámetros β de estas ecuaciones reflejan elasticidades, hemos definido los vectores de soporte b , comunes a todos ellos como $b=(0, 0.5, 1)$. Es decir, suponemos que la elasticidad del producto respecto tanto al capital tecnológico como al físico, es no negativa y puede oscilar entre el 0 y el 100 por ciento, lo que se muestra como un rango de valores suficientemente amplio como para recoger el verdadero valor del parámetro. Por otra parte, dado el desconocimiento que tenemos sobre un conjunto de valores factibles tanto para la constante como para las dummies temporales, hemos optado por emplear como vector de soporte para estos parámetros un conjunto de valores mucho más amplio como $b=(-10, 0, 10)$. Para el término de error hemos seguido el procedimiento habitual de emplear la regla de las tres desviaciones típicas (Pukelsheim, 1994) fijando el vector de soporte centrado en cero $v=(-3\hat{\sigma}_y, 0, 3\hat{\sigma}_y)$ siendo $\hat{\sigma}_y$ la respectiva desviación típica muestral de la variable dependiente. Los resultados de las estimaciones GME (incluidos los t-ratios) se muestran en el cuadro 2.

Si bien la bondad de ajuste de las estimaciones por máxima entropía (ME) no resultan demasiado elevadas en ningún caso (obsérvese, no obstante, que en el caso de las estimaciones por mínimos cuadrados tampoco se alcanzaban en general coeficientes de determinación elevados sugiriendo que la productividad del trabajo pueda venir explicada en gran parte por otros factores además de los considerados en el modelo), los resultados mostrados en el cuadro 2 ofrecen algunas conclusiones interesantes sobre la difusión de las actividades tecnológicas entre los países estudiados.

En primer lugar, se detectan algunos casos donde las actividades tecnológicas desarrolladas en el propio país parecen presentar una contribución significativa a

CUADRO 2
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN POR ME¹

	β	β_{I1}	β_{I2}	β_{DEN}	β_{FIN}	β_{FRA}	β_{GER}	β_{IRE}	β_{ITA}	β_{NL}	β_{SPA}	β_{SWE}	β_{UK}	β_K	R^2
Den	-0.023**	-0.006	0.008	0.117**	0.027	0.021	0.094	0.000	0.029	0.014	0.000	0.162*	0.176*	0.143*	0.123
Fin	-0.013**	0.003	0.039**	0.041**	0.024	0.003	0.003	0.000	0.015**	0.001	0.000	0.262**	0.136**	0.709**	0.170
Fra	0.026**	0.227**	0.000	0.009*	0.019**	0.006	0.023**	0.000	0.015**	0.014*	0.003	0.388**	0.086**	0.061**	-1.442
Ger	-0.063**	-0.019*	0.018**	0.125**	0.106*	0.317**	0.178**	0.174**	0.065**	0.255**	0.050*	0.023	0.228*	0.063	0.082
Ire	-0.001	-0.032**	-0.016	0.274**	0.093	0.081	0.053	0.050	0.032	0.047	0.060	0.209	0.367	0.156*	0.459
Ita	-0.026**	0.001	-0.018	0.078	0.018	0.158	0.046	0.033	0.054**	0.166**	0.034	0.196*	0.078	0.256*	0.341
Nl	-0.026**	-0.001	0.015**	0.147**	0.001	0.051**	0.157**	0.098**	0.042**	0.103**	0.012**	0.166*	0.071*	0.000	0.018
Spa	-0.002	-0.017**	-0.020**	0.074	0.010	0.114	0.062	0.005	0.008	0.141**	0.000	0.140*	0.127	0.308**	0.507
Swe	-0.062			0.208	0.336	0.122	0.168	0.326	0.103	0.155	0.051	0.315	0.322	0.350	0.171
UK	0.010	-0.011	-0.013	0.060	0.029	0.043	0.013	0.026	0.014	0.062	0.000	0.114	0.169	0.163**	-0.189

¹ Las claves para designar estos países son Dinamarca (Den), Finlandia (Fin), Francia (Fra), Alemania (Ger), Irlanda (Ire), Italia (Ita), Países Bajos (NL), España (Spa), Suecia (Swe) y Reino Unido (UK).

NOTA: Las estimaciones significativamente diferentes de 0 al 5% son resaltadas en negrita y marcadas con **, mientras que las significativamente diferentes de 0 al 10% son marcadas con *. No se muestran estimaciones de las dummies temporales α_{i1} y α_{i2} para Suecia porque únicamente se dispone de datos para el periodo 1992-1999. Las elasticidades correspondientes a variaciones en el stock de I+D de cada país se denotan con un símbolo β con el subíndice que designa al país correspondiente.

Adicionalmente a las estimaciones de los parámetros se muestra una medida de bondad de ajuste (pseudo-R²) obtenido como $1 - \frac{[\sum_i \sum_t (\epsilon_{it})^2]}{(\sum_i \sum_t (DLP_{it})^2)}$

Nótese que a diferencia de la estimación por mínimos cuadrados, en la que se garantiza que los coeficientes de determinación están siempre acotados entre 0 y 1, esta característica no se verifica en el caso de estimación con medidas de entropía (Arndt *et al.*, 2002).

la productividad laboral, como son los casos de Italia, Países Bajos, Alemania y Holanda; circunstancia que no era capaz de observarse mediante la estimación por mínimos cuadrados. Además, para los países donde la acumulación de capital tecnológico parece no jugar un papel demasiado relevante, es la presencia de capital privado no tecnológico el que se destaca como principal impulsor de la productividad, en la línea con lo esperado.

La difusión de los efectos derivados de las actividades de I+D también es resaltada a la luz de los resultados mostrados en el cuadro 2. El número de estimaciones significativamente positivas se incrementa en gran medida al adoptar la técnica de ME, lo que permite observar cómo los países europeos que tradicionalmente han concentrado la mayor parte de las actividades tecnológicas: Alemania, Países Bajos y, en menor medida, Francia y Finlandia, son los capaces de absorber las externalidades positivas generadas por las actividades de I+D en otras economías. En el extremo opuesto se sitúan los países del sur de Europa, como España o Italia, que posiblemente debido a un esfuerzo inversor en tecnología históricamente menor, no son capaces de beneficiarse de estas externalidades. Sorprende el caso del Reino Unido, que pese a destacar como uno de los principales generadores de “derrames” tecnológicos hacia otros países, junto con Dinamarca y Suecia, no parece aprovecharse de las actividades de I+D en otros Estados; si bien, esto puede ser debido a que su especialización industrial no se vea afectada por el tipo de investigación tecnológica llevada a cabo en el resto de Europa.

Es destacable también, finalmente, el papel jugado por la dimensión geográfica en el proceso de difusión estudiado. Observando estos resultados parece inmediato concluir que la distancia no juega un papel demasiado trascendente en el proceso de generación de externalidades tecnológicas, dado que la mayor parte de ellas así como las más importantes cuantitativamente tienen lugar entre países no necesariamente cercanos (por ejemplo, los resultados indican que las actividades de I+D en Suecia generan mayores efectos en Francia que en Finlandia o Dinamarca).

En resumen, de acuerdo con el estudio en Italia, los Países Bajos y Alemania, las actividades de I+D desarrolladas en el propio país contribuyen significativamente a la productividad del trabajo y por otra parte, Francia y Finlandia junto con Alemania y los Países Bajos son capaces de apropiarse de los beneficios de I+D desarrollados en otros países, a través del comercio. Por el contrario, el sur de Europa es incapaz de beneficiarse de los desarrollos tecnológicos externos. El Reino Unido, Dinamarca y Suecia son “exportadores de derrames tecnológicos” a otros países y al mismo tiempo, tampoco se benefician de las actividades de I+D realizadas en otras economías.

Conclusiones

Estos resultados parten de una estimación por GME para el estudio de la difusión de externalidades tecnológicas entre un grupo de países europeos para el periodo 1973-1999. Para llegar a ellos, se ha estimado un conjunto de ecuaciones que modeliza las

variaciones en la productividad del factor trabajo en función de los cambios en las dotaciones de capital físico y tecnológico. Los efectos generados por la acumulación de capital tecnológico se miden a partir de las respectivas dotaciones de I+D teniendo en cuenta tanto el stock interno del país como el indirectamente absorbido de otros países.

Aunque los resultados obtenidos con el método ME deben ser tomados con cautela, esta metodología se perfila como un procedimiento de estimación útil para obtener evidencia empírica sobre los fenómenos económicos que, al estar caracterizados por muestras de información limitada, no son fácilmente tratables con los métodos econométricos más habituales. Así lo ilustra la comparación realizada entre la estimación ME y la estimación por mínimos cuadrados. Al contrario que en la estimación ME, cuando se emplean técnicas tradicionales de estimación, la multicolinealidad no permite obtener evidencia de la presencia de difusión tecnológica. Este tipo de muestras de información limitada son frecuentes, por lo que la estimación por ME proporciona una alternativa de interés para el análisis empírico futuro y para la consiguiente toma de decisiones en el marco de una política de impulso de las actividades tecnológicas que tenga en cuenta este tipo de fenómenos.