



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI  
DEPARTAMENT D'ECONOMIA



## WORKING PAPERS

Col·lecció “DOCUMENTS DE TREBALL DEL  
DEPARTAMENT D'ECONOMIA - CREIP”

Innovación, frontera tecnológica y capacidad  
absortiva: un estudio a nivel de países

Verònica Gombau  
Agustí Segarra

Document de treball n.23 - 2012

**DEPARTAMENT D'ECONOMIA – CREIP**  
**Facultat d'Economia i Empresa**



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI  
DEPARTAMENT D'ECONOMIA



*Edita:*

Departament d'Economia  
[www.fcee.urv.es/departaments/economia/public\\_html/index.html](http://www.fcee.urv.es/departaments/economia/public_html/index.html)  
Universitat Rovira i Virgili  
Facultat d'Economia i Empresa  
Avgda. de la Universitat, 1  
43204 Reus  
Tel.: +34 977 759 811  
Fax: +34 977 300 661  
Email: [sde@urv.cat](mailto:sde@urv.cat)

CREIP  
[www.urv.cat/creip](http://www.urv.cat/creip)  
Universitat Rovira i Virgili  
Departament d'Economia  
Avgda. de la Universitat, 1  
43204 Reus  
Tel.: +34 977 558 936  
Email: [creip@urv.cat](mailto:creip@urv.cat)

*Adreçar comentaris al Departament d'Economia / CREIP*

Dipòsit Legal: T - 969 - 2012

ISSN edició en paper: 1576 - 3382

ISSN edició electrònica: 1988 - 0820

**DEPARTAMENT D'ECONOMIA – CREIP**  
**Facultat d'Economia i Empresa**

# **Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: un estudio a nivel de países**

Verònica Gombau, Agustí Segarra

*Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Economia, CREIP, XREAP,  
Grup de Recerca d'Indústria i Territori  
Av. Universitat, 1, 43204 Reus, Spain*

## **ABSTRACT**

La principal aportación de este trabajo es poner de manifiesto que la capacidad absorptiva de las economías cambia en función de si el país es el líder o es un seguidor. Aunque tampoco olvidamos otras variables como son la I+D interna, la I+D externa, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones. Para ello, primero se prueba la presencia de una raíz unitaria y después se asegura una relación de cointegración entre las variables implicadas en el modelo para poder sacar conclusiones a largo plazo. Y por último, para estimar el modelo, se utilizará una técnica econométrica que combina el tratamiento tradicional de los datos de panel con las técnicas de cointegración: los Dynamics Ordinary Least Squares (DOLS). Esta técnica soluciona las limitaciones de los OLS, ya que su distribución no suele ser estándar por la presencia de un sesgo de muestras finitas (causado bien por la endogeneidad de las variables explicativas bien por la correlación serial de la perturbación). Utilizando un panel de datos que comprende 8 países de la OECD entre 1973-2004 y para el *Business Sector*, se encuentran diversos resultados, entre los que destacamos que la I+D interna, la I+D externa, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

Palabras claves: fuentes de la I+D, frontera tecnológica, capacidad absorptiva, raíces unitarias, cointegración, DOLS

Contacto: [veronica.gombau@urv.cat](mailto:veronica.gombau@urv.cat), [agusti.segarra@urv.cat](mailto:agusti.segarra@urv.cat)

## **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido financiada parcialmente por el Ministerio español de Ciencia e Innovación (proyecto ECO2009-08735) y el Grupo de Investigación consolidado 2009-SGR-907. Una versión anterior de este trabajo fue presentada al Seminario de Investigación: "Estructura de mercado y dinámica empresarial: factores determinantes de la innovación empresarial en las manufacturas y los servicios españoles"; 5 de marzo de 2010; Reus. Nosotros estamos agradecidos a los participantes por sus útiles comentarios. Por supuesto, cualquier error es nuestro.

## 1. Introducción

Desde 1776, año de aparición de *La riqueza de las naciones* de Adam Smith, el interés entre los economistas por descifrar las claves del crecimiento económico de los países y sus factores explicativos no ha dejado de crecer.

A pesar de los avances registrados durante este período de más de dos centurias, el estudio de por qué unos países crecen durante largos períodos de tiempo mientras otros se quedan atrapados en la trampa de la pobreza continúa siendo un “misterio”, tal como reconoce Elhanan Helpman (*The Mystery of Economic Growth*, 2004).

En las últimas décadas los avances registrados en el campo de las teorías del crecimiento económico han sido muy importantes. Los desarrollos posteriores a la tesis doctoral de Paul Romer, escrita en 1983 y publicada en 1986, abrieron nuevos horizontes. A partir de esta aportación, los nuevos modelos endógenos, a diferencia de los modelos neoclásicos, consideraron que la tasa de crecimiento a largo plazo de los países podía ser positiva sin necesidad de adoptar el supuesto de que la fuente del crecimiento fuera en último término exógena. Una parte significativa de los nuevos desarrollos situaron en el epicentro del proceso de generación de rendimientos no decrecientes las actividades de investigación y desarrollo (I+D) realizadas por las empresas en entornos de competencia imperfecta que dificultan la apropiabilidad de los resultados de las propias investigaciones y obligan a la intervención pública, con objeto de combatir la presencia de fallos de mercado.

A partir de la aportación de Paul Romer (1986), una serie de economistas, entre los que sobresalen Lucas (1988) y el mismo Helpman (2004), abordan el crecimiento económico desde perspectivas nuevas. Si antes el panorama mental de los economistas estaba dominado por los recursos materiales —el capital físico y los trabajadores— y el nivel de conocimientos integrados en una tecnología determinada, ahora predominan en él conceptos tales como las personas, las ideas y las cosas. Parece ser que el mundo que emerge ante nuestros ojos es observado por los economistas con nuevas lentes más apropiadas para dar cumplida respuesta a los retos del futuro. Ahora bien, el cambio de registro analítico no está libre de riesgos puesto que los esfuerzos por incorporar los factores relacionados con las ideas y el conocimiento han ido acompañados de nuevos interrogantes, parte de los cuales esperan su cumplida respuesta. Las ideas y el conocimiento son por naturaleza dimensiones ambiguas y escurridizas, difíciles de acotar dentro de los límites del análisis cuantitativo.

En los nuevos modelos de crecimiento endógeno, podemos enmarcar los avances registrados en dos líneas de trabajo. En primer lugar, una constante en los

desarrollos recientes es el mayor protagonismo de las ideas y la difusión del conocimiento. En segundo lugar, la percepción cada vez más compartida de que el conocimiento no cae del cielo, como el maná de los modelos neoclásicos, ni que tampoco circula como el viento, tal como defienden los primeros modelos de crecimiento endógeno.

En general, los modelos de crecimiento endógeno intentan dar una respuesta teórica y empírica a la diversidad de sendas de crecimiento registradas por las economías, incorporando entre las variables explicativas —endógenas— los determinantes del progreso técnico.<sup>1</sup> En cierta medida, si los modelos de crecimiento neoclásicos eclipsaron de alguna forma las aportaciones iniciales de los autores clásicos, desde los años ochenta los modelos de crecimiento endógeno recuperan el hilo del debate inicial al incorporar los conceptos de división del trabajo, economías externas, economías de aprendizaje, etc., en cierto modo apuntados en su momento por los economistas clásicos.

En las últimas décadas del siglo XX, los economistas han podido acceder a un volumen apreciable de datos a escala internacional que se ha traducido en una mayor cobertura geográfica y una perspectiva temporal más adecuada para analizar fenómenos que se manifiestan a largo plazo. En general, esta literatura de naturaleza empírica pone de manifiesto que debemos atribuir una parte sustancial del aumento de la productividad registrada por una muestra de países situados cerca de la frontera tecnológica mundial a la I+D generada fuera de sus fronteras (Coe y Helpman, 1995; Eaton y Kortum, 1999).

Esta literatura, que destaca el papel de las externalidades del conocimiento vinculadas a las actividades de I+D, se articula, en general, sobre dos argumentos. En primer lugar, para beneficiarse de los conocimientos del país líder primero hay que aprender a beneficiarse de uno mismo. En segundo lugar, los factores que determinan la habilidad de un país concreto para beneficiarse del conocimiento generado por la economía líder estarán relacionados con la distancia que separa al país receptor de la frontera tecnológica mundial.

El objetivo de este capítulo es analizar el impacto que tienen la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF del país objeto de estudio. Y, en particular, queremos analizar si la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera tiene un impacto positivo sobre la PTF del país objeto de estudio. Además, proponemos otra forma de medir la capacidad absorptiva.

Hasta ahora, todos los factores mencionados con anterioridad han sido tratados de forma separada en la literatura. Respecto a los modelos teóricos, podemos

---

<sup>1</sup> Véase Solow (1994).

decir que muchos de ellos analizan de manera individual cada una de las causas del crecimiento sin observar la interrelación existente entre estas y su influencia conjunta sobre dicho crecimiento. Y en cuanto a los modelos empíricos, podemos afirmar que, si bien suelen contemplar el efecto conjunto de las diversas causas que favorecen el crecimiento —a pesar de que habitualmente no prestan atención a las interrelaciones que subyacen entre ellas—, en ellos no se ofrece una explicación del origen de dichas causas, que a menudo aparecen como meras variables exógenas. Así, desde nuestro punto de vista esta forma de abordar el fenómeno del crecimiento económico es poco realista, ya que todas las causas que producen el crecimiento económico se encuentran interconectadas, por lo que resultaría más conveniente realizar el estudio conjunto.

En este trabajo vamos a analizar de manera conjunta todos los factores mencionados anteriormente. Como dicen Giménez y Sanaú (2007), un análisis que no interrelacionase los factores de crecimiento sería como una obra de teatro donde cada actor recitara sus diálogos a modo de monólogo y sin complementarse con el resto del elenco. Este hecho impediría captar la esencia de la obra interpretada, y únicamente tendríamos una visión parcial e incompleta de esta. Del mismo modo, las diferentes fuentes del crecimiento necesitan ser entendidas como elementos que se refuerzan unos a otros.

Utilizando un panel de datos que comprende ocho países<sup>2</sup> de la OCDE entre 1973-2004 y que se centra en el *business sector*, se encuentran diversos resultados, entre los que destacamos que la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

El resto del documento se distribuye de la siguiente forma: en la sección 2 se revisa la literatura que trata las causas de las diferencias en la PTF de los diversos países; la sección 3 presenta el modelo empírico y la construcción de las variables; la sección 4 explica los datos utilizados; la sección 5 muestra nuestros resultados empíricos; y la sección 6 destaca nuestras principales conclusiones.

## **2. Marco conceptual**

Un grupo inicial de trabajos (Romer, 1986; Lucas, 1988; Rebelo, 1991 y Barro, 1991) centraron sus esfuerzos en ir más allá de los tradicionales modelos

---

<sup>2</sup> Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Italia, Japón, Países Bajos y Reino Unido.

neoclásicos basados en la presencia de rendimientos decrecientes a escala. Al introducir en sus modelos externalidades relacionadas con el capital físico, las infraestructuras o el capital humano, lograron eliminar los rendimientos decrecientes a escala y, de este modo, consiguieron generar tasas positivas de crecimiento.

Un segundo grupo de trabajos (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; y Aghion y Howitt, 1992) desarrollan modelos de crecimiento derivados de la innovación en economías abiertas —*New innovation-driven growth theory*—. Sus autores destacan, como fuente explicativa de las diferencias entre los niveles y las tasas registradas de productividad de los diferentes países, la importancia de los esfuerzos innovadores y de las externalidades del conocimiento tecnológico, tanto nacionales como internacionales, en las actuales economías abiertas.

Los nuevos desarrollos teóricos parten de modelos de equilibrio general en los que una diversidad de sectores y países se interrelacionan a través del comercio. El objetivo de estos modelos es analizar el impacto del comercio sobre el crecimiento a largo plazo, tanto en los bienes intermedios como en los bienes finales. En este marco, la tecnología se difunde a través de su plasmación en los *inputs* intermedios desde dos enfoques diferentes.

Por una parte, tenemos el enfoque de la variedad (Romer, 1990), en el cual una expansión de la gama de *inputs* intermedios disponibles aumenta la productividad total de los factores, mientras que la inversión en el desarrollo de nuevos *inputs* intermedios aumenta el stock de conocimiento, el cual reduce los costes en I+D futuros. Como resultado, hay *spillovers* de la I+D en curso para actividades futuras de I+D. En un contexto internacional, estos *spillovers* cruzan los límites, lo que implica que la I+D de un país impacte no solo en los costes en I+D futuros de las empresas domésticas, sino también en los costes en I+D futuros de las empresas extranjeras. El alcance que tienen estos *spillovers* sobre las empresas extranjeras podría depender de las relaciones económicas entre países, tales como el volumen de su comercio bilateral o las características de los productos comercializables.

Por otra, tenemos el enfoque de las mejoras de los *inputs* intermedios existentes (modelo de la escalera de calidad) de Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), donde una mejora en la calidad de un *input* intermedio aumenta su productividad por un factor proporcional fijo definido como un peldaño en la escalera de calidad. Como resultado, una nueva mejora de un producto permite a innovadores futuros empezar sus mejoras con un nivel de calidad más alto. En consecuencia, hay *spillovers* en I+D. Naturalmente, estos *spillovers* solicitados por los innovadores construyen la calidad de los productos disponibles, tanto domésticos como extranjeros. No obstante, el grado en que los innovadores

extranjeros pueden mejorar un producto doméstico podría depender de las relaciones económicas bilaterales entre los países y del enfoque de la variedad.

Estos desarrollos sobre la inversión en I+D de las empresas y sus implicaciones sobre el conjunto de la economía se han traducido en una serie de aportaciones empíricas de gran interés. El punto de partida es el trabajo de Coe y Helpman (1995). Estos autores argumentan que, en un mundo con comercio internacional de bienes y servicios y un intercambio internacional de información y diseminación de conocimiento, la productividad de un país depende tanto de su propia I+D como de los esfuerzos en I+D de sus socios de comercio. La I+D propia produce bienes y servicios comercializables y no comercializables que dan lugar a un uso más efectivo de los recursos existentes y, por lo tanto, a un incremento del nivel de productividad de un país. Además, la I+D propia aumenta los beneficios de un país gracias a las ventajas técnicas extranjeras, y cuanto más ventaja coge un país de los avances tecnológicos del resto del mundo, más productivo llega a ser. Los beneficios de la I+D extranjera pueden ser directos o indirectos. Los beneficios directos consisten en aprender sobre las nuevas tecnologías, materiales, procesos de producción o métodos de organización. Los beneficios indirectos provienen de las importaciones de bienes y servicios que han sido desarrollados por los socios de comercio. En ambos casos la I+D extranjera afecta a la productividad de un país, si bien es cierto que la I+D extranjera tendrá un efecto más fuerte en la productividad doméstica cuanto más abierta esté su economía al comercio internacional.

Junto al trabajo de Coe y Helpman (1995), encontramos otros trabajos en la misma línea, entre los que destacamos los de Coe et ál. (1997), Keller (1997, 1998, 2002), Lichtenberg y Van Pottelsberghe de la Potterie (1998), Xu y Wang (1999), Frantzen (2000), Funk (2001), Del Barrio-Castro et ál. (2002), Crespo et ál. (2004a, 2004b), Khan y Luintel (2006) y Coe et ál. (2009). En este grupo predominan los trabajos que abordan los efectos del comercio internacional sobre el progreso técnico desde una perspectiva agregada, si bien a menudo difieren respecto al número de países, el período de observación, las fuentes primarias utilizadas, los criterios de elaboración de las variables y los métodos econométricos. Aun así, todos estos trabajos consideran dos aspectos a tener en cuenta. En primer lugar, que los *spillovers* tecnológicos procedentes del exterior alcanzan un nivel relevante, a menudo por encima de los registrados por los *spillovers* generados en el interior del país. En segundo lugar, los flujos comerciales y, por lo tanto, las relaciones bilaterales con los socios comerciales exteriores surgen como un mecanismo relevante en la transmisión internacional de los conocimientos tecnológicos.

Podemos agrupar la literatura que ha visto la luz a partir de Coe y Helpman (1995) en cuatro categorías:



1) Los estudios que reclaman una construcción más adecuada del stock de capital tecnológico, tanto interno como externo.

2) Los estudios que defienden la incorporación de un mayor número de determinantes de la PTF.

3) Los trabajos que incorporan nuevas dimensiones del proceso innovador, tales como la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva, el sistema financiero o las instituciones.

4) Los trabajos que proponen nuevos métodos econométricos.

## 2.1. I+D y stock de capital tecnológico

Entre los trabajos que reclaman una construcción más adecuada del stock de capital tecnológico, tanto interno como externo, el debate gira en torno de los métodos de ponderación utilizados, sobre todo para el stock de capital de I+D externo.

En cuanto al stock de capital doméstico, el acuerdo es prácticamente unánime. Coe y Helpman (1995) elaboran el stock de capital de I+D en el sector privado — *business sector*— a través del método del inventario permanente,

$$S_t^d = (1 - \delta)S_{t-1}^d + I + DV_{t-1}$$

Donde aplican una tasa de depreciación del 0,05 e I+DV son los gastos en I+D del sector privado en PPP en dólares del año 2000.

El punto de referencia se calcula de la siguiente forma:

$$S_0^d = I + DV_0 / (\delta + g)$$

Donde  $g$  es la tasa de crecimiento logarítmica media anual desde el año 0 al año  $t$ , es decir,

$$g = \frac{\log\left(\frac{I + DV_t}{I + DV_0}\right)}{t - 1}$$

La definición de Coe y Helpman (1995) para la confección del stock de capital de I+D extranjero ponderado por la cuota de importaciones bilaterales es la siguiente:

$$S_i^{f-biw} = \sum_{j \neq i} w_{ij} S_j^d$$

Donde  $w_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum_{j \neq i} M_{ij}}$ ,  $\sum_{j \neq i} w_{ij} = 1$ , y  $M_{ij}$  son las importaciones de bienes y servicios

del país  $i$  desde el país  $j$ .

Este criterio de ponderación otorga a cada país un stock de capital de I+D externo en función del stock tecnológico de sus *partners* internacionales y de sus flujos comerciales. No tiene en cuenta ni la distancia geográfica (Keller, 2001) ni la tecnológica (Abramovitz, 1986) respecto a los *partners*, ni la naturaleza de los bienes importados (Keller, 2001).

Algunos trabajos posteriores pusieron el acento en el método de ponderación utilizado. Por ejemplo, Lichtenberg y Van Pottelsberghe de la Potterie (1998) proponen una definición alternativa del stock de capital de I+D externo:

$$S_i^{f-LP} = \sum_{j \neq i} (M_{ij} / Y_j) S_j^d$$

Donde  $Y_j$  es el PIB corriente en el país  $j$ .

Y otra posible definición del stock de capital de I+D extranjero sería:

$$S_i^{f-avg} = \frac{\sum_{j \neq i} S_j^d}{n}$$

Donde  $n$  es el número de países.

## 2.2. Nuevos determinantes de la productividad

En la segunda categoría de trabajos se hallan aquellos que reclaman la inclusión de un mayor número de determinantes de la PTF.

Algunos autores incluyen el capital humano como determinante de la PTF (véanse, por ejemplo, Engelbrecht, 1997; Frantzen, 2000; Del Barrio-Castro et ál., 2002; Crespo et ál., 2004a, 2004b; y Khan y Luintel, 2006). Para estos autores, el capital humano explica la innovación fuera del sector I+D y otros aspectos del capital humano que quedan al margen de la I+D formal. La dotación de capital humano puede resultar decisiva para que una economía no solo innove, sino que también absorba y adapte las innovaciones foráneas. Un aumento en el nivel de capital humano afectará a la habilidad de las empresas para aprender y absorber

las innovaciones desarrolladas por otras empresas, tanto en el entorno doméstico como en el exterior.

Otros autores consideran que las importaciones son determinantes importantes de la PTF, ya que son conductos de difusión tecnológica (entre otros, Grossman y Helpman, 1991; Coe y Helpman, 1995; Keller, 1998, 2004; Coe y Hoffmaister, 1999; Van Pottelsberghe y Lichtenberg, 2001; Edmond, 2001; y Khan y Luintel, 2006). La mayoría de sus trabajos tienen en cuenta la composición y la intensidad de las importaciones. Un país que importase principalmente de países con altos niveles de I+D debería beneficiarse más que un país que importase principalmente de países con bajos niveles de I+D (composición de las importaciones). Y si hay dos países con la misma composición de socios de comercio, el país que esté más abierto al exterior para las importaciones se beneficiará más que el país que esté menos abierto para las importaciones (intensidad de las importaciones).

Otro grupo de trabajos muestran que el acceso al mercado exportador mejora la productividad doméstica sobre la base de la teoría del “aprendizaje para exportar” (entre otros, Bernard y Jensen, 1999; Clerides et ál., 1998; y Eaton y Kortum, 2001). En estos modelos, las empresas domésticas mejoran su especialización y productividad en el proceso de satisfacer la alta calidad de los productos de los clientes extranjeros.

Otros autores incluyen variables relacionadas con las políticas públicas en I+D y el ciclo económico (Guellec y Van Pottelsberghe de la Potterie, 2004).

Otros trabajos ven las infraestructuras como un determinante de la PTF, aunque no siempre se considera que estas tengan un efecto positivo sobre la productividad. Aschauer (1989, 1990), Berndt y Hansson (1992), Nadiri y Mamuneas (1994), entre otros, presentan algunos efectos positivos de las infraestructuras sobre la productividad y el crecimiento económico, mientras que autores como Tatom (1991), Holtz-Eakin (1994), Evans y Karras (1994) o Khan y Luintel (2006) consideran que las infraestructuras tienen un papel insignificante o incluso negativo.

Otros autores consideran la inversión directa extranjera como un determinante de la PTF. Según ellos, la inversión directa extranjera tiene dos facetas —las empresas extranjeras que invierten en la economía doméstica (*inward* FDI) y las empresas domésticas que invierten en el exterior (*outward* FDI)—. Las dos formas de inversión directa extranjera son concebidas para promover la difusión de la tecnología y aumentar la competencia (véase, entre otros, Lipsey, 2002). Teóricamente, la inversión directa extranjera produce externalidades tecnológicas y eleva el grado de competitividad de los productos del mercado, lo que aumenta

la productividad y el crecimiento. Por ello, a priori se esperaría que estas dos variables influyeran positivamente sobre la PTF. No obstante, la evidencia empírica no está clara. Por ejemplo, Xu (2000), Griffith et ál. (2004) y Keller y Yeaple (2009) muestran los efectos positivos de la inversión extranjera directa sobre la PTF, mientras que Aitken y Harrison (1999) y Khan y Luintel (2006), entre otros, consideran que los efectos de la inversión directa extranjera sobre la productividad son insignificantes e incluso negativos.

Y otro determinante de la productividad podría ser la distancia geográfica. Autores como Jaffe et ál. (1993), Hall y Jones (1999), Eaton y Kortum (1999), Keller (2001, 2002), Bloom et ál. (2002) y Kneller (2005), entre otros, apoyan la idea de que la proximidad geográfica importa para beneficiarse de los *spillovers* tecnológicos si, aunque el conocimiento generado en un país no esté disponible de manera inmediata y sin costes para todo el mundo, se confía en su transmisión a través de canales como el comercio internacional o la inversión directa extranjera.

### **2.3. Frontera tecnológica, capacidad absorptiva, sistema financiero e instituciones**

Durante los años sesenta Gerschenkron (1962) argumentó que las economías atrasadas tienen facilidad para acortar la distancia que las separa de la frontera tecnológica a través de la imitación y la absorción de tecnología externa. Este fenómeno se llamó inicialmente la “ventaja del atrasado”.

A menudo los modelos teóricos plantean que la ventaja de los países atrasados se materializa prácticamente de manera automática, casi sin obstáculos ni costes. Ahora bien, la realidad no es exactamente esta. La ventaja del atraso no es un hecho per se, sino más bien una posibilidad que puede materializarse cuando los países implicados cumplen una serie de condiciones. Tal como afirmara Abramovitz (1986), los países seguidores han de disponer de una determinada dotación de capital físico, humano y tecnológico para poder utilizar la tecnología foránea y beneficiarse de las externalidades tecnológicas internacionales.

Aquí uno podría pensar en dos efectos de signo opuesto. Por una parte, se esperaría que cuanto mayor sea el gap tecnológico de un país, mayor será el potencial para los *spillovers* tecnológicos extranjeros, pero, por otra, uno podría esperar que será menor su capacidad absorptiva, definida como el grado de éxito al adoptar la tecnología extranjera.

Como discutió Arrow (1969), la capacidad absorptiva captura la idea de que los países podrían diferir en su esfuerzo y habilidad para adoptar nuevas tecnologías. Este autor considera que los esfuerzos previos para entender tecnologías

anteriores podrían incrementar la comprensión de las variaciones más nuevas. En un marco más formal, Abramovitz (1986) y Cohen y Levinthal (1989) opinan que la adopción de la técnica depende del nivel de capital humano, mientras que Fagerberg (1994) y Verspagen (1991) consideran que la innovación doméstica mejora la capacidad para absorber tecnología del país extranjero.

También consideramos que haría falta incluir otra característica crucial del entorno del país anfitrión que no ha sido mencionada anteriormente, esto es, el desarrollo del sistema financiero doméstico, aunque cabe señalar que los economistas tienen diferentes opiniones respecto a la importancia que tiene el sistema financiero en el crecimiento económico. Por ejemplo, Hicks (1969) argumenta que el sistema financiero jugó un papel muy importante a la hora de iniciar la industrialización en Inglaterra al facilitar la movilización de capital para “trabajos inmensos”. Schumpeter (1912) señala que las intermediaciones financieras —mover los ahorros, evaluar proyectos, gestionar el riesgo, formar directivos y facilitar transacciones— son esenciales para la innovación tecnológica y el desarrollo económico.

Y otro factor que posibilitará un mayor aumento de la PTF será el grado de desarrollo de las instituciones. Ya en el año 1962 Gerschenkron observó que había que dotar a los países atrasados de una serie de instituciones y de políticas cuya principal misión fuera facilitar la capacidad para absorber y reinterpretar el conocimiento generado en el exterior. Aunque también es cierto que los países que basaron su convergencia tecnológica solo en la imitación y la absorción tecnológica se dieron cuenta, con el paso del tiempo, de las limitaciones de su trayectoria y de la necesidad de desarrollar todo un conjunto de políticas científicas y tecnológicas más ambiciosas.

Además de un conjunto amplio de textos que contienen interesantes modelos teóricos sobre el crecimiento económico, en los últimos años también han visto la luz muchos trabajos empíricos. De hecho, una de las principales diferencias entre la nueva generación de trabajos sobre el crecimiento y la de los años sesenta es el interés actual por los temas de carácter empírico. Si en aquellos años la teoría del crecimiento se recluyó en un mundo abstracto de alta complejidad matemática y dudosa relevancia, las nuevas generaciones de economistas del crecimiento son conscientes de la importancia de los datos y sus investigaciones para diseñar estrategias de crecimiento económico más eficaces.

Algunos autores consideran que la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica influye sobre la PTF del país objeto de estudio (véase, por ejemplo, Kneller, 2005).

Respecto a la evidencia empírica sobre la capacidad absorptiva, podemos decir que existe casi exclusivamente para el capital humano sobre la productividad (véanse, por ejemplo, Engelbrecht, 1997; Frantzen, 2000; Del Barrio-Castro et ál., 2002; Khan y Luintel, 2006; y Coe et ál., 2009). Con todo, podemos encontrar algunas excepciones en esta literatura, como por ejemplo el trabajo de Griffith et ál. (2004), que hallan evidencia empírica de que la capacidad absorptiva (medida por la I+D y el capital humano) afecta a la tasa de convergencia en un modelo de crecimiento de la PTF. En una línea similar también se hallan los trabajos de Crespo y Martín (2004a, 2004b) o Kneller (2005).

En cuanto a los trabajos que consideran que un buen sistema financiero ayuda a aumentar la PTF del país, podemos destacar a King y Levine (1993a, 1993b), Beck et ál. (2000), Levine et ál. (2000), Rodrick (2001), Hermes y Lensink (2003), Alfaro et ál. (2004) y Aghion et ál. (2005), entre otros. En cambio, Robinson (1952) sostiene que el desarrollo financiero simplemente sigue al crecimiento económico. Ella cree que “donde la iniciativa lidera, el financiamiento sigue”. Según este punto de vista, el desarrollo económico crea demanda de un tipo particular de acuerdos financieros, y el sistema financiero responde automáticamente a esta demanda. En parte, este punto de vista se deriva de los mecanismos del modelo de crecimiento neoclásico: como resultado del análisis de Solow (1956, 1957), muchos creen que los sistemas financieros tienen solamente efectos menores en la tasa de inversión en capital físico, y que los cambios en la inversión solo provocan unos efectos menores en el crecimiento económico. Algunos economistas no consideran que la relación financiamiento-crecimiento sea importante. Lucas (1988) asegura que los economistas sobrevaloran el papel de los factores financieros en el crecimiento económico. A menudo otros economistas expresan su escepticismo sobre el papel del sistema financiero ignorándolo. Por ejemplo, una colección de trabajos hechos por los “pioneros de la economía desarrollada”, entre ellos tres premios Nobel, no mencionan las finanzas (Meir y Seers, 1984). Además, la revisión de Stern (1989) de la economía desarrollada no tiene en cuenta el sistema financiero, incluso en una sección que presenta una lista de los tópicos omitidos.

Otro conjunto de trabajos afirman que las instituciones son otro determinante de la PTF (véanse, por ejemplo, Hall y Jones, 1999; Falvey et ál, 2002 y Coe et ál., 2009). Exponen que los procesos de imitación y absorción no son automáticos puesto que la transmisión de conocimientos está sujeta a cierto grado de imperfección debido a que la tecnología tiene cierto carácter tácito. Esto implica que la difusión internacional de conocimientos —los *spillovers* tecnológicos— requiere una serie de instituciones.

## **2.4. Métodos econométricos**

El tratamiento econométrico de los datos de panel ha avanzado considerablemente en los últimos años gracias al desarrollo de diversas técnicas que permiten reconocer las distintas propiedades temporales de las series de datos. Como es bien sabido, las variables económicas, a menudo variables no estacionarias, pueden generar relaciones espurias causales a largo plazo. Así, una vez se prueba la presencia de una raíz unitaria, es necesario asegurar la existencia de una relación de cointegración entre las variables implicadas en el modelo para poder sacar conclusiones a largo plazo.

Para estimar el modelo, se utilizará una técnica econométrica que combina el tratamiento tradicional de los datos de panel con las técnicas de cointegración: los *Dynamic Ordinary Least Squares* (DOLS). Esta técnica soluciona las limitaciones de los OLS, ya que su distribución no suele ser estándar por la presencia de un sesgo de muestras finitas (causado bien por la endogeneidad de las variables explicativas, bien por la correlación serial de la perturbación).

Los estimadores DOLS fueron propuestos por Stock y Watson (1993) para evitar el sesgo inherente a los OLS. Los DOLS son una estimación de los OLS de una ecuación expandida que incluye, junto a las variables explicativas, las tendencias y los retardos de las primeras diferencias, con objeto de controlar la endogeneidad y calcular las desviaciones estándares usadas en la matriz de covarianza de los errores que es robusta para la correlación serial. Los estimadores DOLS tienen una distribución asintótica normal y sus desviaciones estándares proporcionan un test válido para la significancia estadística de las variables. De ello se puede deducir que las estimaciones DOLS serán más adecuadas para los datos empleados en este trabajo.

Entre los trabajos que han utilizado esta metodología, podemos destacar por ejemplo a Kao (1999), que estima de nuevo los datos de Coe y Helpman (1995), confirmando los resultados iniciales. En esta línea también se sitúan las aportaciones de Frantzen (2000), Barrio et ál. (2002), Barcenilla et ál. (2008), López Pueyo et ál. (2008) y Coe et ál. (2009), entre otros.

## **3. Modelo empírico y construcción de las variables**

En este apartado ofrecemos un marco analítico adecuado para el desarrollo posterior de nuestro trabajo empírico. Nuestro punto de partida será el modelo desarrollado por Grossman y Helpman (1991). Siguiendo a estos autores, asumiremos que el *output* final y se produce de acuerdo con:

$$y = Ak^\alpha d^{1-\alpha}, \text{ con } 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

Donde  $A$  es una constante,  $k$  son los servicios del capital y  $d$  es una composición del *input* consistente en variedades diferenciadas horizontalmente  $x(s)$ :

$$d = \left( \int_0^n x(s)^{1-\alpha} ds \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Aquí,  $n = n(t)$  es la gama de *inputs* intermedios existentes en una economía en el tiempo  $t$  (ignorando las restricciones de número entero). Dado que los intermedios se incorporan sistemáticamente, si solamente una unidad laboral es necesaria para crear una unidad de algún  $x(s)$ , será el caso que  $l$ , la mano de obra total empleada en la producción de bienes intermedios, será dada por:

$$l = n\bar{x}$$

Donde  $\bar{x}$  es la cantidad de equilibrio de los intermedios empleados. Sustituyendo en (1) obtenemos:

$$y = Ak^\alpha n^\alpha l^{1-\alpha}$$

Así, si se define  $\log F = \log y - \alpha \log k - (1-\alpha) \log l$  como el nivel del log PTF, se obtiene:

$$\log F = \log A + \alpha \log n \quad (2)$$

Esto indica que el nivel del log PTF debería estar relacionado positivamente con la gama de *inputs* intermedios existentes en el tiempo.

Nosotros asumimos que los emprendedores invierten en I+D ( $r(t)$ ), lo cual amplía la gama disponible de diseños para nuevos *inputs* intermedios:  $\dot{n}(t) = ar(t)$ , donde  $a$  es una constante. Si los diseños nunca se convierten en obsoletos, el stock de *inputs* intermedios disponible en el tiempo  $T$  es:

$$n(T) = \int_{-\infty}^T \dot{n}(t) dt = a \int_{-\infty}^T r(t) dt \equiv aS^d(T) \quad (3)$$

Es decir, es proporcional a los gastos en I+D acumulados,  $S^d(T)$ . De ahí, para un único país, sustituyendo (3) en (2), llegamos a la predicción de que el nivel del log de la PTF está positivamente relacionado con los gastos en I+D acumulados de un país:



$$\log F = \mu + \alpha \log S^d$$

Donde  $\mu \equiv \log A + \alpha \log a$ . El comercio internacional entre diversos países permite importar *inputs* intermedios desarrollados recientemente en el extranjero. Si todos los *inputs* intermedios de todo el mundo pudieran ser comercializables en el mismo grado, entonces algún nivel de PTF de un país debería depender solamente de los gastos en I+D acumulados en el mundo. Dado que la comercialización de los *inputs* intermedios difiere, Coe y Helpman (1995) sugieren que una variable de stock de conocimiento extranjero para algún país  $i$ ,  $S_i^f$  sea construida de la siguiente manera:

$$S_i^f = \sum_{h \neq i} \left( \frac{m_{hi}}{m_i} S_h^d \right), \quad \forall i \quad (4)$$

Aquí,  $m_{hi}$  son las importaciones bilaterales para el país  $i$  desde el país  $h$  y  $m_i$  son las importaciones totales del país  $i$ . En consecuencia, la construcción de la variable  $S_i^f$  pondera los gastos en I+D acumulados de los socios de comercio del país  $i$  por sus cuotas de importación bilateral con el país  $i$ . Coe y Helpman (1995) mencionan diversos efectos de comercio que pueden tener, oscilando desde el aprendizaje de nuevas metodologías y procesos de producción hasta el aprendizaje sobre nuevos métodos de organización para la importación directa de bienes y servicios desarrollados por los socios comerciales. De esta manera, la especificación captura la idea de que la economía doméstica se beneficiará, *ceteris paribus*, de más *spillovers* internacionales si sus principales relaciones comerciales son con países que han invertido pesadamente en I+D y que, por lo tanto, tienen grandes stocks de conocimiento doméstico,  $S_d$ .

Así, la primera especificación de Coe y Helpman (1995) viene dada por:

$$\log F_i = \beta_{0i} + \beta_1 \log S_i^d + \beta_2 \log S_i^f + \varepsilon_i, \quad \forall i \quad (5)$$

donde  $\varepsilon_i$  es un término de error.

Yendo un paso más allá, estos autores argumentan que para una composición dada de socios de comercio de un país —sería el caso en que la economía doméstica se beneficia más de las actividades en I+D del extranjero cuanto más altas son las importaciones globales relativas al PIB—, consideramos que  $s_i$  es la cuota de importación del país  $i$ . Este argumento presupone que hay algunos efectos sobre la productividad que están vinculados con el volumen de comercio (especialmente algunos de los efectos de aprendizaje mencionados antes). Así, la segunda especificación de Coe y Helpman (1995) sería:

$$\log F_i = \beta_{0i} + \beta_1 \log S_i^d + \beta_2 (s_i \log S_i^f) + \varepsilon_i, \quad \forall i \quad (6)$$

A la expresión anterior, y siguiendo el trabajo de Kneller (2005), añadimos la frontera tecnológica. Como ya hemos comentado antes, definiremos la frontera tecnológica como la PTF del país con este nivel más alto (Griffith et ál., 2004).

Entenderemos por PTF la siguiente expresión:

$$\ln F = \ln Y - \bar{\alpha}_K \ln(K) - \bar{\alpha}_L \ln(L) \quad (7)$$

Donde  $\bar{Y}$  es el valor añadido;  $K$ , el stock de capital;  $L$ , el número de trabajadores; y  $\bar{\alpha}_K$  y  $\bar{\alpha}_L$ , la media del período de las participaciones del capital sobre el valor añadido para todo el período y todos los países y la media del período de las participaciones de la mano de obra sobre el valor añadido para todo el período y todos los países, respectivamente.

También añadiremos al modelo la variable capacidad absorptiva, la cual engloba un concepto más amplio que solo considerar el capital humano, tal como han hecho otros trabajos, como por ejemplo el de Engelbrecht (1997). Siguiendo los trabajos de Xu (2000), Papageorgiou (2000) y Griffith et ál. (2004), entre otros, consideraremos que la capacidad absorptiva mide la habilidad y el esfuerzo de los trabajadores y los directivos para aplicar nueva tecnología. Y siguiendo a Kneller (2005), asumiremos que la habilidad se incrementa por el nivel de capital humano en el país y que el esfuerzo se incrementa por la intensidad en I+D (la ratio de los gastos en I+D por el *output*). Hasta ahora el nivel de capital humano ha sido aproximado por la media de los años de escolarización (Kneller, 2005; Kneller y Stevens, 2006; y Coe et ál., 2009, entre otros), por el porcentaje de personas con 25 o más años que han completado la ecuación más alta (Cameron et ál., 2005) o por el porcentaje de personas adultas con al menos algún estudio terciario (Vandenbussche et ál., 2006, entre otros). Nosotros lo vamos a aproximar en este trabajo por las horas trabajadas por personas con alta habilidad (*high skill*). Esta variable será calculada como un % sobre el total de horas trabajadas:

$$highskill_{i,t} = \frac{Horas\_trabajadas\_por\_personas\_con\_habilidad\_alta_{i,t}}{Total\_horas\_trabajadas_{i,t}} \quad (8)$$

Y la intensidad en I+D la definiremos como los gastos en I+D por el *output*:

$$inI+D_{i,t} = \frac{I + D_{i,t}}{PIB_{i,t}} \quad (9)$$

Otra de las características que consideramos que debe tener el país anfitrión para poder ayudar a incrementar la PTF es que tenga un sistema financiero bien desarrollado. Siguiendo diferentes trabajos, entre los que destacaremos los de Rajan y Zingales (1998) y Hermes y Lensink (2003), como variable que representa el estado de desarrollo de los mercados de crédito hemos considerado el crédito nacional al sector privado (% del PIB):

$$finan_{i,t} = credito\_nacional\_al\_sector\_privado\_(\%PIB)_{i,t} \quad (10)$$

Y otro factor que posibilitará un aumento de la productividad será el grado de desarrollo de las instituciones. Respecto a este factor, citaremos la siguiente afirmación de Aron (2000): “La literatura más reciente sugiere que las variables institucionales apropiadas para incluir en las estimaciones de inversión y crecimiento son aquellas que capturan la actuación o calidad de las instituciones formales e informales, en vez de simplemente limitarse a describir las características o atributos de las instituciones políticas y de la sociedad o medir su inestabilidad política”. Sobre la base de esta afirmación, hemos optado por confeccionar un indicador institucional que tenga en cuenta estas premisas.

Para construir el indicador que refleje el grado de desarrollo de las instituciones, utilizaremos el procedimiento estadístico denominado análisis factorial. Concretamente, el método empleado será el de las componentes principales. Y las variables que aparecerán en el análisis, siguiendo a Kaufmann et ál. (2006), serán el voto y la responsabilidad, la estabilidad política, la eficacia del gobierno, la calidad reguladora, el estado de derecho y el control de la corrupción:

$$institu_{i,t} = h \left\{ \begin{array}{l} \text{voto y responsabilidad}_{i,t} \\ \text{estabilidad política}_{i,t} \\ \text{eficacia del gobierno}_{i,t} \\ \text{calidad reguladora}_{i,t} \\ \text{estado de derecho}_{i,t} \\ \text{control de la corrupción}_{i,t} \end{array} \right\} \quad (11)$$

Por lo tanto, la especificación del modelo puede ser expresada en la siguiente ecuación:

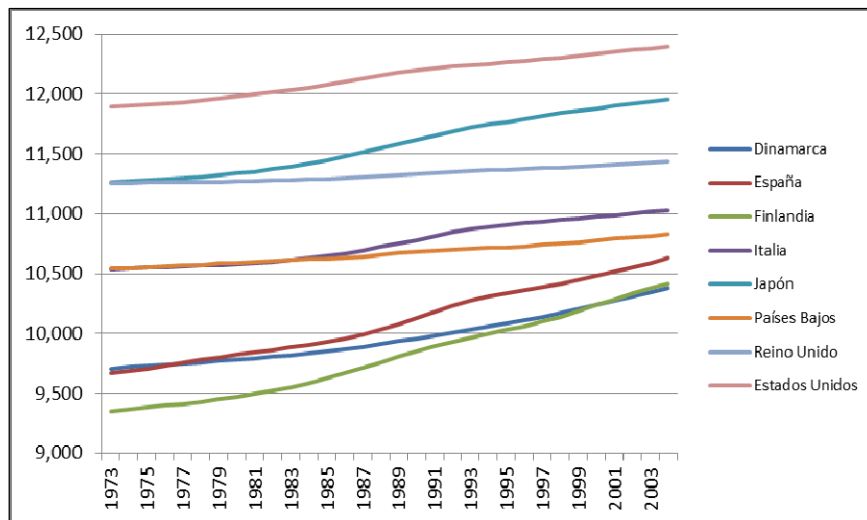
$$\log F_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log S_{i,t}^d + \beta_2 (s_{i,t} \log S_{i,t}^f) + \beta_3 frontera_t + \beta_4 frontera_t * highksill_{i,t} + \beta_5 frontera_t * \left(\frac{I+D}{PIB}\right)_{i,t} + \beta_6 finan_{i,t} + \beta_7 institu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

Donde  $F$  es la PTF;  $S^d$ , el stock de la I+D interna;  $slogS^f$ , el stock de la I+D externa; *frontera*, la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica; *frontera \* highskill*, la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y la habilidad de las horas trabajadas por personas con alta habilidad respecto al total de horas trabajadas; *frontera \* (I + D / PIB)*, la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera tecnológica y la intensidad de I+D; *finan*, el grado de desarrollo del sistema financiero; *institu*, el grado de desarrollo de las instituciones;  $i$ , hace referencia a los países;  $t$  identifica el año; y  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  y  $\beta_7$  son las elasticidades del aumento de la PTF respecto al stock de la I+D interna, al stock de la I+D externa, a la PTF del país que se encuentra en la frontera, a la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y el *highskill*, a la interacción entre la PTF del país que se encuentra en la frontera y la intensidad en I+D, al grado de desarrollo del sistema financiero y al grado de desarrollo de las instituciones, respectivamente.

#### 4. Datos

La ecuación (12) se estima para una muestra de ocho países para el período 1973-2004 y para el *business sector*. Para el cálculo de la PTF, los datos del VAB ( $Y$ ) se tomaron de la STAN (OCDE) y se expresaron en unidades monetarias de 2000 utilizando los índices de volumen de la mencionada base. Las cifras del VAB expresadas en unidades monetarias de 2000 se transformaron a dólares estadounidenses de 2000 utilizando *purchasing power parity* (PPP). En cuanto al capital, la formación de capital fija bruta a precios corrientes fue cogida de la base de datos OECD Economic Outlook (OCDE). La variable fue expresada en unidades reales del año 2000 y convertida a dólares de los Estados Unidos del mismo año utilizando *purchasing power parity* (PPP). El factor trabajo ( $L$ ) se aproximó por horas trabajadas anuales medias de los trabajadores, información publicada en la base de datos STAN (OCDE). Como podemos observar en la figura 1, los Estados Unidos fueron el país con un nivel de la PTF más alto en todo el período analizado. En cambio, el país con un nivel de la PTF más bajo desde principios de los años setenta hasta principios de los años noventa es Japón. Y a partir de este momento España pasa a ocupar este lugar.

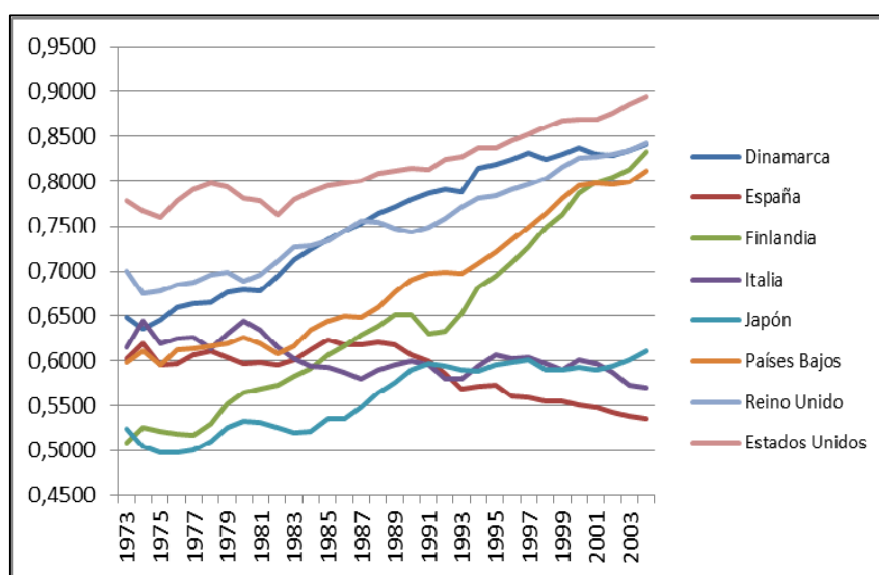
Figura 1. Productividad total de los factores (PTF), en log.



Fuente: STAN (OCDE)

Los datos para los gastos en I+D del *business sector* son de la base de datos ANBERD (OCDE). Los gastos en I+D reales y en dólares del año 2000 fueron obtenidos dividiendo los gastos de I+D nominales por el deflactor del PIB (2000=1) y divididos por la tasa de la PPP del año 2000 de moneda local a dólares de los Estados Unidos. Como vemos en la figura 2, los gastos en I+D doméstico tienen una clara tendencia ascendente durante todo el período. Además, podemos destacar que los Estados Unidos son el país que más gasta en I+D doméstica, mientras que el que menos gasta es Finlandia.

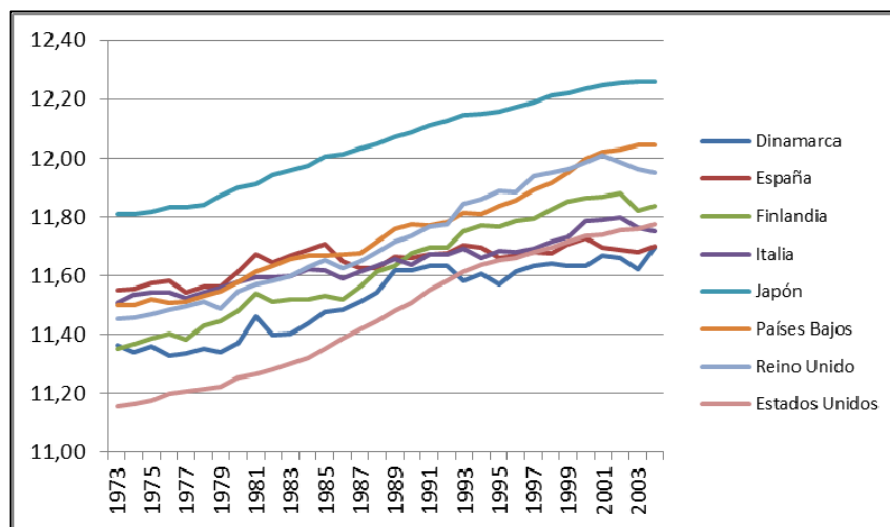
Figura 2. Stock I+D doméstico (logaritmos, en dólares de los Estados Unidos a precios del año 2000 y tasa de intercambio de la PPP)



Fuente: ANBERD (OCDE)

Para el cálculo del stock de I+D extranjera, utilizamos las importaciones que nos ofrece la base de datos STAN Bilateral Trade y el PIB que nos ofrecen los World Development Indicators (Banco Mundial). En la figura 3 observamos el comportamiento de los países estudiados en cuanto al stock de I+D extranjera. Al igual que pasaba con el stock de I+D doméstica, observamos, en general, una tendencia ascendente. Aunque también es cierto que los incrementos del stock de I+D extranjera son mucho más uniformes a través de los países. Como ya nos indicó Coe et ál. (2009), esta uniformidad refleja (i) su construcción como la media ponderada de las importaciones bilaterales del stock de capital en I+D doméstico de los *partners* de comercio de cada país, y (ii) el hecho de que los países que tienen importantes incrementos en su stock de capital en I+D doméstica normalmente son países que tienen también cuotas de importaciones bilaterales relativamente pequeñas. Podemos destacar que Japón es el país con un stock de I+D extranjera más alto para todo el período. En cambio, los Estados Unidos tienen el stock más bajo hasta principios de los noventa. A partir de esta fecha, este lugar lo ocupa Dinamarca, seguida muy de cerca por España e Italia.

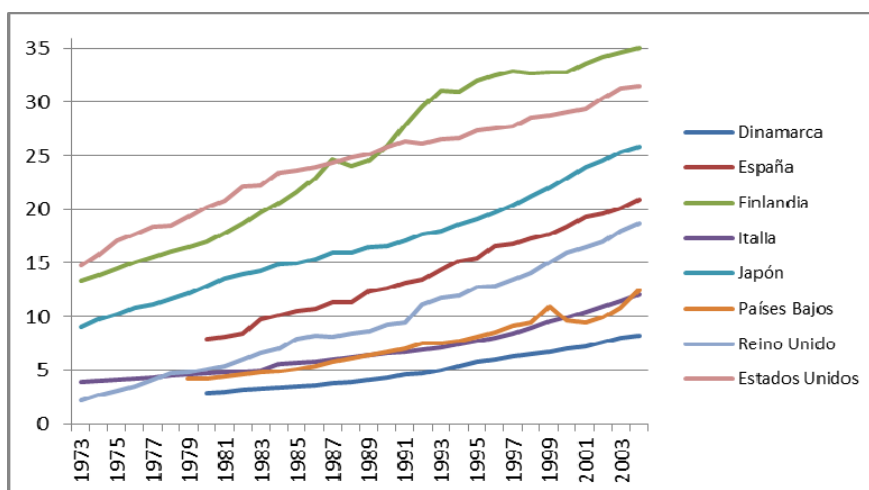
*Figura 3. Stock I+D extranjera utilizando las ponderaciones de las importaciones bilaterales (logaritmos, en dólares de los Estados Unidos a precios del año 2000 y tasa de intercambio de la PPP)*



*Fuente: ANBERD (OCDE), STAN Bilateral Trade y World Development Indicators (Banco Mundial)*

Hay una considerable diversidad en cuanto a la cuota de importaciones sobre el PIB durante el periodo de estudio. Si bien a principios de los setenta esta cuota estaba entre el 0% y el 10% para todos los países, a principios del siglo XXI esta cuota había ascendido hasta casi el 50% para países como los Países Bajos o Dinamarca. Si bien es cierto que hubo otros países como Japón y los Estados Unidos que prácticamente no variaron su cuota en todo el período.

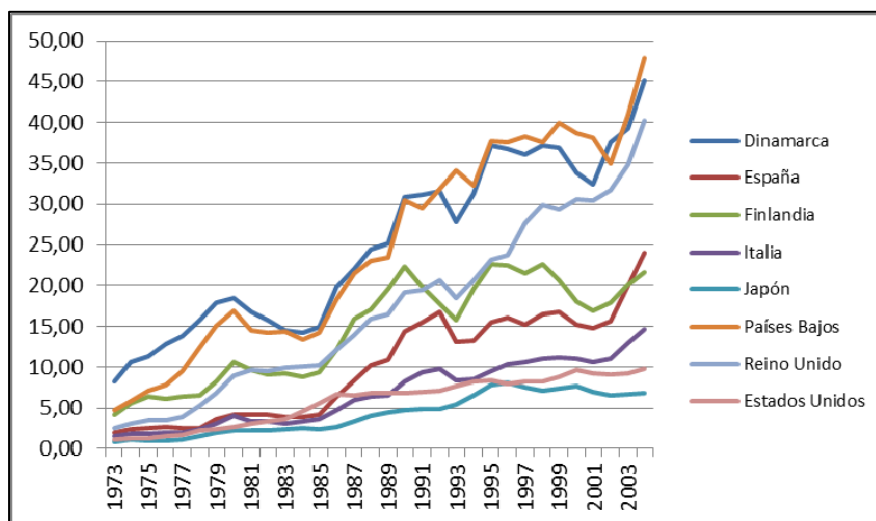
Figura 4. Cuota de importaciones sobre el PIB (en %)



Fuente: STAN Bilateral Trade y World Development Indicators (Banco Mundial)

Los datos utilizados para las variables *highskill*, horas trabajadas por personas con alta habilidad, proceden de la base de datos EUKLEMS. Según nos indica la figura 5, los Estados Unidos fueron el país con esta cuota más alta hasta principios de la década de los noventa. A partir de ese momento, fue Finlandia quien lideró el ranking. En la parte baja de esta clasificación encontramos a Dinamarca, Italia y España.

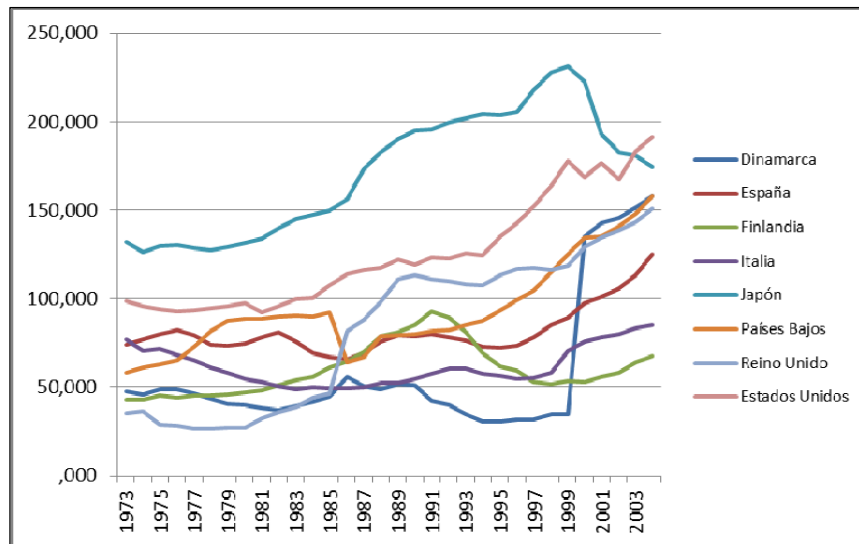
Figura 5. Capacidad absorbente (horas trabajadas por personas con alta habilidad —high skill—)



Fuente: EUKLEMS

En la figura 6 encontramos la intensidad de la I+D y vemos que tiene un comportamiento desigual dependiendo del país en el que nos fijemos. No podemos destacar una misma tendencia para todos los países.

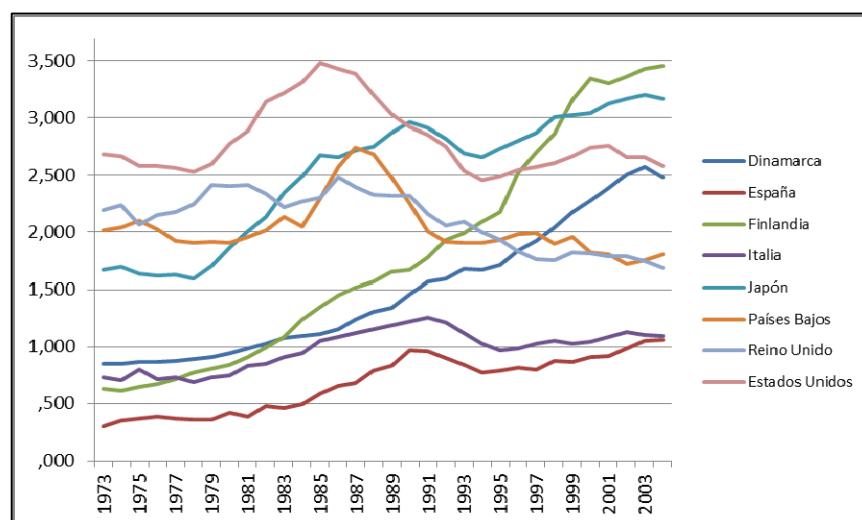
Figura 6. Capacidad absorptiva (intensidad de la I+D)



Fuente: ANBRED (OCDE) y World Development Indicators (Banco Mundial)

Los datos utilizados para la variable desarrollo de los mercados financieros se obtuvieron de la base de datos World Development Indicators (Banco Mundial). La figura 7 nos indica que Japón es el país con un sistema financiero mejor desarrollado durante prácticamente todo el período de estudio.

Figura 7. Desarrollo del sistema financiero



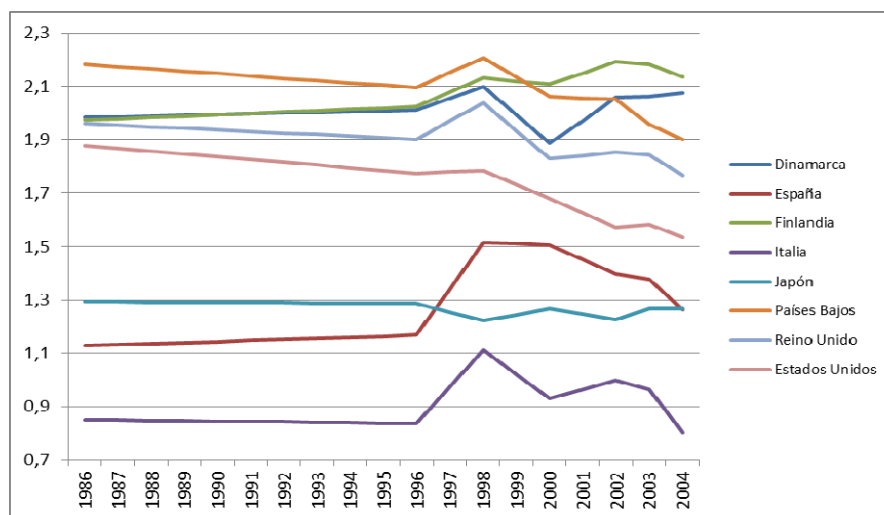
Fuente: World Development Indicators (Banco Mundial)



Y respecto al indicador institucional, como ya se ha comentado en el apartado anterior, los datos utilizados para su construcción son los suministrados por Kaufmann et ál. (2006). Aunque muchos de los trabajos que tratan con instituciones solo construyen el indicador para un año de referencia debido a la escasa variación de las variables empleadas durante periodos de tiempo relativamente cortos (véanse, entre otros, Giménez y Sanaú, 2007, y Coe et ál., 2009), nosotros hemos construido el indicador para los años de los que teníamos datos disponibles (1996, 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005) y hemos supuesto que el indicador para los años comprendidos entre 1986 y 1995 ha crecido una décima parte de lo que lo han hecho los indicadores desde el año 1996 hasta el 2005. Y para los años de los que no tenemos datos entre el período 1996 a 2005, hemos hecho una media entre su antecesor y su predecesor.

Según vemos en la figura 8, podemos decir que Finlandia y los Países Bajos son los países con mayor desarrollo de sus instituciones prácticamente para todo el período analizado. En cambio, Italia es el país con este indicador más bajo.

Figura 8. Desarrollo de las instituciones



Fuente: Kaufmann et ál. (2006)

## 5. Resultados

Antes de comentar los resultados, se efectuarán dos matizaciones adicionales. La primera es que inicialmente se contrastó la no estacionariedad de las variables aplicando el test de Im et ál. (1997) e Im et. ál. (2003) para paneles de datos. Este test, basado en un modelo que permite términos independientes y pendientes diferentes para cada individuo, es en realidad un test Dickey-Fuller aumentado de media grupal. Los resultados de su aplicación se muestran en la

tabla 1. Obsérvese que se acepta la presencia de raíz unitaria en las variables en niveles.

<b>Tabla 1: Contraste de la presencia de una raíz unitaria</b>			
Variable	Test ADF de IPS (1997)	Decisión	Probabilidad
log(PTF)	0,3623	I(1)	0,6414
log (Stock I+D interna)	-4,8685	I(1)	0,7256
s*log (Stock I+D externa)	-1,3852	I(1)	0,2830
Frontera	-0,4578	I(1)	0,3236
Frontera* <i>High Skill</i>	2,2887	I(1)	0,9890
Frontera * $\left(\frac{I + D}{PIB}\right)$	-0,6963	I(1)	0,2431
Sistema Financiero	2,9318	I(1)	0,9983
Instituciones	-1,612	I(1)	0,1536
<i>Nota: Se ha aplicado el test de Im et al. (1997) y Im et. (2003) con tendencia temporal y un retardo.</i>			

Y la segunda es que hemos realizado el test de cointegración. Con este test se contrasta la hipótesis nula de no cointegración (residuos no estacionarios) para paneles de datos. El contraste —desarrollado por Kao (1999)— permite heterogeneidad en la estructura autorregresiva de los términos de error. De acuerdo con el valor del estadístico, la hipótesis nula puede rechazarse (es decir, no se rechaza la existencia de una relación de cointegración entre las variables). En la siguiente tabla podemos ver los resultados del test:

<b>Tabla 2: Test de cointegración</b>		
Kao (1999)		
Test ADF	p-value	Decisión
-5,0643	0,0000	Cointegración

Y la tabla 3 nos muestra los resultados obtenidos después de estimar diferentes regresiones mediante DOLS. En particular, la primera columna nos indica que si un país incrementa su stock de I+D interna y su stock de I+D externa, entonces aumenta su PTF. Estas variables son significativas. Estos resultados están en la línea del trabajo de Coe y Helpman (1995) y Coe et ál. (2009), entre otros. Si nos fijamos en la segunda columna, observaremos que si el país que está en la frontera aumenta su PTF, entonces la PTF del país que estamos estudiando se incrementa. Esta variable también es significativa. Este resultado coincide con el trabajo de Kneller (2005). En la tercera columna, añadimos al modelo la interacción entre la frontera tecnológica y las *proxies* de la capacidad absorptiva. Y los resultados nos indican que un incremento de la variable *high skill* conlleva un aumento de la PTF. Esta variable también es significativa. Y un aumento de la intensidad de la I+D también tiene un impacto positivo sobre la PTF, aunque esta variable no es significativa. Es decir, si el país que se

encuentra en la frontera aumenta tanto la habilidad de las personas que trabajan en él como la intensidad de la I+D, esto ayuda a incrementar el nivel PTF del país objeto de estudio. Además, observamos que el impacto que tiene la variable *high skill* sobre el nivel de PTF es mayor que el que tiene la variable intensidad de la I+D. Estos resultados están en la línea del trabajo de Kneller (2005).

**Tabla 3: Estimación de los determinantes de la PTF mediante estimadores DOLS**

	(3.4.1)	(3.4.2)	(3.4.3)	(3.4.4)
Stock I+D interna	0,0663 (3,2330)*	0,0757 (4,2877)*	0,0122 (4,3673)	0,1092 (4,1241)*
Stock I+D externa	0,0595 (0,6085)***	0,0683 (0,6544)***	0,0497 (0,4323)***	0,0282 (0,3997)***
Frontera		0,4284 (21,6037)*	0,3215 (17,8884)	1,1839 (16,7392)***
Frontera* Capacidad Absortiva	Frontera * High Skill		0,0226 (0,1863)*	0,0252 (0,1759)*
	Frontera* I+D/PIB		0,0135 (1,4621)	0,0148 (1,568)
Sistema Financiero				-0,0015 (0,0074)***
Instituciones				0,0989 (5,0699)

\* Significativo al 10%; \*\* Significativo al 5%; \*\*\* Significativo al 1%

Y en la cuarta columna consideramos también el sistema financiero y observamos que tiene un impacto negativo sobre el nivel de la PTF. Esta variable es significativa. También consideramos el desarrollo de las instituciones y vemos como tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF, aunque esta variable no es significativa.

## 6. Conclusiones

Ya desde finales del siglo XVIII, los economistas han estado interesados en averiguar por qué unos países crecen durante largos periodos de tiempo mientras otros quedan atrapados en la trampa de la pobreza. Hoy en día, con la situación económica a la que nos enfrentamos, la resolución de este “misterio” cobra importancia.

Por este motivo, en este capítulo nos hemos planteado estudiar cuales son los factores que determinan que unos países sean más productivos que otros. En concreto, hemos analizado el impacto que tienen la I+D doméstica, la I+D extranjera, la frontera tecnológica, la capacidad absortiva, el desarrollo del sistema financiero y las instituciones sobre la PTF del país objeto de estudio.

En las últimas décadas del siglo XX los economistas hemos podido acceder a un volumen apreciable de datos a escala internacional, lo que se ha traducido en

una mayor cobertura geográfica y una perspectiva temporal más adecuada para analizar fenómenos que se manifiestan a largo plazo.

Nosotros aportamos evidencia empírica con una muestra de ocho países de la OCDE para el período 1973-2004, y los resultados obtenidos muestran que la I+D interna, la I+D externa, la frontera tecnológica, la capacidad absorptiva del país que se encuentra en la frontera y el desarrollo de las instituciones tienen un impacto positivo sobre el nivel de la PTF. En cambio, el desarrollo del sistema financiero tiene un impacto negativo.

Por lo tanto, en unos momentos donde los recursos son limitados, sería recomendable que los países centraran sus esfuerzos en diseñar políticas públicas que les incentivaran a invertir recursos en los determinantes que tienen un impacto positivo sobre la productividad. Además, también observamos que si el país que se encuentra en la frontera tecnológica aumenta su capacidad absorptiva, esto beneficia a los otros países. Entonces, sería también interesante que el país que se encontrara en la frontera tecnológica diseñara políticas públicas que le incentivaran a aumentar su capacidad absorptiva, ya que esto ayudaría a que los otros países fueran más productivos.

## **7. Bibliografía**

Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*. 46 (2), pp. 385-406.

Aghion, P., Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*. 60, pp. 323-351.

Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R., Howitt, P. (2005). Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *The Quarterly Journal of Economics*. 120(2), pp. 701-728.

Aitken, B.J., Harrison, A.E. (1999). Do domestic firms benefit from direct foreign investment? Evidence from Venezuela. *American Economic Review*. 89, pp. 605-618.

Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., Sayek, S. (2004). FDI and Economic Growth: The Role of Local Financial Markets. *Journal of International Economics*. 64, pp. 89-112.

Aron, J. (2000). Growth and institutions. A review of evidence. *The World Bank Research Observer*. 15(1), pp. 99-135.

Arrow, K.J. (1969). Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *American Economic Review*. 59(2), pp. 29-35.

Aschauer, D.A. (1989). Is public expenditure productive. *Journal of Monetary Economics*. 23, pp. 177-200.

Aschauer, D.A. (1990). Is infrastructure important?. *Conference Series*, pp. 21-68.

Barcenilla, S., López-Pueyo, C., Sanaú, J. (2008). Just openness or technological spillovers? A note. *Applied Economics Letters*. 15, pp. 151-154.

Barrio-Castro, T., López-Bazo, E., Serrano-Domingo, G. (2002). New evidence on international R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD. *Economics Letters*. 77, pp. 41-45.

Barro, R. (1991). Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*. 106 (2), pp. 407-443.

Beck, T., Levine, R., Loayza, N. (2000). Finance and the Sources of Growth. *Journal of Financial Economics*. 53, pp. 261-300.

Bernard, A.B., Jensen, J.B. (1999). Exceptional exporter performance: cause, effect, or both?. *Journal of International Economics*. 47, pp. 1-25.

Berndt, E.R., Hansson, B. (1992). Measuring of the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden. *Scandinavian Journal of Economics*. 94 Supplement, pp. 151-168.

Bloom, D.E., Canning, D., Sevilla, J. (2002). Technological diffusion, conditional convergence, and economic growth. National Bureau of Economic Research, Cambridge, WP 8713.

Cameron, G., Proudman, J., Redding, S. (2005). Technological convergence, trade and productivity growth. *European Economic Review*. 49, pp. 775-807.

Clerides, S.K., Lach, S., Tybout, J.R. (1998). Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico, and Morocco. *The Quarterly Journal of Economics*. pp. 903-947.

Coe, D., Helpman, E. (1995). International R&D Spillovers. *European Economic Review*. 39 (5), pp. 859-887.

Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A. (1997). North-South R&D Spillovers. *The Economic Journal*. 107 (440), pp. 134-149.

Coe, D., Helpman, E., Hoffmaister, A.W. (2009). International R&D spillovers and institutions. *European Economic Reviews*. 53, pp. 723-741.

Coe, D., Hoffmaister, A. (1999). Are There International Spillovers Among Randomly Matched Trade Partners? A Response to Keller. IMF Working Paper no. WP/99/18.

Cohen, W., Levinthal, D. (1989). Innovation and Learning: Two Faces of R&D. *Economic Journal*. 99, pp. 569-596.

Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004a). The Role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries. *Global Economy Journal*. 4 (2), pp. 1-18.

Crespo, J., Martín, C., Velázquez, F.J. (2004b). International Technology Spillovers from Trade: The Importance of the technological gap. *Investigaciones económicas*. 28(3), pp. 515-533.

Eaton, J., Kortum, S. (1999). International Patenting and Technology Diffusion: Theory and Evidence. *International Economic Review*. 40(3), pp. 537-570.

Eaton, J., Kortum, S. (2001). Trade in capital goods. *European Economic Review*. 45(1), pp. 1195-1235.

Edmond, C. (2001). Some Panel Cointegration Models of International R&D Spillovers. *Journal of Macroeconomics*. 23(1), pp. 241-260.

Engelbrecht, H.J. (1997). International R&D spillovers, human capital, and productivity in OECD countries: an empirical investigation. *European Economic Review*. 41, pp. 1479-1488.

Evans, P., Karras, G. (1994). Are Government Activities Productive? Evidence from a Panel of U.S. States. *The Review of Economics and Statistics*. 76(1), pp. 1-11.

Fagerberg, J. (1994). Technology and International Differences in Growth Rates. *Journal of Economic Literature*. 32 (3), pp. 1147-1175.

Falvey, R., Foster, N., Greenaway, D. (2002). North-South Trade, Knowledge Spillovers and Growth. *Journal of Economic Integration*. 17(4), pp. 650-670.

Frantzen, D. (2000). Innovation, International Technological Diffusion and the Changing Influence of R&D on Productivity. *Cambridge Journal of Economics*. 24 (2), pp. 193-203.

Funk, M.F. (2001). International R&D Spillovers and Convergence Among OECD Countries. *Journal of Economic Integration*. 16 (1), pp. 48-65.

Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Cambridge MA: Harvard University Press.

Giménez, G., Sanaú, J. (2007). Interrelationship among institutional infrastructure, technological innovation and growth. An empirical evidence. *Applied Economics*. 39, pp. 1267-1282.

Griffith, R., Redding, S., Van Reenen, J. (2004). Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD industries. *The Review of Economics and Statistics*. 86(4), pp. 883-895.

Grossman, G., Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.

Guellec, D., Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2004). From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 66(3), pp. 353-378.

Hall, R., Jones, C. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others?. *Quarterly Journal of Economics*. 114, pp. 83-116.

Helpman, E. (2004). *The Mystery of Economic Growth*. United States of America: Harvard University Press.

Hermes, N., Lensink, R. (2003). Foreign direct investment, financial development and economic growth. *The Journal of Development Studies*. 40(1), pp. 142-163.

Hicks, J.A. (1969). *A theory of economic history*. Oxford: Clarendon Press.

Holtz-Eakin, D. (1994). Public-Sector Capital and the Productivity Puzzle. *The Review of Economics and Statistics*. 76(1), pp. 12-21.

Im K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y. (1997). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. Mimeo. Department of Applied Economics, University of Cambridge.

Im, K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115 (1), pp. 53-74.

Jaffe, A.B., Trajtenberg, M., Henderson, R. (1993). Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. *The Quarterly Journal of Economics*. 108 (3), 577-598.

Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Test for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*. 90 (1), pp. 1-44.

Kaufmann, D., Kraay, A., Mastruzzi, M. (2006). Governance Matters V: Aggregate and Individual Governance Indicators for 1996–2005. World Bank Policy Research Working Paper 4012.

Keller, W. (1997). How Trade and Technology Flows Affect Productivity Growth. Policy Research Working Paper, 1831.

Keller, W. (1998). Are International R&D Spillovers Trade-Related? Analyzing *Spillovers* Among Randomly Matched Trade Partners. *European Economic Review*, 42 (8), pp. 1469-1481.

Keller, W. (2001). The Geography and Channels of Diffusion at the World's Technology Frontier. NBER Working Paper 8150.

Keller, W. (2002). Trade and the Transmission of Technology. *Journal of Economic Growth*. 7(1), pp. 5-24.

Keller, W. (2004). International Technology Diffusion. *Journal of Economic Literature*. 42 (3), pp. 752-782.

Keller, W., Yeaple, S.R. (2009). Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States. *The Review of Economics and Statistics*. 91(4), pp. 821-831.

Khan, M., Luintel, K.B. (2006). Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2006/6.

King, R. G., Levine, R. (1993a). Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right. *Quarterly Journal of Economics*. 108, pp. 717–737.

King, R. G., Levine, R. (1993b). Finance, Entrepreneurship, and Growth. *Journal of Monetary Economics*. 32, pp. 513–542.

Kneller (2005). Frontier Technology, Absorptive Capacity and Distance. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 67, pp. 1-24.

Kneller, R., Stevens, P.A. (2006). Frontier Technology and Absorptive Capacity: Evidence from OECD Manufacturing Industries. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 68 (1), pp. 1-21.

Levine, R., Loayza, N. y Beck, T. (2000). Financial Intermediation and Growth: Causality and Causes. *Journal of Monetary Economics*. 66, pp. 31-77.

Lichtenberg F. y B. van Pottelsbergue de la Potterie (1998). International R&D Spillovers: A Comment. *European Economic Review*. 42 (8), pp. 1483-1491.

Lipsey, R. E. (2002). Home and Host Country Effects of FDI, NBER Working Paper No. W9293.

López-Pueyo, C., Sanaú, J. y Barcenilla, S. (2008). Difusión tecnológica internacional y productividad. *Revista de Economía Aplicada*. 47(16), pp. 127-171.

Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*. 22 (1), pp. 3-42.

Meier, G. M., Seers, D. (1984). *Pioneers in Development*. New York: Oxford University Press.

Nadiri, M.I., Mamuneas, T.P. (1994). The Effects of Public Infrastructure and R & D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries. *The Review of Economics and Statistics*. 76 (1), pp. 22-37.

Papageorgiou, C. (2000). Technology Adoption, Human Capital, and Growth Theory. *Review of Development Economics*. 6(3), pp. 351-368.

Rajan, R.G., Zingales, L. (1998). Financial Dependence and Growth, *The American Economic Review*. 88(3), pp. 559-586.

Rebelo, S. (1991). Long Run Policy Analysis and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*. 99 (3), pp. 500-521.

Robinson, J. (1952). *The rate of interest and other essays*. London: Macmillan.

Rodrik, D. (2001). Trading in illusions. *Foreign Policy*. 123, pp. 54- 63.

Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 94, pp. 1002-1037.

Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98, pp. S71-S102.

Schumpeter, J.A. (1912). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.

Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Reprint. New York: Modern Library, 1937.

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. 70(1), pp. 65-94.

Solow, R.M. (1957). Technological change and the aggregate production Function. *Review of Economics and Statistics*. 39, pp. 312-320.

Solow, R.M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *The Journal of Economic Perspectives*. 8 (1), pp. 45-54.

Stern, N. (1989). The Economics of Development: A Survey. *Economic Journal, Development Studies*. 36(1), pp. 53-73.



Stock, J., Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*. 61 (4), pp. 783-820.

Tatom, J. (1991). Public capital and private sector performance. *Review*. May, pp. 3-15.

Van Pottelsberghe, B., Lichtenberg, F. (2001). Does foreign direct investment transfer technology across borders?. *The Review of Economics and Statistics*. 83 (3), pp. 490-497.

Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*. 11, pp. 97-127.

Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2 (2), pp. 359-380.

Xu, B. (2000). Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth. *Journal of Development Economics*. 62, pp. 477-493.

Xu, B., Wang, J. (1999). Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD. *Canadian Journal of Economics*. 32, pp. 1179-1192.