

# **ACTIVIDAD TECNOLÓGICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS\***

**Mercedes Gumbau y Joaquín Maudos\*\***

WP-EC 2001-17

Correspondencia a: M. Gumbau. Universitat de València. Departamento de Análisis Económico, Edificio Departamental Orienta. Avda. de los Naranjos, s/n. 46022 Valencia. Tel.: +34 96 382 82 46 / Email: mercedes.gumbau@uv.es.

Editor: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.  
Primera Edición Julio 2001  
Depósito Legal: V-3413-2001

Los documentos de trabajo del IVIE ofrecen un avance de los resultados de las investigaciones económicas en curso, con objeto de generar un proceso de discusión previo a su remisión a las revistas científicas.

---

\* Los autores agradecen los comentarios recibidos de un evaluador anónimo y la ayuda financiera del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie). Asimismo, este estudio se ha llevado a cabo en el marco del programa de investigación SEC98-0895 de la DGICYT y del programa GV99-103-1-08 de la Generalitat Valenciana.

\*\* M. Gumbau: Universitat de València; J. Maudos: Universitat de València e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.

# **ACTIVIDAD TECNOLÓGICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS**

**Mercedes Gumbau y Joaquín Maudos**

## **RESUMEN**

En este trabajo se analiza la importancia de las actividades tecnológicas en la explicación de las diferencias de productividad de las regiones españolas en el periodo 1986-96. Para ello se cuantifica el efecto de la innovación tecnológica propia de la región y las externalidades asociadas al capital tecnológico sobre el desarrollo regional. El análisis se basa en la estimación de funciones de producción, así como una ecuación explicativa de la productividad total de los factores. Si bien se obtiene un efecto positivo y significativo a nivel nacional en un horizonte de largo plazo, la significatividad del efecto de las actividades tecnológicas sobre la productividad de las regiones españolas en el periodo 1987-96 depende del indicador utilizado.

Palabras clave: I+D, productividad, convergencia.

## **ABSTRACT**

This paper analyses the importance of R&D activities in the explanation of productivity differences among the Spanish regions over the period 1986-96. With this aim, we measure the effect of the own technological innovation and the spillovers effects. The analysis is based on the estimation of a production function and also on the effect of R&D on total factor productivity. The results shows that although R&D has a significant effect at national level in a long-term period, the effect at regional level over the period 1987-96 depend on the technological index used.

Key words: R&D, productivity, convergence

## 1. INTRODUCCIÓN

Si se revisa la literatura económica resulta sencillo encontrar proposiciones en las que se afirma que la innovación tecnológica influye sobre la posición económica de los agentes innovadores: empresas, industrias o países. La evidencia empírica muestra que dicha estrategia genera, por una parte, efectos positivos sobre los resultados económicos obtenidos por dichas unidades productivas y aumenta, por otra parte, el valor de la productividad de los factores que los citados agentes utilizan en el proceso productivo.

En esta dirección, Solow (1957) fue pionero al sugerir que el crecimiento económico nacional no se explicaba satisfactoriamente en términos de los *inputs* privados, capital y trabajo, atribuyendo parte del crecimiento inexplicado a avances de los conocimientos tecnológicos. Autores como Mankiw, Romer y Weil (1992), Verspagen (1992, 1994), Silverberg y Soete (1994) han destacado en sus aplicaciones empíricas que el cambio tecnológico es uno de los factores básicos para el desarrollo de un país y, por tanto, puede ser considerado como uno de los factores que diferencian el crecimiento económico de dicho territorio. Asimismo, las nuevas teorías del crecimiento consideran que el progreso económico debe entenderse como un proceso endógeno de tal forma que la formación de capital físico, humano y tecnológico pasa a ser un factor esencial del crecimiento de una unidad territorial. Es decir, que el crecimiento económico se debe al cambio tecnológico que resulta de los esfuerzos en I+D, capital humano o incluso de las políticas gubernamentales (mejoras en infraestructuras, por ejemplo) que realizan los propios agentes económicos.

Asimismo, destaca el impacto que sobre el incremento de la productividad pueden generar elementos distintos de las cantidades de capital y trabajo utilizadas en el proceso de producción como la existencia de rendimientos crecientes a escala o la aparición de *spillovers* o externalidades. En este sentido cabe destacar los trabajos de Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992) así como las extensiones de alguno de estos modelos realizados por Jones (1995). Más recientemente, autores como Quah (1999) matizan incluso que las propias características de la demanda como la actitud de los consumidores hacia bienes de compleja tecnología, el proceso de aprendizaje en el consumo y la tendencia o habilidad de los consumidores a adquirir bienes tecnológicamente avanzados puede también afectar al crecimiento económico de un país.

No obstante, a pesar de los diferentes enfoques adoptados en la literatura, autores como Barro (1998, pp 25) llegan a concluir que los trabajos que se apoyan en la contabilidad del crecimiento dan lugar a información muy útil para enmarcar los temas de crecimiento endógeno de forma que dichas teorías pueden ser utilizadas como extensiones de la tradicional contabilidad del crecimiento. En consecuencia, Barro matiza que ambas teorías del crecimiento económico son complementarias.

Una característica común a muchos de estos trabajos es que no consideran de forma explícita el ámbito territorial. No obstante, parece lícito afirmar que si el avance tecnológico difiere entre naciones, industrias y empresas, también difiere entre regiones debido a las variaciones en las estructuras productivas y a la diversidad de empresas que las componen. En este sentido, puede defenderse que la región geográfica o territorio es un factor estratégico de desarrollo. La razón que puede aludirse es que el concepto espacial está asociado a diferencias regionales en cuanto a las relaciones de mercado, las formas de regulación, etc. y, por tanto, se originan divergencias en la organización de la producción y en la capacidad de innovación<sup>1</sup>.

De acuerdo con estos argumentos, en este trabajo se pretende cuantificar el efecto de la innovación tecnológica sobre los resultados productivos de las comunidades autónomas españolas, ya que éstas pueden ser consideradas como regiones diferenciadas puesto que cada una es una unidad territorial caracterizada por una especialización productiva y dotación de factores que la distingue de las demás.

Con los resultados obtenidos se podrá comprobar si existe un proceso de innovación espacialmente diferenciado en el contexto de las comunidades autónomas españolas identificando las regiones que cuentan con ventajas comparativas en tecnología y el papel de la política tecnológica regional. La importancia de este análisis radica en que puede arrojar luz a la hora de evaluar medidas de política económica aplicadas con objeto de reducir las desigualdades entre las regiones y favorecer un crecimiento de largo plazo sostenido.

El esquema del trabajo es el siguiente. En el segundo apartado se expone el contexto en el que se analiza la existencia de efectos de la innovación tecnológica sobre el desarrollo regional. En el tercer

---

<sup>1</sup>Los estudios empíricos realizados a nivel regional dan soporte a la idea de que el cambio tecnológico es un factor asociado al desarrollo económico de una región. La incidencia espacial del cambio tecnológico ha sido analizada por Oahey (1984, 1985) para el caso de Gran Bretaña, encontrándose una correlación directa entre desarrollo tecnológico y económico. Otros estudios realizados para diversos países llegan a conclusiones similares: Ciciotti (1983), Brugger y Stuckey (1987) y Todtling (1990).

apartado se presentan las fuentes estadísticas y variables a utilizar en el análisis empírico. En el cuarto apartado se analizan un amplio conjunto de indicadores tecnológicos con objeto de tener un conocimiento de la realidad tecnológica de las regiones españolas. En el quinto apartado se muestran los resultados obtenidos tras la estimación de funciones de producción y de los determinantes de la productividad total de los factores (PTF). Por último, en el sexto apartado se ofrecen las conclusiones del trabajo.

## **2. LA CONTRIBUCIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AL DESARROLLO REGIONAL**

La teoría del crecimiento postula que entre las fuentes generadoras del mismo se encuentran el incremento de los factores de producción y la aparición de mejoras tecnológicas. Así pues, el crecimiento económico de los países o regiones difiere en la medida en que existen distintas tasas de crecimiento de los factores productivos y de la innovación tecnológica. Esta última permite obtener nuevos conocimientos productivos que, una vez aplicados, generan nuevos bienes y servicios o producen los ya existentes de una forma más eficiente. Por este motivo, el cambio técnico se ha revelado además como una parte sustancial del crecimiento de la producción en numerosos países.

Una cuestión adicional es cómo acceden los países o regiones a dicha tecnología. La vía más importante de acceso es la realización propia de actividades de I+D que generen tecnología propia. Sin embargo, los avances científicos y técnicos no siempre son apropiables por la entidad que realiza dichos gastos y generan, por tanto, externalidades (*spillovers*). En este sentido, las actividades de I+D generadas por otros agentes próximos y las importaciones de las innovaciones extranjeras mediante el comercio de bienes y servicios también son una vía de acceso a la tecnología y favorecen, en consecuencia, el crecimiento económico. Finalmente, este proceso de generación o aplicación de conocimientos tecnológicos no puede llevarse a cabo sin la existencia de mano de obra cualificada o capital humano ya que una parte destacable de la tecnología está formada por el conjunto de conocimientos que han adquirido las personas con acceso a niveles de enseñanza superior o a programas de formación establecidos por las empresas. En este sentido, pues, el progreso técnico o la innovación tecnológica de cada territorio no sólo queda explicitada en los gastos propios de I+D sino también en su capital humano y en la capacidad de absorber los *spillovers* generados por otros

territorios.

La teoría del crecimiento, en general, considera que las diferencias en las tasas de crecimiento de los factores productivos son la causa principal de las divergencias en cuanto a producción que experimentan los países o territorios motivo por el cual ha sido objeto de estudio en repetidas ocasiones. La tecnología siempre ha jugado un papel importante en estos modelos; sin embargo, existen enfoques alternativos respecto al procedimiento de análisis. Una primera aproximación consiste en considerar el capital tecnológico como un *input* ordinario en la función de producción. Un enfoque alternativo consiste en modelizar el progreso tecnológico, o el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) en función, entre otros factores, del capital tecnológico. En este trabajo se utilizan ambos enfoques.

Suponiendo que la tecnología subyacente a la función de producción es del tipo Cobb Douglas, la función de producción para las regiones españolas, ampliada con capital tecnológico, es la siguiente:

$$Y_{it} = A_{it} L_{it}^{\alpha} K_{it}^{\beta} H_{it}^{\gamma} R_{it}^{\delta} \quad (1)$$

donde:

$Y_{it}$  = producción privada de la Comunidad Autónoma  $i$  en el año  $t$ .

$$A_{it} = A_{i0} e^{\mu t}$$

$A_{i0}$  = nivel inicial de “eficiencia” o productividad para cada comunidad autónoma  $i$  en el año 0

$\mu$  = tasa de progreso técnico desincorporado

$L_{it}$  = empleo de la comunidad autónoma  $i$  en el año  $t$

$K_{it}$  = capital físico de la comunidad autónoma  $i$  en el año  $t$

$R_{it}$  = capital tecnológico de la comunidad autónoma  $i$  en el año  $t$ .

$H_{it}$  = capital humano de la comunidad autónoma  $i$  en el año  $t$

Y tomando logaritmos:

$$\ln Y_{it} = \ln A_{i0} + \mu t + \alpha \ln L_{it} + \beta \ln K_{it} + \gamma \ln H_{it} + \delta \ln R_{it} \quad (2)$$

A partir de esta ecuación es posible contrastar la hipótesis de la existencia de rendimientos constantes a escala en todos los *inputs* ( $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$ ). Para contrastar esta hipótesis se reparametrizará la ecuación (2) de la siguiente forma:

$$\ln(Y/L)_{it} = \ln A_{it} + \mu \ln(K)_{it} + (1-\mu) \ln L_{it} + \ln H_{it} + \ln R_{it} \quad (3)$$

Si el coeficiente que acompaña al factor trabajo no es estadísticamente significativo, no es posible rechazar la existencia de rendimientos constantes a escala en todos los *inputs*. De este modo, (3) permite obtener los efectos de los factores productivos considerados a lo largo del tiempo sobre la productividad aparente del trabajo.

Para calcular el valor de la PTF, siguiendo las aportaciones de Solow (1957), se toma en consideración la función de producción Cobb Douglas bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala en los *inputs* privados, capital y trabajo:

$$Y_{it} = A_{it} L_{it}^{\mu} K_{it}^{1-\mu} \quad (4)$$

siendo:  $\mu \in [0, 1]$

Tomando logaritmos y realizando sencillas operaciones se obtiene:

$$\ln Y_{it} = \mu \ln L_{it} + (1-\mu) \ln K_{it} + \ln A_{it} + \ln PTF_{it} \quad (5)$$

donde  $\mu$  se define como la parte de la producción correspondiente a la remuneración del trabajo y  $(1-\mu)$  es la participación del capital en la renta.

En la ecuación (5) se comprueba que, tras descontar del nivel de producción los valores correspondientes a los factores productivos ponderados por sus participaciones relativas en la renta total, el término resultante es el residuo de Solow que, a su vez, se corresponde con la definición de PTF. Las series correspondientes a la PTF han sido generadas en términos relativos respecto a la eficiencia de una "región base" (España) para un año base (1986). De este modo, los valores obtenidos de la PTF muestran la importancia de ésta en una comunidad autónoma en comparación con los resultados de eficiencia obtenidos para las otras regiones. Tomando como base el valor de dicha productividad para el conjunto de España (j) en el año 1986 (b), es posible expresar el diferencial de productividad entre dos regiones y para cada período de tiempo por la diferencia logarítmica del *output* de ambas regiones una vez descontadas las diferencias logarítmicas ponderadas de los *inputs*, tomando como ponderaciones las medias de las participaciones de los factores entre las dos regiones. Es la definición propuesta por Christensen, Cummings y Jorgenson (1981):

$$\begin{aligned}
 & [LnPTF_{it} \& LnPTF_{jb}]' [LnY_{it} \& LnY_{jb}] \& [1/2(\alpha_{it} \& \alpha_{jb})] [LnL_{it} \& LnL_{jb}] \& \\
 & \& [1/2((1-\alpha_{it}) \& (1-\alpha_{jb}))] [LnK_{it} \& LnK_{jb}]
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

donde  $\alpha$  y  $(1-\alpha)$  son las participaciones de los factores trabajo y capital en la renta total. Asimismo,  $\alpha$  queda definida por el ratio "remuneración de los asalariados en la comunidad autónoma  $i$ / total de rentas de la misma comunidad".

Calculados los valores de las PTF regionales puede analizarse el efecto que el capital tecnológico y el capital humano generado por las distintas comunidades autónomas ejerce sobre ésta a partir de la siguiente ecuación:

$$LnPTF_{it} = \alpha LnA_{it} + (1-\alpha) LnH_{it} + \beta LnR_{it}
 \tag{7}$$

El capital tecnológico de cada comunidad autónoma está formado por las innovaciones tecnológicas generadas en dicha región, pero siguiendo la literatura económica más avanzada, también cabe incluir como capital tecnológico las externalidades asociadas al capital tecnológico producido en el exterior de la CC.AA. pero "absorbidas" por cada comunidad autónoma. Una vez que se analice el impacto que las actividades tecnológicas generadas en cada región ejercen sobre la productividad, se pretende analizar si el incremento de la productividad puede ser explicado, además, por las externalidades asociadas al capital tecnológico producido en el exterior de la CC.AA.

Es conocido que una de las principales dificultades que afrontan las empresas cuando llevan a cabo actividades de investigación es la apropiabilidad de los recursos invertidos. Sin embargo, estos efectos negativos sobre la empresa inversora pueden incrementar, al mismo tiempo, la productividad de otras empresas o sectores industriales. Este concepto puede ser aplicado también en un marco de agregación mayor considerando la existencia de efectos *spillovers* o externalidades entre países o territorios. Una corriente literaria afirma que los países más atrasados pueden llegar a crecer más rápidamente que los más avanzados si desarrollan su capacidad de imitación o absorción del capital tecnológico ajeno, convergiendo a niveles de renta per cápita semejantes<sup>2</sup>. En este trabajo se tratará de comprobar si las Comunidades Autónomas son más productivas como consecuencia de la captación de *spillovers* procedentes del exterior de la región.

---

<sup>2</sup>Véase Dorwick y Neguyen (1989).



Una cuestión adicional es delimitar de dónde proceden estas externalidades. Entre los primeros autores que introdujeron el concepto de *spillovers* de capital tecnológico cabe destacar a Scherer (1982), Spence (1984) y Jaffe (1986) a nivel de empresa, mientras que la existencia de *spillovers* a nivel internacional viene reflejada en los trabajos de Lichtenberg (1992), Berstein y Mohen (1994) y Coe y Helpman (1995). En estos trabajos se definen medidas alternativas de los *spillovers* tales como los gastos de I+D realizados por otras empresas o industrias, en su caso ponderados por la "distancia tecnológica", "oportunidad tecnológica" o "intención de innovar".

En este sentido, es difícil medir la distancia tecnológica entre regiones de un mismo país. No obstante, de acuerdo con Krugman (1991a y b) y Glaeser et al. (1992) la transmisión de conocimientos tecnológicos se produce dentro de una unidad geográfica limitada. Es decir, la localización y la proximidad entre los agentes productivos importa ya que el coste de transmitir información puede resultar invariante respecto a la distancia pero el coste de transmitir nuevos conocimientos tecnológicos que, generalmente no se realiza de una forma explícita, sí que aumenta con la distancia.

### **3. FUENTES ESTADÍSTICAS Y VARIABLES UTILIZADAS**

Con objeto de analizar la contribución del capital humano y tecnológico al desarrollo regional, se presentan a continuación las variables que van a ser utilizadas en el análisis empírico. Estas corresponden a las diecisiete Comunidades Autónomas españolas en el período 1986-1998 y están expresadas en pesetas de 1990. Para deflactar la producción se ha utilizado el deflactor de la producción nacional, puesto que no se dispone de un deflactor a nivel regional. Asimismo, las series de capital tecnológico se han deflactado por el deflactor de la Formación Bruta de Capital Fijo que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Las variables y fuentes estadísticas utilizadas son las siguientes:

a) Producción de cada Comunidad Autónoma (Y): Se mide por el Valor Añadido Bruto (a coste de factores) y se obtiene a partir de la Contabilidad Regional de España (base 1986) del INE. A lo largo del trabajo, en algunos casos se utiliza el VAB total y en otros el VAB privado. Dado que el INE sólo ofrece información regional del VAB hasta 1996, se han estimado los valores de VAB total

correspondientes a 1997 y 1998 utilizando las tasas de crecimiento de FUNCAS.

b) Empleo (L). Se obtiene, al igual que en el caso anterior, de la Contabilidad Regional de España (base 1986) del INE.

c) Capital privado regionalizado (K). Se obtiene de las estimaciones realizadas por el Ivie para la Fundación BBV. Como es habitual, no se considera el capital residencial. En esos momentos la última información disponible a nivel regional corresponde a 1996.

d) El nivel de cualificación laboral de cada región ha sido aproximado a través del porcentaje de la población ocupada con al menos estudios medios, siendo ésta la aproximación utilizada en Serrano (1996). Dicha información se obtiene a partir de la publicación de la Fundación Bancaja "Series históricas de capital humano: 1964-1992" de Mas, M., Pérez, F., Uriel, E. y Serrano, L.(1995) junto con las actualizaciones posteriores (Pérez y Serrano, 1998). El último año disponible corresponde a 1998.

e) Gastos de I+D regionalizados (GASTOS DE I+D): se obtienen de la publicación "Estadísticas sobre actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico" del INE excepto las del año 1986 que han sido obtenidas a partir de las estimaciones de Martín et al. (1991). La publicación ofrece información tanto para el total del gasto en I+D como de forma desagregada para los siguientes sectores: Empresas, Administraciones Públicas, Enseñanza Superior y Entidades Privadas sin Fines de Lucro (EPSFL). La última información regionalizada disponible corresponde a 1998, si bien en este año (al igual que en 1996) no se ofrece la información correspondiente a las EPSFL.

f) *Stock* de capital tecnológico (R) : La actividad de I+D debe ser considerada como un flujo de inversión en un activo intangible como es el volumen acumulado de conocimientos adquiridos. Así pues, la influencia desarrollada sobre la producción de un país proviene del *stock* acumulado de los resultados procedentes de la inversión en I+D. Este *stock* es el que conocemos como capital tecnológico. Para generar dicha serie de capital tecnológico consideramos que este *input* se acumula, de acuerdo con el método del inventario permanente<sup>3</sup>, de la siguiente forma:

---

<sup>3</sup>Este método ha sido discutido en Griliches (1979) y ha sido utilizado recientemente en otros trabajos entre los que destacan para el caso español: Martín (1999) y Beneito (2000). También se utiliza este método en la estimación del *stock* de capital privado realizada por el Ivie.

$$R_{i,t} = (1 - \delta) R_{i,t-1} + I_{i,t} \quad (8)$$

donde  $R_t$  es el *stock* de capital del período  $t$ ,  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital tecnológico e  $I_t$  la inversión anual en capital de I+D. No obstante, siguiendo a Pakes y Schankerman (1984) se asume que los efectos de las inversiones de I+D sobre el crecimiento económico no son inmediatas sino que existe un retardo medio de dos períodos entre la realización de los gastos de I+D y sus efectos ( $\tau=2$ ). Alternativamente,  $R_t$  puede definirse de una forma más completa tal que incluya también como conocimiento tecnológico los pagos por transferencia de tecnología además de los gastos de capital de I+D del período. No obstante, este trabajo pretende utilizar, como se ha comentado con anterioridad, las publicaciones que sobre gastos tecnológicos presenta el INE. En tal caso, las estadísticas no ofrecen una desagregación entre gastos propios de I+D y pagos por transferencia de tecnología. Ello se debe a que las propias entidades encuestadas no distinguen en la mayoría de los casos entre ambos términos, respondiendo de forma genérica acerca de los gastos totales intramuros.

El método del inventario permanente como forma de computar el *stock* de capital tecnológico presenta algunos problemas. El primero de ellos está relacionado con la determinación del *stock* de capital de partida. La solución adoptada en los trabajos antes citados es comenzar el proceso del inventario perpetuo en el primer año disponible que en este caso es 1986. En este caso, si el capital tecnológico se acumula como en (8) y además consideramos que la inversión en capital de I+D entre dos años consecutivos aumenta en una proporción  $g$ , se tiene que:

$$R_{i,t} = \frac{I_{i,t-2}}{g - \delta} \quad (9)$$

El segundo de los problemas que lleva consigo la utilización de la fórmula del inventario permanente como forma de calcular el *stock* de capital tecnológico es determinar cual debe ser la tasa de depreciación de dicho capital ( $\delta$ ) y la tasa de crecimiento a la que el mismo se acumula ( $g$ ). En España, no existen trabajos en los que se haya cuantificado  $\delta$ . Las referencias que se toman son dos. En primer lugar, la de los trabajos realizados por Pakes y Shankerman (1984) y Hall (1988) que obtienen un valor máximo de la depreciación del capital tecnológico de 0,25. En segundo lugar, también es común utilizar una tasa de depreciación similar a la del capital físico. Los autores españoles suelen tomar una medida intermedia entre ambas. La razón es, por una parte, que una tasa de depreciación de 0,25 estaría indicando un dinamismo inversor en España semejante al de países como Francia,

Reino Unido, Suiza y Holanda que no ocurre en la práctica. Por otra parte, considerar un indicador semejante al del capital físico implicaría suponer que la tasa de obsolescencia o velocidad a la que se introducen nuevas invenciones es similar a la tasa de envejecimiento del capital físico, siendo lógico suponer que la primera sea muy superior a la segunda. Otros estudios, como el de Hall y Maraisse (1992) para el caso francés suponen una tasa de depreciación del 15%. Ésta es la tasa que se ha utilizado en este trabajo y en Beneito (2000)<sup>4</sup>.

Por último, respecto a la tasa de crecimiento del capital en I+D ( $g$ ), necesaria para el cálculo del *stock* de capital de acuerdo con el método del inventario permanente, se ha procedido a calcularla de acuerdo con los datos de la muestra.

Alternativamente, se utilizarán las patentes solicitadas por cada una de las Comunidades Autónomas (PAT) como aproximación al volumen de innovación o de conocimientos tecnológicos generados por las mismas. No obstante, la utilización de las patentes como medida de la innovación tecnológica conlleva algunas limitaciones. La primera es que no todas las innovaciones se patentan puesto que existen otras formas de proteger el *output* de la innovación como el propio secreto industrial, mientras que la segunda es que el valor de las patentes es heterogéneo puesto que algunas de ellas van asociadas a grandes descubrimientos mientras que otras se asocian a novedades relevantes.

Sin embargo, cabe matizar que estudios realizados por autores como Kamien y Schwartz (1982) consideran específicamente que estas limitaciones no representan una parte importante de la innovación. Por otra parte, Griliches (1994) apoya la utilización de las patentes como medida del capital tecnológico ya que considera que las patentes pueden tomarse como indicadores de las invenciones y éstas se producen por una combinación de los gastos de I+D corrientes y del estado de conocimientos tecnológicos existentes, incorporando los efectos acumulados de ciencia y los *spillovers* derivados de actividades previas de investigación. Más recientemente, Lach (1995) considera que las patentes son una alternativa a un indicador usual del stock de capital tecnológico como el *stock* de I+D. Este autor señala (pp.101) que el paralelismo entre el número de patentes, el *output* de I+D y el *stock* de conocimientos tecnológicos está sujeto a reservas aunque es la mejor información disponible por el momento. En definitiva, las patentes han sido ampliamente utilizadas como medida del cambio tecnológico en la literatura económica y, por tanto, serán consideradas en este trabajo como

---

<sup>4</sup>No obstante, en las aplicaciones empíricas los resultados no suelen ser sensibles a la tasa de depreciación utilizada.

aproximación al volumen de innovación tecnológica de una región.

g) Externalidades asociadas a las actividades tecnológicas: Para analizar la contribución de los *spillovers* de carácter tecnológico a la productividad a nivel regional se han construido dos medidas complementarias que tienen en consideración el hecho de que las externalidades que puede captar cada región provienen de otras regiones. La primera medida de los *spillovers* (SPILL1) mide la contribución del esfuerzo tecnológico generado por las demás regiones del país sobre una misma y, en consecuencia, para cada región se mide como la suma del *stock* de I+D de todas las demás regiones excepto ella misma. La segunda medida de los *spillovers* (SPILL2) se construye de forma análoga a la anterior tomando como indicador tecnológico las patentes en lugar del capital tecnológico.

#### 4. LAS ACTIVIDADES DE I+D EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS

Con objeto de mostrar la posición tecnológica de las regiones españolas se va a comenzar presentando los principales indicadores de las actividades tecnológicas. El primer problema que debe abordarse es determinar cuál es el indicador de innovación más adecuado. Para ello, hay que tener en cuenta que la innovación tecnológica puede ser medida desde dos puntos de vista: por un lado, el *input* de la innovación, es decir, el volumen de recursos destinados a realizar actividades tecnológicas y, por otro lado, el *output* o los resultados que se obtienen tras la inversión en innovación. La medida más ampliamente utilizada del *input* de la innovación son los gastos de I+D o el *stock* de capital tecnológico, mientras que el *output* de la innovación suele medirse a través del número de patentes o número de innovaciones de proceso o de producto producidas.

Desde el punto de vista del *input* de la innovación, el cuadro 1 muestra el gasto total en I+D de las regiones españolas expresado como porcentaje respecto del VABcf. La evolución de dicha ratio para el conjunto de las regiones muestra un importante crecimiento en el periodo 1986-1998 ya que de representar el gasto en I+D el 0,64% del VAB en 1986, doce años más tarde su peso en el VAB aumenta 0,4 puntos porcentuales hasta situarlo en el 1,03% del VAB. No obstante, y pese al importante aumento de los gastos en I+D, la ratio se encuentra muy por debajo de la media de la Unión Europea (en torno al 1,83% del PIB), situándose sólo Madrid en torno a los niveles medios europeos.

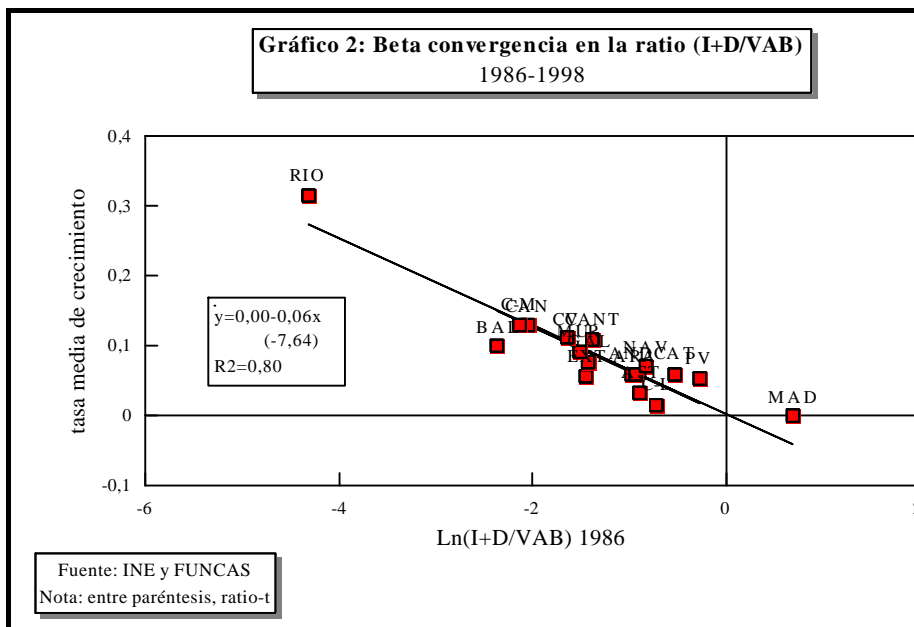
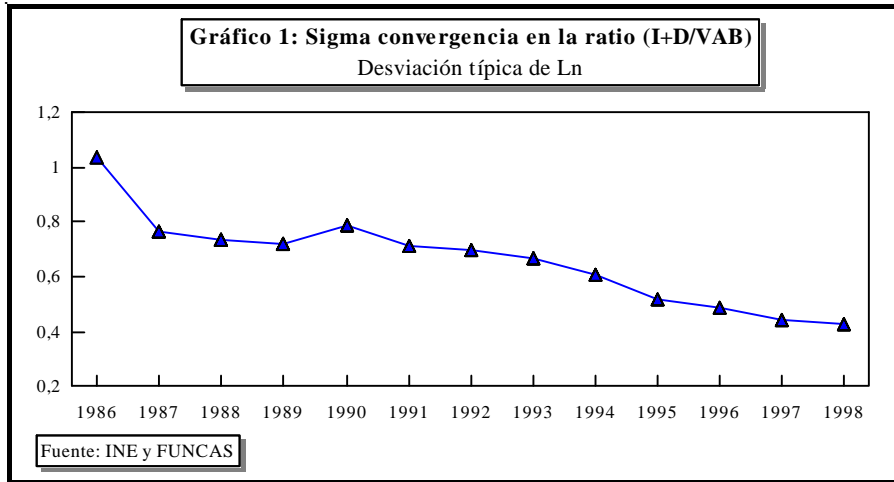
La información por regiones constata la existencia de importantes diferencias. Utilizando la información del último año disponible (1998), sólo tres regiones se sitúan por encima de la media nacional (Madrid, Cataluña y País Vasco), situándose muy por debajo de la media Baleares, Castilla La Mancha y Extremadura. Se observa asimismo que dicha ratio ha crecido en todas las CC.AA., a excepción de Madrid y Castilla y León.

**Cuadro 1: Gasto en I+D por Comunidades Autónomas (%VABcf)**

	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998
Andalucía	0,38	0,44	0,51	0,57	0,56	0,70	0,77
Aragón	0,39	0,53	0,59	0,74	0,66	0,63	0,77
Asturias	0,41	0,42	0,54	0,60	0,52	0,61	0,60
Baleares	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,22	0,31
Canarias	0,13	0,18	0,29	0,56	0,58	0,56	0,60
Cantabria	0,25	0,50	0,43	0,47	0,61	0,58	0,92
Castilla-La Mancha	0,12	0,16	0,15	0,21	0,22	0,46	0,55
Castilla y León	0,48	0,50	0,58	0,66	0,72	0,58	0,57
Cataluña	0,59	0,81	0,93	1,04	0,96	1,04	1,21
Extremadura	0,23	0,30	0,30	0,37	0,40	0,37	0,45
Galicia	0,24	0,29	0,35	0,57	0,43	0,55	0,61
Rioja (La)	0,01	0,13	0,14	0,21	0,30	0,44	0,59
Madrid	1,99	2,13	2,61	2,44	2,13	1,95	1,95
Murcia	0,22	0,42	0,45	0,65	0,51	0,55	0,65
Navarra	0,44	0,38	0,96	1,07	0,80	0,91	1,01
País Vasco	0,77	1,01	1,21	1,23	1,14	1,41	1,45
Comunidad Valenciana	0,19	0,35	0,36	0,60	0,60	0,64	0,72
<b>Total</b>	<b>0,64</b>	<b>0,78</b>	<b>0,92</b>	<b>1,00</b>	<b>0,92</b>	<b>0,95</b>	<b>1,03</b>

Fuente: INE y FUNCAS

Con objeto de analizar si las desigualdades en el esfuerzo innovador (I+D/VAB) se han reducido entre regiones, utilizaremos los conceptos de F y \$-convergencia. En el primer caso, se dice que existe F-convergencia si las desigualdades, medidas a través de un estadístico de dispersión, se reducen en el tiempo. Por su parte, existe \$-convergencia si las regiones que partían de menores niveles en la ratio I+D/VAB experimentan en un crecimiento en dicha ratio superior a las regiones que partían de niveles superiores. Como muestra Barro y Sala-i Martin (1992), la \$-convergencia es condición necesario, aunque no suficiente, para que se produzca F-convergencia.



El gráfico 1 muestra el fenómeno de F-convergencia a través de la representación de la desviación típica de la ratio (I+D/VAB). Se observa claramente el importante proceso de F-convergencia ya que la desviación típica ha disminuido en más de un 50% de 1986 a 1998. Se observa que el mayor proceso de convergencia tuvo lugar a finales de la década de los ochenta, siendo más lenta la convergencia durante los noventa.

Utilizando el concepto de  $\beta$ -convergencia, el gráfico 2 muestra la relación existente entre la tasa de crecimiento de la ratio (I+D/VAB) en el periodo 1986-98 y el nivel inicial de dicha ratio en 1986. Así, existirá convergencia si las regiones que partían en 1986 de menores relaciones (I+D/VAB)

experimentan tasas de crecimiento más elevada, convergiendo así a los niveles de las regiones tecnológicamente más avanzadas. El gráfico muestra una clara relación negativa entre ambas variables, constatándose así la existencia de  $\beta$ -convergencia. Destaca en el gráfico La Rioja, CC.AA. que, partiendo de nivel más reducido en 1986, ha experimentado la tasa de crecimiento más elevada. En el extremo opuesto se encuentra Madrid.

El cuadro 2 contiene la distribución regional del gasto total en I+D. La información muestra cómo en 1986 tres CC.AA. (Madrid, Cataluña y País Vasco) concentraban casi el 75% del gasto total en I+D, habiendo regiones que ni siquiera absorben un 1% del gasto total (es el caso de Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla La Mancha, Extremadura, La Rioja y Murcia). Sin embargo, en 1998 Madrid, Cataluña y el País Vasco concentran un menor porcentaje del gasto en I+D (el 62%), destacando el crecimiento de las regiones que partían de posiciones más desfavorables.

**Cuadro 2: Distribución regional del Gasto en I+D Total (%)**

	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998
<b>Andalucía</b>	7,89	7,53	7,45	7,71	8,23	9,84	9,87
<b>Aragón</b>	2,10	2,41	2,19	2,55	2,47	2,26	2,54
<b>Asturias</b>	1,93	1,52	1,57	1,59	1,46	1,65	1,45
<b>Baleares</b>	0,34	0,29	0,26	0,28	0,35	0,55	0,73
<b>Canarias</b>	0,75	0,90	1,13	2,07	2,44	2,24	2,25
<b>Cantabria</b>	0,51	0,86	0,62	0,62	0,86	0,79	1,16
<b>Castilla-La Mancha</b>	0,63	0,74	0,61	0,77	0,85	1,73	1,91
<b>Castilla y León</b>	4,81	4,01	3,72	3,85	4,72	3,74	3,36
<b>Cataluña</b>	16,89	19,31	19,04	19,86	20,02	21,15	22,81
<b>Extremadura</b>	0,67	0,75	0,62	0,71	0,86	0,73	0,82
<b>Galicia</b>	2,17	2,11	2,05	3,11	2,57	3,20	3,24
<b>Rioja (La)</b>	0,02	0,12	0,11	0,16	0,24	0,35	0,42
<b>Madrid</b>	47,74	41,94	44,31	38,64	37,08	33,30	30,89
<b>Murcia</b>	0,86	1,28	1,22	1,59	1,34	1,37	1,48
<b>Navarra</b>	1,12	0,80	1,72	1,77	1,42	1,56	1,62
<b>País Vasco</b>	8,45	8,50	8,51	7,82	7,78	9,18	8,79
<b>Comunidad Valenciana</b>	2,97	4,33	3,85	5,90	6,32	6,35	6,66
<b>No regionalizado</b>	0,00	2,58	1,03	1,02	0,99	0,00	0,00
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: INE



Las estadísticas del INE sobre actividades de I+D permiten distinguir cuatro sectores: Empresas, Administraciones Públicas, Enseñanza Superior e Instituciones Privadas sin Fines de Lucro (IPSFL). El cuadro 3 muestra la distribución porcentual por sectores del gasto en I+D de la economía española en el periodo 1986-97<sup>5</sup>. El gasto en I+D de las empresas es cuantitativamente el más importante representando en 1997 el 48,8% del total. Le sigue en orden de importancia el gasto en Enseñanza Superior (32,7%) y el realizado por las AA.PP (17,37%). Finalmente, el gasto realizado por las IPSFL representa tan solo el 1,1% del gasto total en I+D. La evolución de la distribución porcentual a lo largo del periodo considerado muestra cómo el gasto realizado por las Empresas y por las AA.PP. ha ido perdiendo importancia relativa ( entorno a 10 y 9 puntos porcentuales, respectivamente, entre 1986 y 1997), pérdida que ha sido absorbida por el importante crecimiento del gasto en Enseñanza Superior.

**Cuadro 3: Distribución Porcentual del Gasto en I+D (%)**

	<b>Empresas</b>	<b>AA.PP.</b>	<b>Enseñanza superior</b>	<b>IPSFL</b>
<b>1986</b>	58,62	26,15	15,23	nd
<b>1987</b>	54,97	25,24	18,94	0,57
<b>1988</b>	56,79	23,18	19,25	0,79
<b>1989</b>	56,33	22,73	20,41	0,52
<b>1990</b>	57,83	21,26	20,37	0,55
<b>1991</b>	56,00	21,27	22,22	0,52
<b>1992</b>	50,51	20,01	28,91	0,57
<b>1993</b>	47,75	20,00	31,28	0,97
<b>1994</b>	46,76	20,70	31,58	0,97
<b>1995</b>	48,23	18,62	32,02	1,12
<b>1996</b>	48,35	18,30	32,26	nd
<b>1997</b>	48,80	17,37	32,73	1,10
<b>1998</b>	52,11	16,27	30,51	nd

*Fuente: INE*

Utilizando la metodología descrita en la sección anterior, el cuadro 4 muestra la importancia del capital tecnológico de las regiones españolas en relación al VABcf. Para el conjunto de la economía

---

<sup>5</sup>El INE no ofrece en todos los años el gasto en I+D realizado por las IPSFL.

española, la ratio capital tecnológico/VAB casi se ha duplicado de 1987 a 1998, representando en este último año el 4,89% del VAB. Por regiones, destaca la elevada ratio en el caso de Madrid (11,7), situándose por encima de la media Madrid, Cataluña y el País Vasco. En el extremo opuesto destaca Baleares con una ratio de tan sólo 0,75% en 1998.

**Cuadro 4: Capital Tecnológico por Comunidades Autónomas (% VABcf)**

	1987	1990	1992	1994	1996	1998
<b>Andalucía</b>	1,42	1,63	2,04	2,50	2,90	3,20
<b>Aragón</b>	1,61	1,91	2,38	2,96	3,37	3,41
<b>Asturias</b>	1,99	2,10	2,50	2,98	3,09	3,24
<b>Baleares</b>	0,31	0,41	0,46	0,55	0,61	0,75
<b>Canarias</b>	0,37	0,60	0,88	1,44	2,02	2,27
<b>Cantabria</b>	0,84	1,30	1,65	2,11	2,57	2,77
<b>Castilla-La Mancha</b>	0,31	0,44	0,58	0,80	0,95	1,50
<b>Castilla y León</b>	2,22	2,29	2,60	2,96	3,39	3,33
<b>Cataluña</b>	2,18	2,67	3,38	4,30	4,72	4,98
<b>Extremadura</b>	0,87	1,06	1,20	1,46	1,77	1,79
<b>Galicia</b>	0,85	1,07	1,34	1,89	2,13	2,43
<b>Rioja (La)</b>	0,02	0,18	0,40	0,69	1,09	1,51
<b>Madrid</b>	9,64	9,49	10,87	12,33	12,37	11,70
<b>Murcia</b>	0,74	1,14	1,60	2,19	2,59	2,75
<b>Navarra</b>	1,52	1,85	2,64	3,91	4,31	4,44
<b>País Vasco</b>	3,24	3,84	4,86	5,90	6,39	6,68
<b>Comunidad Valenciana</b>	0,60	0,94	1,32	1,96	2,50	2,76
<b>Total</b>	2,63	2,97	3,64	4,43	4,80	4,89

*Fuente: INE, FUNCAS y elaboración propia*

En resumen la información hasta ahora manejada permite constatar la existencia de importantes diferencias en el gasto en I+D entre regiones, diferencias que han disminuido a lo largo del tiempo. Así, se observa que las regiones que en 1986 partían de mayores niveles en la ratio (I+D/VAB) han experimentado menores tasas de crecimiento en relación a las regiones con relaciones iniciales más reducidas. El detalle sectorial muestra que existen diferencias importantes en todos ellos, si bien son menos acusadas en el caso del gasto en Enseñanza Superior.

Los indicadores de actividad tecnológica hasta ahora utilizados en esta sección hacen referencia a lo que la literatura denomina el *input* de la innovación. Con respecto al *output* de la innovación, la información estadística disponible únicamente ofrece información acerca del número de patentes solicitadas, procediendo esta información de la “Oficina Española de Patentes y Marcas”.

El cuadro 5 muestra el número de patentes solicitadas en las distintas regiones españolas en el horizonte 1986- 1999, mientras que el cuadro 6 ofrece la distribución regional del total de patentes. Como puede observarse, el número de patentes solicitadas en 1999 es de 2404, creciendo en la década de los noventa a un ritmo inferior al que creció en los ochenta. La distribución porcentual muestra que Cataluña y Madrid concentran casi el 50% del total de patentes solicitadas en 1999, frente al 63% que representaban en 1986, habiendo así perdido peso relativo a lo largo del tiempo. Les siguen en importancia, aunque distanciados, la Comunidad Valenciana, Andalucía y el País Vasco, representando en 1999 alrededor de un 14% la primera región y un 8% cada una de las otras dos regiones.

**Cuadro 5: Número de Patentes Solicitadas**

	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	1999
<b>Andalucía</b>	85	98	131	148	177	184	175	203
<b>Aragón</b>	59	64	64	69	56	80	96	84
<b>Asturias</b>	14	29	19	38	29	38	29	40
<b>Baleares</b>	11	12	18	28	17	32	27	23
<b>Canarias</b>	12	17	17	21	28	40	32	47
<b>Cantabria</b>	6	13	15	14	25	12	21	23
<b>Castilla-La Mancha</b>	20	24	22	35	32	43	44	49
<b>Castilla y León</b>	26	36	46	63	52	55	64	83
<b>Cataluña</b>	552	693	830	589	539	586	600	578
<b>Extremadura</b>	2	13	13	18	14	18	15	23
<b>Galicia</b>	8	28	36	50	52	69	77	76
<b>Rioja (La)</b>	9	7	13	17	18	15	21	15
<b>Madrid</b>	420	392	483	465	509	523	511	540
<b>Murcia</b>	20	23	25	36	31	33	41	33
<b>Navarra</b>	43	51	68	37	58	53	75	50
<b>País Vasco</b>	111	148	177	198	176	165	155	197
<b>Comunidad Valenciana</b>	158	179	223	222	271	307	273	340
<b>TOTAL</b>	1556	1827	2200	2048	2084	2253	2256	2404

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas

**Cuadro 6: Distribución Regional de las Patentes (%)**

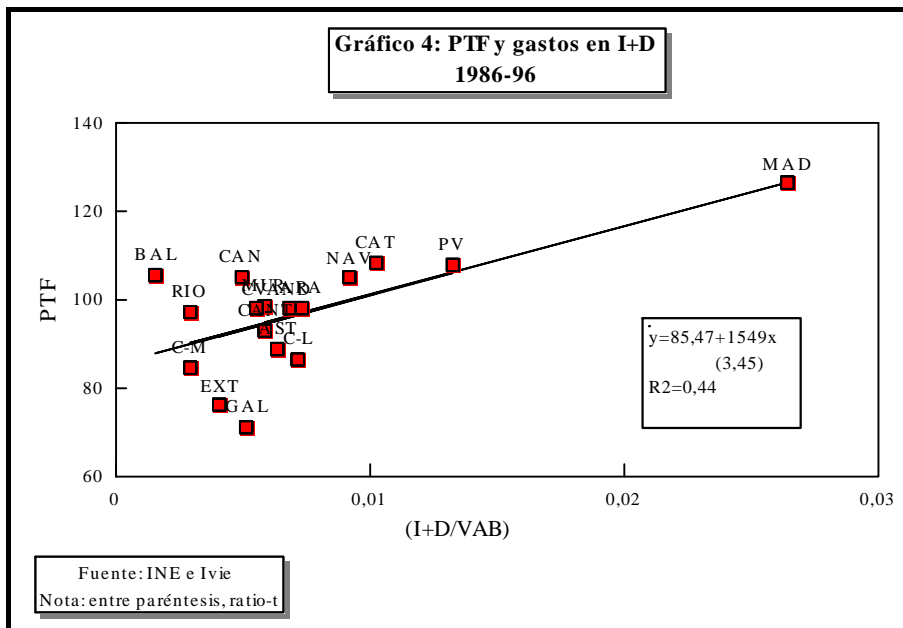
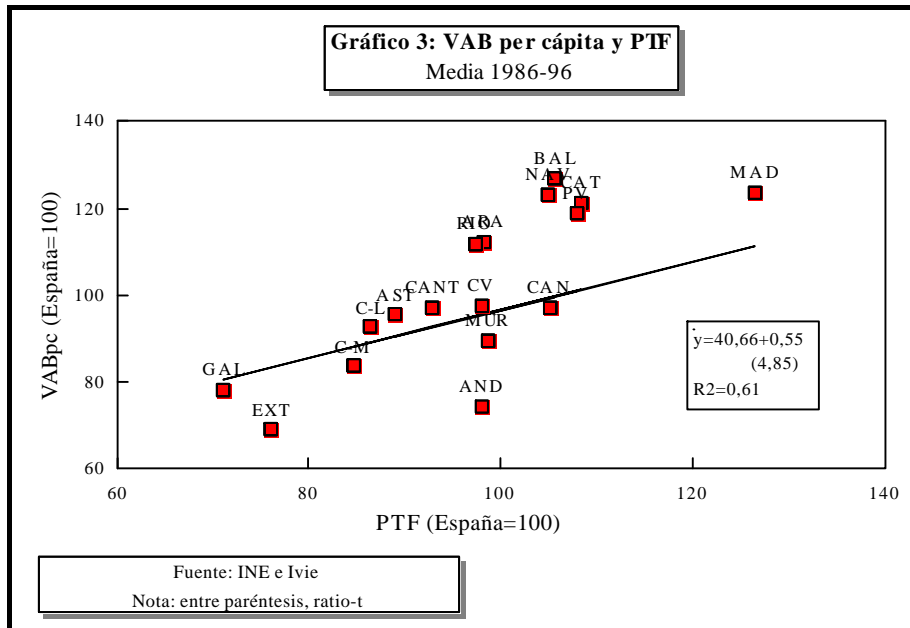
	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	1999
<b>Andalucía</b>	5,46	5,36	5,95	7,23	8,49	8,17	7,76	8,44
<b>Aragón</b>	3,79	3,50	2,91	3,37	2,69	3,55	4,26	3,49
<b>Asturias</b>	0,90	1,59	0,86	1,86	1,39	1,69	1,29	1,66
<b>Baleares</b>	0,71	0,66	0,82	1,37	0,82	1,42	1,20	0,96
<b>Canarias</b>	0,77	0,93	0,77	1,03	1,34	1,78	1,42	1,96
<b>Cantabria</b>	0,39	0,71	0,68	0,68	1,20	0,53	0,93	0,96
<b>Castilla-La Mancha</b>	1,29	1,31	1,00	1,71	1,54	1,91	1,95	2,04
<b>Castilla y León</b>	1,67	1,97	2,09	3,08	2,50	2,44	2,84	3,45
<b>Cataluña</b>	35,48	37,93	37,73	28,76	25,86	26,01	26,60	24,04
<b>Extremadura</b>	0,13	0,71	0,59	0,88	0,67	0,80	0,66	0,96
<b>Galicia</b>	0,51	1,53	1,64	2,44	2,50	3,06	3,41	3,16
<b>Rioja (La)</b>	0,58	0,38	0,59	0,83	0,86	0,67	0,93	0,62
<b>Madrid</b>	26,99	21,46	21,95	22,71	24,42	23,21	22,65	22,46
<b>Murcia</b>	1,29	1,26	1,14	1,76	1,49	1,46	1,82	1,37
<b>Navarra</b>	2,76	2,79	3,09	1,81	2,78	2,35	3,32	2,08
<b>País Vasco</b>	7,13	8,10	8,05	9,67	8,45	7,32	6,87	8,19
<b>Comunidad Valenciana</b>	10,15	9,80	10,14	10,84	13,00	13,63	12,10	14,14
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	100	100	100	100

*Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas*

## 5. LA INNOVACIÓN COMO FUENTE DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Es ampliamente conocido la importancia de las ganancias en la productividad total de los factores como fuente de crecimiento económico. En el caso concreto de la economía española, los estudios realizados (Pérez et al., 1997) muestran de hecho que las ganancias en productividad (PTF) explican más de las dos terceras partes del crecimiento de la producción, siendo la contribución del proceso de capitalización (aumentos en la relación capital trabajo) el responsable del tercio restante.

La plasmación de este hecho al caso concreto de las regiones españolas en el periodo objeto de estudio en este trabajo (1987-96) la suministra el gráfico 3. En él se aprecia claramente cómo las regiones que disfrutaban de mayores niveles de renta (VAB per cápita) -Madrid, Cataluña y Baleares- son aquellas que alcanzan mayores niveles de PTF, mientras que las regiones más pobres (Galicia, Extremadura, Castilla-La-Macha) alcanzan niveles de PTF muy por debajo de la media española.



De las distintas fuentes de crecimiento de la productividad (capital humano, capital público, ganancias de eficiencia, etc.), un amplio conjunto de trabajos se ha centrado en la importancia del I+D. En el caso concreto de la economía española, las limitaciones impuestas por la escasa información disponible sobre gastos en I+D ha hecho que la evidencia empírica sea escasa, centrándose los

estudios realizados en el sector industrial o en el agregado de la economía nacional<sup>6</sup>. A escala regional, que sepamos, no existe ningún trabajo publicado que cuantifique el efecto de las actividades tecnológicas.

Una primera toma de contacto con la importancia de las actividades tecnológicas como posible factor explicativo de los niveles de productividad alcanzados por las regiones españolas la ofrece el gráfico 4 en el que se representa la relación existente entre el esfuerzo tecnológico -aproximado a través del porcentaje que los gastos de I+D representan respecto al VAB- y los niveles de PTF. La existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre ambas variables ofrece pues evidencia favorable a la importancia de las actividades tecnológicas como determinantes del crecimiento de la PTF.

Antes de proceder al análisis del efecto de las actividades tecnológicas en las regiones españolas, es de interés realizar el análisis a nivel agregado para la economía española utilizando la información que desde 1964 proporciona el INE<sup>7</sup>. Para ello se ha procedido a la estimación del *stock* de capital tecnológico siguiendo la metodología detallada anteriormente. Este análisis presenta una doble ventaja: a) al abarcar un amplio número de años (de 1964 a 1996), ofrece una visión del efecto a largo plazo del capital tecnológico, frente al análisis de corto plazo que posibilita la información disponible a nivel regional; y b) la estimación de la elasticidad del capital tecnológico a escala nacional recoge de forma implícita los posibles efectos desbordamiento entre regiones, siendo de esperar una elasticidad agregada superior a la que se obtendría a escala regional.

El cuadro 7 ofrece los resultados de la estimación de la función de producción agregada para el sector privado de la economía española para el periodo 1965-96<sup>8</sup>. Los resultados muestran una elasticidad del capital tecnológico (0,277) relativamente similar a la correspondiente al capital humano (0,269), siendo ambos parámetros estadísticamente significativos. En consecuencia, los resultados de largo plazo obtenidos constatan la importancia

---

<sup>6</sup>Véanse los trabajos de Beneito (2000), Grandón y Rodríguez (1991) para el sector industrial, y Fernández y Polo (1997) y Crespo y Velázquez (1999) para el agregado de la economía.

<sup>7</sup>El INE proporciona información agregada a nivel nacional acerca de los gastos de I+D desde 1964, a excepción de los años 1965, 1966, 1968 y 1977. En estos cuatro años, la información se ha estimado por interpolación.

<sup>8</sup>Las fuentes de información utilizadas son la Contabilidad Nacional del INE para la producción y las estimaciones de la Fundación Bancaja (basadas a su vez en la EPA) para el empleo y el capital humano.

del capital tecnológico en la explicación de la evolución de la productividad del trabajo del sector privado español<sup>9</sup>.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la estimación de la función de producción a escala regional para el periodo 1987-96. Puesto que se dispone de un panel de datos se va a explorar la dimensión temporal de los datos aplicando con técnicas de panel (modelos de efectos fijos -EF- vs. aleatorios -EA-). Para ello se introducen en la estimación tanto efectos individuales como efectos temporales. Como muestra el valor del test de Hausman, los efectos individuales están correlacionados con las variables explicativas, por lo que centraremos la discusión en los resultados obtenidos en la estimación intra-grupos, dado que el modelo de efectos aleatorios proporciona estimaciones inconsistentes. De esta forma se evitan los sesgos ocasionados por la posible existencia de efectos inobservables propios de las empresas correlacionados con los demás regresores. En el contexto de la función de producción, las variables inobservables hacen referencia a características del entorno regional tales como la mayor dotación de infraestructuras, la existencia de una política regional que fomente la innovación, etc.

**Cuadro 7: Estimación función de producción agregada (1965-96)**

Var. dep.=  $\log(Y/L)$

constant	61.413 (8.163)
K	0.154 (2.512)
H	0.269 (4.414)
R	0.277 (3.778)
trend	-0.025 (-6.843)
R <sup>2</sup> adj.	99

*Estimación bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala  
Entre paréntesis, ratio t*

---

<sup>9</sup>Tanto estos resultados como los que se ofrecen a continuación a escala regional, corresponden a la estimación imponiendo la hipótesis de rendimientos constantes a escala, dado que no es posible rechazar dicha hipótesis. Los resultados están a disposición del lector interesado.

**Cuadro 8: Estimación función de producción regional (1987-96)**

$$\text{Var.dep} = \log(Y/L)$$

	(1)		(2)	
	EF	EA	EF	EA
K	0.313 (4.512)	0.308 (5.404)	0.296 (3.980)	0.344 (5.879)
H	0.306 (4.398)	0.483 (7.974)	0.323 (4.337)	0.453 (7.055)
R	-0.008 (-1.029)	-0.004 (-0.601)	-0.007 (-0.847)	-0.010 (-1.283)
SPILL1			0.086 (0.646)	-0.178 (-2.165)
Constant		1.379 (2.803)		3.533 (3.248)
N. Obs.	170	170	170	170
R <sup>2</sup> adj.	97	96	97	96
Test de Hausman	30.174 [0.000]		31.809 [0.000]	

*Nota: estimación bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala*

*Entre paréntesis, ratio-t*

*Entre corchetes, p-value del test de Hausman [Ho: EF vs. EA]*

En la parte (1) del cuadro se ofrecen los resultados referidos al *stock* de capital tecnológico total. Los resultados muestran una elasticidad del capital privado de 0,313, y del empleo no cualificado de 0,389, siendo el capital humano un *input* relevante en el proceso de producción con una elasticidad de 0,306, resultado acorde con el obtenido en Serrano (1996). El primer resultado es coherente con los resultados predichos por la teoría económica indicando que la mayor dotación de factores aumenta la productividad de la empresa mientras que el coeficiente positivo y significativo del capital humano sugiere que los conocimientos producidos e incorporados en el trabajo contribuyen de forma positiva a aumentar la productividad. Por contra, el capital tecnológico no aparece como un factor productivo relevante dada su no significatividad. Los resultados obtenidos tras la estimación de los efectos *spillover* asociados al capital tecnológico se reportan en la parte (2). Tampoco se obtiene un efecto significativo de las externalidades asociadas al capital tecnológico.

Así pues, la estimación de una función de producción ampliada introduciendo el capital tecnológico muestra que dicho factor de producción no se revela significativo en la explicación de las diferencias de productividad de las regiones españolas en el periodo 1987-96, siendo por contra significativo el efecto del capital humano. Autores como Sterlacchini (1989), Geroski (1994) y Gumbau (1996) en un estudio acerca de los efectos de la innovación sobre la productividad total de los factores han matizado al respecto que son las innovaciones “utilizadas” por la empresa y no las innovaciones



“producidas” por las mismas las que afectan con mayor intensidad a la variable dependiente que se analiza. No obstante, este resultado contrasta con la significatividad del capital tecnológico obtenida a nivel nacional en el periodo más amplio 1964-96. En consecuencia, la escasa dimensión temporal de la información regional puede estar detrás del resultado obtenido.

Por otra parte, es posible que el capital tecnológico invertido por la empresa que representa el input de la innovación no sea la variable clave en el análisis puesto que no todos los recursos invertidos se convierten en innovaciones comercializables y, por tanto, susceptibles de afectar a la productividad. Para clarificar este aspecto, en el cuadro 9 sustituye el capital tecnológico por una medida directa de los resultados de la innovación: las patentes. En este caso, se observa como las nuevas tecnologías afectan de forma positiva a la productividad del trabajo manteniéndose el signo y significatividad del capital humano.

Si utilizamos como proxy de la innovación las patentes, los resultados en cuanto a los *spillovers* también son más satisfactorios. El mismo cuadro 9 muestra que los efectos *spillover* asociados a las patentes afectan de forma positiva y significativa a la productividad del trabajo.

**Cuadro 9: Estimación función de producción regional con patentes (1987-96)**

Var.dep=  $\log(Y/L)$

	(1)		(2)	
	EF	EA	EF	EA
K	0.286 (4.204)	0.294 (5.197)	0.265 (5.160)	0.285 (6.126)
H	0.254 (3.684)	0.406 (6.605)	0.262 (1.126)	0.341 (6.979)
PAT	0.016 (1.805)	0.022 (2.566)	0.022 (3.273)	0.021 (3.183)
SPILL2			0.513 (10.34)	0.026 (1.777)
Constant.		1.461 (2.964)		1.444 (3.599)
N. Obs.	170	170	170	170
R <sup>2</sup> adj.	97	96	98	97
Test de Hausman	24.393 [0.000]		130.09 [0.000]	

*Nota: estimación bajo la hipótesis de rendimientos constantes a escala*

*Entre paréntesis, ratio-t*

*Entre corchetes, p-value del test de Hausman [Ho: EF vs. EA]*

Una forma alternativa de analizar la importancia de las actividades tecnológicas en la explicación de las diferencias de productividad entre regiones es analizando su efecto sobre un indicador de productividad conjunta o total (PTF) en el uso de los factores privados, capital y trabajo. Dado que el crecimiento de la PTF o residuo de Solow no hace sino recoger el crecimiento de la producción no explicado por el crecimiento de los *inputs* privados, dicho crecimiento “no explicado” puede ser explicado por otros factores como la mayor cualificación de la fuerza de trabajo (capital humano) o por la inversión en I+D (capital tecnológico).

Los resultados de la estimación de los determinantes de la PTF obtenidos a partir de la ecuación (6) se ofrecen en el cuadros 10 y 11. A grandes rasgos los resultados muestran la importancia del capital humano en la explicación de las diferencias de PTF entre regiones, no siendo significativo el efecto del capital tecnológico. En el caso de la estimación ampliada con *spillovers*, tampoco éste se muestra significativo. No obstante, en el caso de utilizar las patentes como variable proxy del capital tecnológico, se mantiene el resultado positivo y significativo obtenido anteriormente a partir de la estimación de una función de producción.

**Cuadro 10: Determinantes de la PTF a nivel regional (1987-96)**  
Var.dep= log(PTF)\*

	(1)		(2)	
	EF	EA	EF	EA
H	0.314 (4.639)	0.460 (7.718)	0.328 (4.524)	0.431 (6.900)
R Total	-0.015 (-1.918)	-0.004 (-0.719)	-0.014 (-1.802)	-0.008 (-1.343)
SPILL1			0.065 (0.529)	-0.164 (-1.911)
Constant.		0.447 (4.823)		2.741 (2.283)
N. Obs.	170	170	170	170
R <sup>2</sup> adj.	96	95	95	94
Test de Hausman	26.296 [0.000]		26.562 [0.000]	

(\*) PTF relativa a España en 1986

Entre paréntesis, ratio-t

Entre corchetes, p-value del test de Hausman [Ho: EF vs. EA]

**Cuadro 11: Estimación determinantes de la PTF con patentes (1987-96)**

Var.dep= log(PTF)\*

	(1)		(2)	
	EF	EA	EF	EA
H	0.254 (3.695)	0.395 (6.433)	0.362 (1.135)	0.334 (6.833)
PAT	0.016 (1.799)	0.022 (2.523)	0.022 (3.225)	0.021 (3.151)
SPILL2			0.512 (10.342)	0.028 (1.891)
Constant.		0.398 (7.246)		0.300 (5.905)
N. Obs.	170	170	170	170
R <sup>2</sup> adj.	96	95	97	95
Test de Hausman	20.550 [0.000]		126.44 [0.000]	

(\*) PTF relativa a España en 1986

Entre paréntesis, ratio-t

Entre corchetes, p-value del test de Hausman [ $H_0$ : EF vs. EA]

## 6. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de las actividades tecnológicas en el crecimiento de las regiones españolas. Utilizando la información regional que proporciona el INE a partir de 1986 sobre indicadores tecnológicos (gastos en I+D, patentes, etc.), se estima el efecto de la innovación a partir de la estimación de funciones de producción ampliadas con capital tecnológico, así como ecuaciones explicativas de la productividad total de los factores. Alternativamente, se utilizan las patentes como proxy del *output* de la innovación.

Los principales resultados del trabajo son los siguientes:

- a) se constata la existencia de una correlación positiva entre la posición tecnológica de las regiones y su nivel de renta per cápita. Así, las regiones que realizan un mayor esfuerzo innovador son las que alcanzan mayores niveles de renta.

- b) la existencia de una relación positiva entre los niveles de productividad total de los factores (PTF) y la inversión en I+D (como porcentaje del VAB), avala la importancia de la innovación en la explicación de las diferencias de productividad observadas en las regiones españolas. En consecuencia, es necesario invertir en I+D para alcanzar mayores niveles de productividad.
- c) la información regional disponible constata la existencia de importantes diferencias en la posición tecnológica de las regiones españolas, si bien las diferencias se han reducido en los últimos años. Así, se ha producido un claro proceso de convergencia en los distintos indicadores tecnológicos utilizados.
- d) la estimación de una función de producción ampliada con capital humano y tecnológico para el conjunto del sector privado de la economía española en el periodo 1965-96, arroja una elasticidad positiva y significativa del capital tecnológico en torno 0,2, siendo dicho valor similar al correspondiente al capital humano.
- e) en la estimación regional para el periodo 1987-96, el capital tecnológico no se revela significativo, si bien la utilización de las patentes como *output* de la innovación sí ofrece resultados significativos. De igual forma, los efectos *spillovers* son significativos cuando utilizamos como proxy de la innovación las patentes.

En consecuencia, los resultados obtenidos acerca del efecto de las actividades tecnológicas sobre la productividad de las regiones españolas es poco concluyente, ya que dependen del indicador tecnológico utilizado. La diferencia de resultados entre la estimación nacional y regional muestra que el diferente periodo considerado en cada caso como consecuencia de disponer de información regionalizada para un menor número de años, puede ser determinante en los resultados obtenidos. Sólo cuando dentro de unos años dispongamos de un panel de datos regional que abarque un mayor número de años, será posible abordar con mayor rigor la importancia de las actividades tecnológicas en las ganancias de productividad de las regiones españolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghion, P. y Howitt, P. (1992) "A model of growth through creative destruction", *Econometrica*, 60, 2, pp. 323-351.
- Barro, R. (1998) "Notes on growth accounting", *Working paper NBER No. 6654*.
- Barro, J. y Sala-i-Martin, X. (1992): "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100, 223-251.
- Benito, P. (2000): "R&D productivity and alternative sources of innovation: the case of spanish manufacturing firms". Universidad de Valencia, mimeo.
- Berstein, J. y Mohen, J. (1994): "International R&D spillovers between U.S. and Japanese R&D intensive sectors" *Working paper NBER No. 4682*
- Brugger, E.A. y Stuckey, B. (1987): "Regional economic structure and innovative behaviour in Switzerland". *Regional Studies*, 21, 241-254.
- Christensen, Laurits R.; Cummings, Dianne C. and Dale W. Jorgenson (1981): "Relative Productivity Levels", *European Economic Review* 16, 61-94.
- Ciciotti, E., Alderman, N. y Thwaites, A. (1983): "La diffusione regionale delle innovazioni in Italia: il caso delle macchine utensili a controllo numerico" *IV AISRE Conference, Firenze, Nov.*
- Coe, D. y Helpman, E. (1995): "International R&D spillovers". *European Economic Review* 39, 859-887.
- Crespo, J. y Velázquez, F.J. (1999): "Existen diferencias internacionales en la eficiencia del gasto en I+D?", *Papeles de Economía Española* 81, 104-114.
- Dorwick, S. y Nguyen, D. (1989): "OCDE comparative economic growth 1950-85: catch-up and convergence", *American Economic Review* 79, 1010-1030.
- Fernández, M. y Polo, C. (1997): "La productividad del capital público en presencia de capital tecnológico", mimeo.
- Geroski, P. (1994) *Market structure, corporate performance and innovative activity*, Clarendon Press, Oxford.
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheinkman, J. y Schleifer, A. (1992): "Growth of cities", *Journal of Political Economy*, vol. 100, 1126-1152.
- Grandon, V. y Rodríguez, L. (1991) "Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española", *Documento de trabajo 91-01, Universidad Carlos III de Madrid*
- Griliches, Z. (1979): "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth". *Bell Journal of Economics* 10. Spring, 92-116.
- Griliches, Z. (1994): "Productivity, R&D and the data constraint". *American Economic Review*, 1-30.

- Grossman, G. y Helpman, E. (1991) *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Gumbau, M. (1996): *Innovación tecnológica: determinantes y efectos en la industria española*, Universidad de Valencia, mimeo.
- Hall, B. (1988): "L'effet des depenses en R&D sur la productivité du travail au Quebec", *Actualité Economique*, 64(3).
- Hall, B. y Maraisse, J. (1992): "Exploring the relationship between R&D and productivity in french manufacturin firms", *NBER Working Paper* No. 3956
- INE (varios años): *Serie enlazada de la Contabilidad Regional de España*, Madrid.
- INE (varios años): *Estadísticas sobre actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*, Madrid.
- Jaffe, A. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D". *American Economic Review*, 76: 984-1001.
- Jones, C. (1995) "R&D based models of economic growth" *Journal of Political Economy*, 103, 4, pp. 759-784.
- Kamien, M. y Schwartz, N. (1982): *Estructura de mercado e innovación*. Ed. Alianza Economía y Finanzas.
- Krugman, P. (1991a): "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, 99 (3), 483-499
- Krugman, P. (1991b): *Geography and Trade*, Cambridge, Mass. MIT Press
- Lach, S. (1995): "Patents and productivity growth at the industry level: a first look", *Economic Letters*, 49-1, pp.11-18.
- Lichtenberg, F. (1992): "R&D investment and international productivity differences" *NBER Working Paper* No. 4161.
- Mankiw, N.G., Romer, D. y Weil, D.N. (1992): "A contribution to the empirics of economic growth" *The Quaterly Journal of Economics*, May, pp. 407-437
- Martín, C., Moreno, L. y Rodríguez, L. (1991): "Estimación de la distribución regional de las actividades de I+D". *Documento de Trabajo* N° 71/1991. FIES
- Martín, C. (1999): "La posición tecnológica de la economía española en Europa. Una evaluación global", *Papeles de Economía Española* 81, 2-20.
- Mas, M., Pérez, F., Uriel, E. y Serrano, L.(1995): *Series históricas de capital humano: 1964-1992*, Fundación Bancaja, Valencia.
- Oakey, R.P. (1984): *High technology small firms*. Ed. Frances Pinter. London.

- Oahey, R.P. (1985): "High technology industries and agglomeration economies", en *Hall, P. y Mankiew, A., eds. Silicon Landscapes*. Allen and Unwin. Boston.
- Pakes, A. y Schankerman, M. (1984): "The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources", en *R&D, patents and productivity*, Ed. Z. Griliches, NBER.
- Pérez, F. y Serrano, L. (1998): *Capital humano, crecimiento económico y desarrollo regional en España*, Fundación Bancaja.
- Pérez, F., Goerlich, F. y Mas, M. (1997): *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-95*, Fundación BBV.
- Quah, D. (1999) "The weightless economy in economic development", CEPR nº 2094.
- Romer, P. (1990) "Endogenous technical change", *Journal of Political Economy*, 98, 5, pp S71-S102.
- Scherer, F.M. (1982): "Demand pull and technological innovation: Schmoockler revisited". *Journal of Industrial Economics* 30, 5-237.
- Serrano, L. (1996): "Indicadores de capital humano y productividad", *Revista de Economía Aplicada*, Núm. 10, vol. IV, 177-190.
- Silverberg, G. y Soete, L. (1994): *The economics of growth and technical change*. Edward Elgar Press ed.
- Solow, R. M. (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics* 39 (Aug.), 312-320.
- Spence, A.M. (1984): "Cost reduction, competition and industry performance." *Econometrica*, 52, 101-121.
- Sterlacchini, A. (1989): "R&D, innovations and total factor productivity growth in British manufacturing", *Applied Economics* 21, 1549-1562.
- Todtling, F. (1990): "Spatial differentiation of innovation. Locational and structural factors: results of an austrian study", en *Bergman, E., Maier, G. y Todtling, F. (eds.), Regions reconsidered. Economic networks, innovation and local development in industrialized countries*. London: Mansell.
- Verspagen, B. (1992): "Endogenous innovation in neoclassical growth models: a survey" *Journal of Macroeconomics* 14(4), pp. 631-662.
- Verspagen, B. (1994): "Technology and growth: the complex dynamics of convergence and divergence" en *Silverberg, G. and Soete, L. (eds.) The economics of growth and technical change*.