

# UNA NOTA SOBRE LA RENTABILIDAD SOCIAL DEL I+D Y EL NIVEL ÓPTIMO DE GASTO

Ángel DE LA FUENTE (\*)

## I. INTRODUCCIÓN

**L**a identificación de los determinantes del ritmo de crecimiento de una economía es una cuestión clave para la formulación de la política económica. En los últimos años, el estudio de este tema ha ocupado un lugar importante en la investigación económica. Así, junto con numerosos trabajos teóricos que han dado un nuevo impulso a la teoría del crecimiento, encontramos en la literatura reciente un buen número de estudios empíricos que intentan cuantificar la importancia de las distintas fuentes del crecimiento y el impacto de diversas variables de política económica sobre el mismo, en un esfuerzo por ofrecer respuestas concretas a los problemas que se plantean a los gestores públicos.

Una de las características más destacadas de esta nueva literatura de crecimiento es el consenso emergente sobre la importancia de la inversión en capital tecnológico (y humano) como uno de los motores fundamentales del crecimiento económico. A nivel teórico, el análisis económico identifica el esfuerzo tecnológico como un factor potencialmente importante para el proceso de crecimiento y sugiere que éste podría verse obstaculizado por fallos de mercado que requerirían una intervención pública con vistas a conseguir un resultado eficiente. La evidencia empírica disponible, en líneas generales, tiende a confirmar estas conclusiones. La inversión en capital tecnológico contribuye de forma significativa al crecimiento, y su rentabilidad social parece ser significativamente mayor que su rentabilidad privada —lo que constituye evidencia de la existencia de efectos externos positivos (esto es, beneficios no apropiables por el investigador), que hacen que el nivel de inversión tecnológica tienda a ser inferior al óptimo (1).

En esta nota se realiza una estimación del tamaño de la brecha entre la rentabilidad social y privada del gasto en I+D y del nivel de subinversión que ésta genera en una muestra de países industriales entre los que se incluye España. El cálculo se reali-

za a partir de los resultados de la estimación de una función de producción agregada para los países de la OCDE en la que se incorpora el gasto acumulado en investigación como un *input* productivo.

## II. LA RENTABILIDAD SOCIAL DEL I+D Y EL NIVEL ÓPTIMO DE GASTO

En De la Fuente (1998a,b) se estima una ecuación de convergencia para los países de la OCDE siguiendo la metodología propuesta por Mankiw, Romer y Weil (1992). La estimación permite recuperar los parámetros de una función de producción agregada de la forma

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha_k} H_{it}^{\alpha_h} R_{it}^{\alpha_r} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha_k-\alpha_h-\alpha_r} \quad [1]$$

donde  $K$ ,  $H$  y  $R$  son los *stocks* de capital físico, humano y tecnológico, respectivamente,  $L$  es el nivel de empleo y  $A_{it}$  un indicador del nivel de eficiencia técnica que aumenta con el tiempo a una tasa exponencial y refleja las mejoras en la eficiencia productiva no debidas a la inversión propia en I+D. Los coeficientes  $\alpha_i$  ( $i = k, r, l$ ) miden la elasticidad del producto total con respecto a las dotaciones de los distintos factores. Así, por ejemplo, un incremento del *stock* de capital tecnológico del 1 por 100 resultaría —manteniendo constantes las dotaciones de los otros factores y el nivel de eficiencia técnica— en un incremento del  $\alpha_r$  por 100 en el producto agregado.

Los principales resultados de la estimación se resumen en el cuadro n.º 1. Cabe destacar que los coeficientes estimados son estadísticamente significativos y presentan el signo esperado y magnitudes razonables. El coeficiente del *stock* de capital tecnológico en la función de producción, en concreto, indica que la inversión en I+D tiene un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento de la productividad. Su tamaño sugiere, además, que la rentabilidad social de este tipo de inversión es muy considerable.

La función de producción agregada que hemos estimado puede utilizarse para cuantificar la «rentabilidad social» de la inversión en distintos factores productivos, identificando así aquellas áreas en las que una reasignación de los recursos disponibles redundaría en una mayor tasa de crecimiento de la renta y el bienestar. Si dispusiéramos de datos fiables sobre los *stocks* de los distintos tipos de capital, podríamos calcular sus productos marginales, obteniendo así una estimación directa de su rentabilidad social, medida por su contribución al producto nacional por peseta invertida.

CUADRO N.º 1

**PARÁMETROS ESTIMADOS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN**

Variable:		Coef.	(t)
Capital físico	$\alpha_k$	0,3065	(5,07)
Capital humano	$\alpha_h$	0,2041	(3,74)
Capital tecnológico	$\alpha_r$	0,0603	(2,22)

En la ausencia de esta información, tenemos que conformarnos con procedimientos más indirectos que permiten, sin embargo, obtener al menos una aproximación de las magnitudes de interés. Con este objetivo, sean  $s_k$ ,  $s_h$  y  $s_r$  la inversión en capital físico, humano y tecnológico medidas como fracción del PIB. Es fácil ver que la política óptima consistiría en invertir en primer lugar en los factores relativamente más escasos, hasta igualar los productos marginales netos de todos los activos para, a continuación, incrementar los distintos *stocks* a una misma tasa, manteniendo sus proporciones constantes. En este segundo estadio, la inversión en cada activo debería ser proporcional a

su coeficiente en la función de producción, de tal forma que, a largo plazo, debería cumplirse:

$$\frac{s_i}{s_j} = \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \quad \text{para } i, j = k, r, h \quad [2]$$

De acuerdo con nuestras estimaciones de los parámetros relevantes, la *ratio* óptima entre inversión en I+D y en capital físico sería aproximadamente igual a 1/5. Los valores observados de la *ratio* entre los dos tipos de inversión son considerablemente inferiores a este valor óptimo en prácticamente todos los países de nuestra muestra, lo que sugiere que, pese a la intervención pública en este campo, las economías occidentales continúan dedicando un volumen excesivamente bajo de recursos a la innovación tecnológica.

El cuadro n.º 2 muestra las tasas de inversión en capital físico ( $s_k$ ) y tecnológico ( $s_r$ ) observadas en los países de nuestra muestra durante el período 1990-95, así como el valor de la segunda variable expresado como porcentaje de su nivel óptimo. El rango de valores de esta *ratio* oscila entre el 0,825 de Suecia y el 0,132 de Grecia, adoptando un valor medio de 0,429 en el conjunto de la muestra. Así pues, el país promedio de la OCDE invierte en I+D menos de la mitad de lo que debería —una

CUADRO N.º 2

**INVERSIÓN EN I+D COMO FRACCIÓN DEL ÓPTIMO Y SU RENTABILIDAD SOCIAL**

	$s_k$	$s_r$	$s_r$ , porcentaje óptimo	$\rho_r/\rho_k$
Japón.....	30,38	2,98	49,90	2,00
Suecia .....	18,12	2,94	82,57	1,21
Alemania .....	19,99	2,87	73,01	1,37
Suiza .....	27,59	2,86	52,59	1,90
Estados Unidos .....	17,75	2,76	79,11	1,26
Francia .....	20,19	2,33	58,67	1,70
Reino Unido.....	16,12	2,22	69,96	1,43
Holanda .....	18,46	2,12	58,36	1,71
Noruega.....	23,39	1,89	41,15	2,43
Finlandia .....	21,88	1,83	42,49	2,35
Bélgica.....	19,37	1,70	44,57	2,24
Dinamarca .....	18,24	1,55	43,19	2,32
Austria .....	25,20	1,37	27,69	3,61
Canadá .....	22,62	1,35	30,31	3,30
Australia .....	20,70	1,30	31,96	3,13
Italia.....	19,19	1,24	32,84	3,04
Nueva Zelanda .....	18,13	0,87	24,39	4,10
Irlanda .....	17,30	0,84	24,54	4,07
<b>España .....</b>	<b>20,78</b>	<b>0,75</b>	<b>18,43</b>	<b>5,43</b>
Portugal .....	21,75	0,50	11,78	8,49
Grecia .....	17,86	0,46	13,23	7,56
<b>Promedio .....</b>	<b>20,72</b>	<b>1,75</b>	<b>42,93</b>	<b>2,33</b>

cifra que no llega al 20 por 100 en el caso de España.

Una forma alternativa de cuantificar el nivel de subinversión en I+D consiste en calcular su rentabilidad social. Para ello seguiremos el procedimiento sugerido por Lichtenberg (1992). Diferenciando la función de producción [1] con respecto a  $K$  y  $R$ , es fácil comprobar que el cociente de los productos marginales de estos dos tipos de capital viene dado por

$$\frac{\rho_R}{\rho_K} = \frac{\alpha_r}{\alpha_k} \frac{K}{R}$$

Aunque no disponemos de datos fiables sobre los *stocks* de capital físico y tecnológico, el cociente  $K/R$  será aproximadamente igual a  $s_k/s_r$ , si esta *ratio* se ha mantenido aproximadamente estable durante un período lo suficientemente largo de tiempo. La última columna del cuadro n.º 2 muestra el valor de la *ratio*  $\rho_R / \rho_K$  para cada país, calculada bajo este supuesto. En promedio, la rentabilidad social de la inversión en capital tecnológico es más del doble de la rentabilidad de la inversión en activos físicos. En el caso de España y los otros países mediterráneos, la diferencia es mucho mayor.

### III. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La teoría económica sugiere que una economía de mercado tenderá a invertir demasiado poco en actividades tecnológicas (2). La principal razón tiene que ver con la dificultad de apropiación de los beneficios económicos de la investigación. El problema es especialmente grave en el caso de la investigación básica, donde las aplicaciones prácticas de los nuevos resultados son muchas veces inciertas y se manifiestan con un retraso considerable. Pero, incluso en campos más aplicados, parte del valor económico de una innovación tiende a «escaparse» hacia proveedores, clientes o competidores que pueden beneficiarse de los resultados sin necesidad de invertir en su generación. En términos económicos, diríamos que la innovación tiende a generar «efectos externos» que introducen una cuña entre su rentabilidad social y su rentabilidad privada, reduciendo el incentivo de los agentes económicos a invertir en este tipo de actividades. En la ausencia de una intervención pública correctora, el resultado final será un nivel de inversión subóptimamente bajo.

Los gobiernos de los países industriales, sin embargo, intervienen activamente en este campo me-

dante una política tecnológica que se traduce tanto en una considerable actividad pública en el campo de la investigación como en el fomento de la investigación privada a través de diversos incentivos. Nuestros resultados sugieren que, pese a ello, el nivel de inversión tecnológica es inferior al óptimo incluso en los países más avanzados y, ciertamente, en el nuestro.

De acuerdo con nuestras estimaciones, la rentabilidad social de la inversión tecnológica (medida por su contribución al incremento del producto nacional) sería aproximadamente el doble de la rentabilidad de la inversión en capital privado en el promedio de la OCDE. Si suponemos que esta segunda cifra no anda muy lejos de la rentabilidad privada de la inversión en I+D (porque, en caso contrario, las empresas tendrían un fuerte incentivo a cambiar la composición de sus inversiones entre activos físicos y tecnológicos), la conclusión ha de ser que los efectos externos del gasto en I+D son muy sustanciales. A partir de estas cifras, resulta posible calcular el nivel óptimo de inversión tecnológica, que, de acuerdo con nuestros cálculos, estaría en torno al doble del gasto observado para el país medio de la OCDE. En el caso español, la brecha entre la rentabilidad privada y la social es aún mayor, y el nivel actual de gasto se sitúa tan sólo en torno a la cuarta parte del óptimo.

#### NOTAS

(\*) Este trabajo resume algunos de los resultados del estudio *Innovación tecnológica y crecimiento económico* realizado para la Fundación COTEC. Agradezco también el apoyo financiero del Ministerio de Educación y Cultura a través del proyecto de investigación DGICYT n.º PB95-0130 y la asistencia en la investigación de Juan Antonio Duro y Gloria del Ángel.

(1) Véase DE LA FUENTE (1998a) para un panorama de la literatura relevante.

(2) Véanse por ejemplo ARROW (1962) y NELSON (1969).

#### BIBLIOGRAFÍA

- ARROW, K. (1962), «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en *Collected Papers of Kenneth J. Arrow*, vol. 5: *Production and Capital*, Harvard U. Press, 1985.
- DE LA FUENTE, A (1998a), *Innovación tecnológica y crecimiento económico*, Fundación COTEC, Colección Estudios, n.º 11, Madrid.
- (1998b), «¿Convergencia real? España en la OCDE», *Moneda y Crédito*, 207, págs. 1-57.
- LICHTENBERG, F. (1992), «R&D investment and international productivity differences», *NBER Working Paper*, n.º 4161.
- MANKIW, G.; ROMER, D., y WEIL, D. (1992), «A contribution to the empirics of economic growth», *Quarterly Journal of Economics*, CVII, páginas 407-37.
- NELSON, R.. (1969), «The simple economics of basic scientific research», *Journal of Political Economy*, 68, págs. 297-306.

### **Resumen**

En esta nota se presenta una estimación de la brecha entre la rentabilidad social y privada de la inversión tecnológica y del nivel de subinversión que esto implica. Los cálculos se realizan a partir de la estimación de una función de producción agregada para una muestra de países de la OCDE en la que se incluye España.

*Palabras clave:* I+D, inversión óptima, crecimiento.

### **Abstract**

In this note we present an estimate of the gap between the social and private rates of return on technological investment and of the degree of underinvestment induced by this gap. Our calculations are based on an estimation of an aggregate production function for a sample of OECD countries.

*Key words:* R&D, optimum investment, growth.

*JEL classification:* O30.