

Capital tecnológico e incrementos de productividad en la industria española (1975-1981)



Luis Rodríguez Romero

Universidad Carlos III

Verónica Grandón

CNMV

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre las actividades tecnológicas y los incrementos de productividad constituye ya un tema clásico, mediante el cual se intenta contrastar uno de los efectos positivos normalmente asociados con el cambio técnico. El análisis se sitúa en el marco de las funciones de producción y considera los gastos de Investigación (I + D) como una actividad inversora de la que se deriva un «stock» de conocimientos, capital tecnológico, susceptible de ser integrado como un «input» más de la actividad productiva, adicional a los habituales de capital y trabajo.

Esta aproximación plantea de inmediato un problema de duplicidad en la contabilización de «inputs», dado que los gastos de I + D se componen a su vez de sueldos y salarios, por una parte, y gastos de inversión, por otra parte, elementos ya considerados en los «inputs» de trabajo y capital, respectivamente. De esta duplicidad se deriva una subvaloración de los rendimientos estimados para el capital tecnológico, en la medida en que, como han señalado diversos autores¹, dichos rendimientos únicamente expresarán el margen adicional respecto a lo deducido de la consideración de sus componentes como «inputs» clásicos.

De igual forma, la estimación de rendimientos del capital tecnológico se enfrenta con problemas particulares en el caso de innovaciones de producto, dada la dificultad de acotar los crecimientos de productividad derivados de dicho tipo de innovaciones. La utilización de precios hedónicos puede ser una solución a este problema, aun cuando las dificultades que supone su aplica-

¹ P. CUNEO; y J. MAIRESSE (1984).

ción han restringido su uso al análisis de casos de algunas innovaciones particulares.

Empíricamente, la estimación de los rendimientos del capital tecnológico puede efectuarse en el marco de series temporales, referidas a un sector o a la economía en su conjunto, o bien a través del empleo de datos individualizados de empresas, a los que se aplica análisis de coste transversal o de datos de panel. En el caso español, existen exponentes de ambas líneas de estimación, siendo la más antigua, cronológicamente, la efectuada por A. Lafuente, V. Salas y M. J. Yagüe (1985), empleando datos temporales referidos al conjunto de la economía española en el periodo 1966-1981. Más recientemente, M. Fluvía (1989), y V. Grandon (1989), han obtenido estimaciones del rendimiento del capital tecnológico industrial, a través de una aproximación de datos de panel aplicada a la muestra de Grandes Empresas Industriales (GEI) del MINER.

El presente trabajo desarrolla el análisis efectuado por Grandon (1989), comparando los resultados en él obtenidos con los derivados por Fluvía (1989), y tratando de adelantar algunas razones respecto a sus aparentes discrepancias.

2. MODELO Y DATOS UTILIZADOS

El marco teórico del cual partimos es la función de producción tipo Cobb-Douglas, con rendimientos constantes a escala, ampliamente utilizada en este tipo de estudios, y que nos permitirá la comparación de nuestros resultados con los derivados en otros países. El análisis del efecto del cambio técnico en dicha función se realizará a través de la inclusión de dos términos. El primero ($e^{\mu t}$), intenta reflejar el progreso técnico desincorporado, es decir aquel que es automático, no requiere ningún tipo de actividad específica para su consecución y se obtiene, por tanto, con el simple paso del tiempo. El segundo (R_t), representa el denominado capital tecnológico resultante de los esfuerzos realizados por la empresa para la obtención y desarrollo de nuevos conocimientos tecnológicos, acumulables en un «stock» inmaterial que condicionará su nivel de eficiencia.

Con todo, la función de producción Cobb-Douglas empleada queda formulada como

$$V = A e^{\mu t} K^{\alpha} L^{1-\alpha} R^{\beta}$$

siendo: μ = tasa progreso técnico no incorporado; V = ventas; K = capital medido por inmovilizado material bruto; L = trabajo; R = capital tecnológico resultante de las actividades de investigación propia e importación de tecnología.

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

La especificación de dicha función para una estimación del tipo de datos de panel queda como:

$$\ln \left(\frac{V}{L} \right)_{it} = c + \alpha \ln \left(\frac{K}{L} \right)_{it} + \beta_{it} \ln R_{it} + \mu t + \epsilon_{it} \quad [1]$$

$i = 1, \dots, n$ empresas
 $t = 1, \dots, T$ periodos

siendo: ϵ_{it} = perturbación aleatoria.

La muestra empleada proviene de la extinta encuesta a las Grandes Empresas Industriales (GEI) realizada por el MINER, y abarca el periodo 1973-1981. El criterio general de selección ha sido conseguir una muestra constante, es decir considerar aquellas empresas que han contestado a la encuesta durante todos los años del periodo de referencia y para las que se disponen de todas las variables empleadas. La imposición de un criterio tan restrictivo da lugar a una muestra reducida de 53 empresas, que es sobre lo que se desarrolla el análisis.

Las variables empleadas son las que bajo la misma denominación se recogen en las encuestas de referencia; y en cuanto a los deflatores, se han utilizado los siguientes índices²:

- a) Ventas: deflactor de la producción bruta (base 1980), construido a partir de la Contabilidad Nacional (CN), para el año 1973; el Índice de Precios Industriales para el periodo 1974-1977; y la Encuesta Industrial (EI), para el periodo 1978-1981.
- b) Inmovilizado Material Bruto: deflactor de la formación bruta de capital construido a partir de los datos del Ministerio de Economía y Hacienda (Dirección General de Planificación, «Series Macroeconómicas para el periodo 1954-88: un intento de homogeneización») del año correspondiente, suponiendo con esto implícitamente que las empresas han llevado a cabo periódicamente la regularización de su activo. Si esto no es así, con este procedimiento, como es lógico, se estará subvalorando la entidad del inmovilizado.
- c) Gastos en I + D: deflactor específico construido expresamente para este trabajo, teniendo en cuenta los diferentes componentes distinguibles dentro de los gastos de I + D: personal, «inputs» materiales y equipos. Así, se calcula una media ponderada para cada sector resultante del deflactor salarial (construido a partir de la E.I. para el periodo 1978-81; y de las Estadísticas Industriales, Encuesta de Salarios y CN, para el resto del periodo), del deflactor de la producción bruta (utilizado en ventas) y del deflactor del inmovilizado. Las ponderaciones se obtuvieron a partir de las estadísti-

² Aprovechamos la ocasión para dejar constancia de nuestro agradecimiento a la Fundación Empresa Pública que proporcionó la muestra de partida y de quien hemos tomado los deflatores de ventas e inmovilizado ofrecidos en: J. SEGURA; C. MARTÍN; L. RODRÍGUEZ ROMERO; *et al.* (1989).

cas oficiales del INE sobre gastos intramuros en I + D, referidas al periodo 1982-85.

3. ESTIMACIÓN DEL CAPITAL TECNOLÓGICO

Como ya se ha dicho, la actividad I + D es un flujo de inversión en un activo inmaterial (conocimientos), y lo que afecta al crecimiento industrial es el «stock» acumulado de los resultados derivados de tal inversión, esto es, el capital tecnológico.

Formalmente, podemos obtener dicho «stock» a través de una suma ponderada de las inversiones realizadas, esto es:

$$R_t = \sum_{i=0}^t W_i E_{t-\theta-i} \quad [2]$$

siendo: E = inversión anual en I + D; θ = desfase entre la realización del gasto de I + D y los rendimientos derivados de la misma; W = coeficiente de ponderación que recoge el esquema de depreciación y obsolescencia supuesto.

Debido a las dificultades que supone la obtención de W_i , en muchos estudios se ha ignorado este aspecto, definiendo el capital tecnológico como la suma de los gastos en I + D realizados en el periodo de referencia. No obstante, existen intentos para su cálculo como, por ejemplo, Pakes y Schankerman (1984).

Estos autores iniciaron sus análisis motivados por el hecho de que las estimaciones que se han obtenido del tipo interno de rendimiento para la inversión en I + D a través de funciones del tipo de la anteriormente especificada es muy superior a aquellos obtenidos para activos alternativos, y no por ello se observa un crecimiento acorde en tal inversión. Como posibles elementos explicativos apuntaron a los métodos empleados para la estimación del capital tecnológico, y los elementos que entran en su obtención, esto es: su tasa de depreciación (δ) y el retardo medio (θ) que dista entre el empleo de recursos en I + D y la obtención de rendimientos económicos derivados de los mismos.

Con respecto al primero, normalmente se supone una tasa de depreciación semejante a la del capital físico, no teniendo en cuenta la diferencia de base entre éste y el tecnológico. Dado que el tipo interno de rendimiento de la I + D depende del valor presente de los ingresos provenientes de las ventas afectadas por los conocimientos obtenidos, la tasa de depreciación adecuada para dicho cálculo será la tasa a la que disminuyen dichos ingresos.

Ahora bien, la disminución de las ventas relacionadas con un determinado conocimiento tecnológico no tiene por qué relacionarse con la tasa de depreciación del capital físico, y dependerá de la tasa de obsolescencia de dichos conocimientos en la medida en que la introducción de nuevas innovaciones

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

van desplazando a las anteriores. Con todo ello, cabría esperar una tasa de depreciación del capital tecnológico muy superior a aquélla del capital físico.

Pakes-Schankerman, partiendo de la base de que en la medida en que un invento sea provechoso se renovará su patente, estiman un modelo de renovación de patentes para Francia, Reino Unido, Suiza y Holanda, obteniendo un valor puntual para la tasa de depreciación (δ) igual a 0.25. Dicho valor nos explicaría los sesgos existentes en el cálculo del tipo interno de rendimiento en otros estudios, ya que es claramente superior al empleado para el capital físico. En este trabajo, dado que no existen para España estudios semejantes para el cálculo de δ , hemos utilizado un valor inferior al empleado por Pakes-Schankerman, dado el razonable supuesto de la existencia de un menor dinamismo en la competencia tecnológica en nuestro país comparado con los que sirven de base a las estimaciones de dichos autores, pero superior, en cualquier caso, a la tasa de depreciación utilizada normalmente para el capital físico.

Con respecto al segundo aspecto, el retardo medio entre la realización del gasto I + D y la derivación de sus efectos, éste ha sido calculado para otros países diferenciando entre bienes durables y no durables, entre distintos sectores y entre tecnología importada y tecnología desarrollada interiormente. Para el primer grupo, Pakes-Schankerman encuentran un $\theta = 2.62$ años (durables) y 2.17 (no durables); para el segundo, un $\theta = 1.72$ (química), 2.4 (maquinaria) y 1.17 (electrónica); y para el tercer grupo, según los datos disponibles para Japón, el retardo medio varía entre 2.51 (tecnología importada) y 2.35 (tecnología desarrollada interiormente) (K. Suzuki [1985]).

Dado que, nuevamente, no se dispone de ningún tipo de aproximación de valor de dicho desfase para la economía española, hemos supuesto un retardo medio igual a dos años, más bien bajo dada la fuerte dependencia de España con respecto a la tecnología importada, la cual se incorpora a los distintos sectores con un grado de concreción en su desarrollo muy elevado requiriendo, por tanto, un menor tiempo para la derivación de resultados económicos.

El «stock» de capital tecnológico que utilizaremos en la estimación de la función de producción Cobb-Douglas [1], vendrá dado por la fórmula del inventario permanente, deducida del supuesto de una tasa de depreciación geométrica igual a δ ; de esta forma, las ponderaciones W_i introducidas en [2] serán igual a $W_i = (1-\delta)^i$, con lo que el capital tecnológico entre dos años consecutivos se establecerá como:

$$R_t = E_{t-\theta} + (1 - \delta) R_{t-1}$$

Dentro de E_t se engloba la inversión total en conocimientos tecnológicos, incluyendo tanto los gastos en I + D como los pagos efectuados en concepto de importación de tecnología. El deflactor aplicado en ambos casos ha sido el estimado para los gastos de I + D, obtenido, como ya se ha mencionado, como una media ponderada del deflactor de la formación bruta de capital, del deflactor salarial y del deflactor de la producción bruta. Intentos de diferenciar el efecto relativo de la importación de tecnología y de los gastos en I + D como formas alternativas y diferenciadas de acceso al cambio técnico han resultado infructuosos, ofreciendo coeficientes no significativamente distintos.

Si sólo se dispone de una serie limitada de inversiones en conocimientos tecnológicos, como es nuestro caso, surge el problema del punto inicial para R_t , a partir del cual derivar la formulación del inventario permanente. Con este objetivo, hemos utilizado la siguiente relación³:

$$R_{1974} = \frac{E_{1973}}{g + \delta} \quad [3]$$

donde: R_{1974} es el punto inicial del capital tecnológico, δ la tasa de depreciación considerada y g la tasa de crecimiento anual de la inversión en $I + D$, que hemos aproximado como la experimentada en el periodo 1973-1977 (periodo intermedio, utilizado para evitar sesgos por movimientos bruscos en los gastos en $I + D$).

A la hora de calcular g , hubo empresas para las cuales se obtenían valores negativos, en cuyo caso se supuso que $g = 0$, teniendo en cuenta que lo mínimo que puede hacer una empresa es no reponer su capital tecnológico existente, disminuyendo éste a su tasa de depreciación, que ya hemos considerado en el denominador de [3].

En conclusión, dada la fecha del capital inicial, el primer dato disponible para el capital tecnológico, según la fórmula del inventario permanente, corresponde a 1975, quedando reducida la muestra de partida al periodo 1975-81.

4. RESULTADOS

El cuadro 1 recoge los primeros resultados obtenidos en la estimación de la ecuación [1]. Sus tres columnas representan tres tipos distintos de aproxi-

³ Esta relación se basa en la utilización por GRILICHES, Z. (1980), y emplea el supuesto de una tasa de crecimiento constante del capital tecnológico (g) para el periodo no cubierto por los datos disponibles. En efecto, teniendo en cuenta el periodo de desfase (θ) y la tasa de depreciación (δ), se cumple:

$$R_{t+1} = E_{t+1-\theta} + (1-\delta) R_t$$

Si suponemos una tasa de crecimiento g entre t y $t + 1$, tendremos:

$$R_{t+1} = (1+g) R_t$$

con lo que:

$$g R_t = E_{t+1-\theta} - \delta R_t$$

$$R_t = \frac{E_{t+1-\theta}}{g + \delta}$$

En nuestro caso, g corresponde al crecimiento medio acumulado de los gastos en $I + D$ en el periodo 1973-77; $E_{t+1-\theta} = E_{1973}$, ya que este es el primer dato del que disponemos y, por tanto, $R_t = R_{1974}$.

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

CUADRO 1. Resultados.

Periodo Estimación	1975-81 «Pooled»	1975-81 «Between»	1975-81 «Within1»	1975-81 «Within2»
N. ^o observaciones	371	53	371	371
\hat{C}	0.38 (6.15)	0.41 (7.47)		
$\hat{\alpha}$	6.15 (19.63)	0.53 (7.63)	0.27 (6.22)	0.30 (6.90)
$\hat{\beta}$	0.008 (0.39)	-0.197 (-1.24)	0.044 (1.62)	0.040 (1.48)
$\hat{\mu}$	0.008 (1.19)		0.011 (5.14)	0.016 (6.33)
$\hat{\pi}$				0.013 (3.58)
\bar{R}^2	0.51	0.53	0.21	0.23
F	131.9	30.8	49.8	38.6
S.E	0.273	0.264	0.077	0.075
SSR	27.5	3.5	2.2	2.1

Estimación «Pooled»:

$$\ln (V/L)_{it} = c + \alpha \ln (K/L)_{it} + \beta \ln R_{it} + \mu t + \epsilon_{it}; \epsilon_{it} = v_i + u_{it}$$

Estimación «Between»:

$$\ln (V/L)_i = c + \alpha \ln (K/L)_i + \beta \ln R_i + v_i + u_i; x_i = \frac{\sum x_{it}}{T}$$

Estimación «Within1»:

$$\ln (\tilde{V}/L)_{it} = \alpha \ln (\tilde{K}/L)_{it} + \beta \ln \tilde{R}_{it} + \mu \tilde{t} + u_{it}; \tilde{X}_{it} = X_{it} - X_i$$

Estimación «within2»:

Idem «within1» incluyendo grado de utilización de la capacidad productiva como variable explicativa (π_i).

mación, correspondiendo la primera a una estimación conjunta («pooled»), la segunda a una estimación entregrupos («between») y la tercera a una estimación intragrupos o de covarianza («within»). En la primera de ellas se supone, por tanto, una completa homogeneidad entre el comportamiento transversal y el temporal de la muestra, mientras que las dos restantes se centran en cada una de las dos dimensiones existentes en la misma: transversal («between») y temporal («within»), respectivamente.

Las líneas generales de los resultados de las distintas estimaciones coinciden con las derivadas de otros análisis de datos de panel sobre el comportamiento de empresas individuales⁴. Por un lado, la preponderancia de la va-

⁴ J. MAIRESSE; y Z. GRILICHES (1988); J. MAIRESSE (1988).

riedad transversal de la muestra hace que los estimadores obtenidos en la estimación conjunta tiendan a coincidir con los estimadores entregrupos. Por otro lado, la presencia de efectos individuales dentro de la perturbación aleatoria y su relación con las variables explicativas incluidas en el modelo ($E(v_i, x_{it}) = 0$), plantea la existencia de sesgos en el proceso de estimación, siempre que no se controlen tales efectos, como se hace en el caso del estimador intragrupos.

Efectivamente, la estimación intragrupos supone la eliminación del componente individual en la variabilidad de la muestra, al tomarse desviaciones respecto a la media individual-temporal de cada una de las variables. De esta forma, los estimadores obtenidos son consistentes respecto al potencial efecto de los componentes individuales omitidos en el análisis, y constituyen, por tanto, un punto de referencia fundamental para las restantes aproximaciones.

En nuestro caso, la comparación entre la tercera columna y las dos anteriores del cuadro 1 subraya la existencia de efectos individuales significativos omitidos en el análisis, así como su relación con las restantes variables explicativas consideradas, k/l , R y t , lo que supone la existencia de sesgos en las dos primeras estimaciones.

Así, el estimador de covarianza difiere de las anteriores estimaciones, reflejando una elasticidad menor respecto al capital físico, la presencia de un cambio técnico desincorporado de escasa entidad (1.1% anual), pero claramente significativo, y un efecto positivo y significativo del capital tecnológico sobre la productividad de las unidades consideradas.

Si comparamos los resultados obtenidos con los derivados de estudios similares referidos a datos de panel en otros países, se desprenden dos rasgos característicos fundamentales.

En primer lugar, la tendencia normal en dichas estimaciones es que tanto la elasticidad respecto al capital físico como la referente al capital tecnológico, resulten inferiores en la estimación «intragrupos» que en la «entregrupos»⁵. Esto se justifica por la neutralización del efecto de variables individuales omitidas en dichos coeficientes, o bien por las deficiencias propias de la estimación intragrupos, relacionadas con su potenciación de posibles errores en las variables, la omisión de estructuras dinámicas adecuadas en el fenómeno estudiado⁶ o la falta de consideración de variables de ajuste coyuntural en el grado de utilización de los factores productivos.

En nuestro caso, la tendencia general se cumple para el coeficiente de capital físico pero no en lo que hace referencia al del capital tecnológico, que no sólo aumenta su entidad en la estimación de covarianza, sino que es en la única en que resulta significativo. Este hecho no varía aunque se agregue una variable temporal que recoja el grado de utilización de la capacidad productiva (véase cuadro 1 «within 2»), y parece constituir una característica de la muestra empleada. Su interpretación exigiría una inversión del argumento

⁵ Véase la revisión efectuada en MAIRESSE, J.; y SASSENOU, M. (1989).

⁶ Este argumento es sin duda el más débil respecto al coeficiente obtenido para el capital tecnológico si tenemos en cuenta que en la propia construcción de dicha variable se puede incorporar, tal y como se ha hecho en el apartado 2, una estructura dinámica implícita derivada de las hipótesis en cuanto a desfases y depreciación.

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

anteriormente mencionado, suponiendo que se han omitido aspectos específicos de las empresas relevantes para explicar sus diferencias relativas en cuanto a eficiencia productiva, y cuya ausencia hace que pierda significatividad el efecto correspondiente al capital tecnológico.

La inclusión de variables ficticias sectoriales, así como el intento de modelización de los efectos individuales a través de variables tales como el tamaño y la composición del capital tecnológico entre actividades en I + D propias e importación de tecnología, no resuelve satisfactoriamente la discrepancia entre estimadores «intra» y «entregrupos». Desde esta perspectiva, se mantiene, por tanto, la incógnita sobre el tipo de efectos individuales explicativos de la variabilidad transversal de la muestra y cuya relación con los gastos tecnológicos encubre la posible estimación de sus verdaderos efectos relativos, tal y como se deduce de la estimación entregrupos.

El segundo de los rasgos característicos de nuestros resultados es la escasa entidad que, en términos comparativos a otros estudios, alcanza la elasticidad respecto al capital tecnológico. Su valor, 0.044, se sitúa en el margen inferior de los resultados obtenidos en estimaciones intragrupos efectuadas para otros países, siendo inferiores, por ejemplo, a los obtenidos por Griliche y Mairesse (1984) para EE.UU., o por Cuneo y Mairesse (1984) para Francia. Curiosamente, el único estudio que ofrece una entidad similar es el de Sassenou (1988), que se refiere a Japón en un periodo similar al nuestro (1973-81).

Aun cuando el valor obtenido para la elasticidad referida al capital tecnológico sea bastante reducida, la escasa entidad relativa de las actividades tecnológicas en nuestro país hace que la productividad marginal implícita sea muy elevada. Efectivamente, teniendo en cuenta que el coeficiente obtenido

$$\beta = \frac{\partial V}{\partial R} \frac{R}{V},$$

podemos obtener la productividad marginal del capital tecnológico como

$$\frac{\partial V}{\partial R} = \frac{\beta}{R/V}.$$

En nuestro caso, dado que $\beta = 0.044$ y R/V disminuye para los años de referencia de 0.25 a 0.18 (véase gráfico 1), la productividad marginal resultante habría aumentado de un 17.6 por ciento en 1975 a un 24.6 por ciento en 1981. Esta productividad marginal es similar a la obtenida en otros países, pero su evolución es claramente contradictoria con el hecho de que el capital tecnológico de nuestra economía se mantuviera prácticamente constante, durante el periodo analizado, en unos niveles muy inferiores a los países de nuestro entorno económico.

En cualquier caso, resulta aún más destacable e interesante de considerar la diferencia existente entre los resultados obtenidos y los reflejados para la propia economía española en M. Fluvia (1989), dado que dicho estudio utiliza similar metodología y emplea la misma base de datos referida a idéntico periodo que el presente trabajo. En él se ofrece un estimador «intragrupos» de

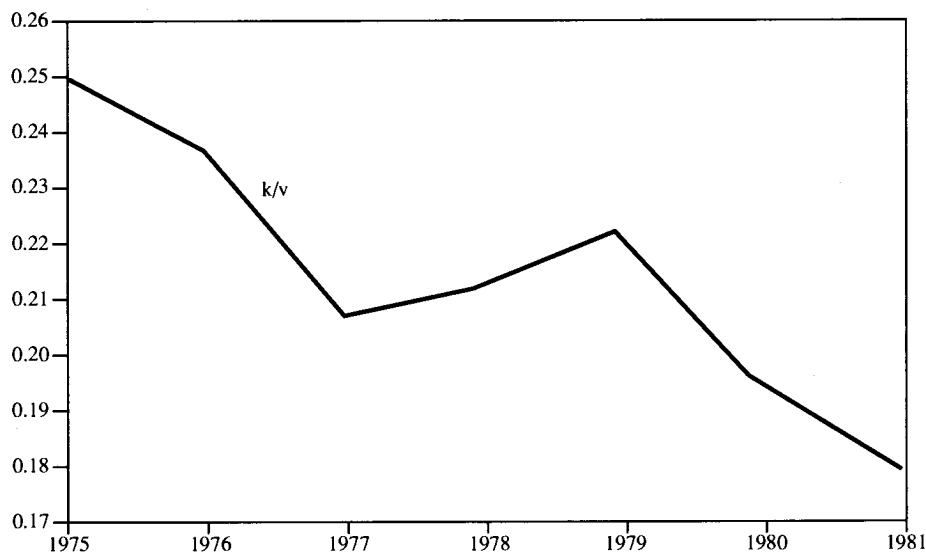


Gráfico 1. Capital tecnológico/ventas (1975-1981).

FUENTE: Elaboración propia.

la elasticidad respecto al capital tecnológico que varía entre 0.15 y 0.25, según la hipótesis manejada en lo que se refiere a la tasa de depreciación del mismo, 0.25 y 0.10, respectivamente. Estos valores resultan muy elevados en términos comparativos internacionales, y de ellos se deduce una tasa de rendimiento de las actividades tecnológicas extremadamente altos que, por ejemplo, para los valores de la relación capital tecnológico ventas deducidos en nuestro trabajo, se encontrarían comprendidos entre el 60 por ciento (tasa de depreciación 25 por ciento, año 1975) y el 140 por ciento (tasa de depreciación 15 por ciento, año 1981). La revisión efectuada en Sassenou (1989) no ofrece una tasa tan elevada para ningún estudio de los considerados, aproximándose únicamente la de Griliches y Mairesse (1985), referida a Japón, que llega a ser de un 56 por ciento⁷.

El autor subraya convenientemente el carácter de primera aproximación de sus resultados, haciendo una sabia y siempre oportuna llamada al escepticismo y ponderación con que deben considerarse cualquier tipo de inferencias derivadas de esta clase de ejercicios, dadas sus claras e inevitables insuficiencias metodológicas y estadísticas. En cualquier caso, se sigue manteniendo la necesidad de interpretar la disparidad de resultados derivados de metodologías y fuentes estadísticas comunes.

Una posible hipótesis explicativa se puede derivar del siguiente hecho: Si se observa la evolución temporal de las empresas integrantes de la muestra

⁷ En cualquier caso, esta estimación se refiere a tasas de crecimiento e incorpora la actividad tecnológica como intensidad de gastos en I + D (gastos I + D del periodo/ventas), lo que implica una productividad marginal constante del capital tecnológico y un ratio de depreciación del mismo igual a cero.

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

analizada, se observa la gradual delimitación de dos pautas de comportamiento diferencial, en la medida en que el proceso general de crisis económica va avanzando. Por una parte, existe un conjunto de empresas a las que la crisis afecta inmediatamente, reflejando un estancamiento o descenso de su actividad económica, y que, sin embargo, mantienen en un primer momento el ritmo de expansión de sus actividades tecnológicas. El efecto de la crisis sobre la evolución del capital tecnológico de estas empresas únicamente se experimenta en un periodo posterior, cuando el descenso en la actividad económica ha influido, con un cierto desfase, sobre los gastos corrientes tecnológicos, lo que, a su vez, repercute a través de un segundo desfase sobre el capital tecnológico.

Por otra parte, se puede delimitar otro conjunto de empresas a las que la crisis parece incidir en menor medida, por lo que mantienen o, incluso, incrementan, a través de los oportunos desfases, su actividad tecnológica, compensando así, parcialmente para el total de la muestra, el descenso motivado por el comportamiento anterior⁸. El resultado final es una destacada tasa de crecimiento del capital tecnológico en los primeros años de crisis, superior incluso a la experimentada por la productividad trabajo, junto a un estancamiento del mismo en una segunda fase, con un fuerte aumento de la dispersión de los comportamientos individuales (ver cuadro 2). Una posible consecuencia de las pautas descritas es un distinto comportamiento de la relación entre actividad tecnológica y económica, según va avanzando la crisis, en la medida en que, en una primera etapa, la existencia de desfases entre los cambios experimentados en la actividad productiva y su repercusión sobre el capital tecnológico, podrían dar lugar a una disminución de la intensidad de la misma.

Sobre la base de esta hipótesis, se procedió a dividir la muestra en dos subperiodos, 1975-78 y 1979-81, con la intención de verificar posibles rupturas estructurales en la relación analizada, en la que se incluye ya como nueva variable explicativa al grado de utilización de la capacidad productiva (π).

Los resultados obtenidos (cuadro 3) parecen confirmar esta hipótesis. Durante la primera subetapa, el capital tecnológico no mantiene ninguna relación significativa con la productividad trabajo en cualquiera de las tres estimaciones ensayadas. Por el contrario, en la segunda existe una clara disparidad entre la evolución transversal y temporal, apareciendo el capital tecnológico en la estimación intragrupos con un elevado coeficiente (0.15) claramente significativo. Por lo que se refiere a la utilización relativa de «inputs» primarios, se deduce una pauta similar a la comprobada en el comportamiento de la muestra global, reduciéndose el estimador intragrupos respecto al obtenido en la estimación conjunta o entregrupos, pero manteniéndose un elevado grado de significatividad.

⁸ El conjunto de estas dos pautas de comportamiento se podría interpretar a través de la hipótesis de «demand pull» (tirón de la demanda), referida a la determinación de la actividad tecnológica por la evolución de la demanda, en contra de una posible hipótesis de «technology push» (empujón de la tecnología), referida al efecto de las variaciones en las oportunidades tecnológicas. Esta interpretación, por otra parte, resulta bastante lógica referida a un país como España, en la que gran parte de los gastos tecnológicos deben de estar relacionados con los procesos de difusión, adaptación e innovación secundaria, muy dependientes de la evolución de la actividad económica.

CUADRO 2. Productividad del trabajo y capital tecnológico.

	1975-78	1979-81
Crecimiento de la productividad del trabajo	6.6 (2.0)*	2.8 (3.1)
Crecimiento del capital tecnológico	9.2 (2.8)	-0.01 (12.4)

FUENTE: Elaboración propia.

* Coeficiente de variación.

CUADRO 3. Resultados del modelo.

Periodo	1975-78			1979-81		
	Pooled	Between	Within	Pooled	Between	Within
Estimación: N.º Observaciones:	212	53	212	159	53	159
\hat{C}	-0.10 (-0.08)	0.41 (2.94)		-0.31 (-0.04)	0.40 (2.55)	
$\hat{\alpha}$	0.49 (14.06)	0.50 (7.05)	0.40 (5.44)	0.58 (13.92)	0.58 (8.03)	0.31 (3.37)
$\hat{\beta}$	0.01 (0.43)	0.01 (0.22)	-0.01 (-0.31)	0.001 (0.003)	0.001 (0.00)	0.15 (2.05)
$\hat{\mu}$	0.03 (1.96)		0.03 (7.38)	0.02 (0.39)		0.02 (1.94)
$\hat{\pi}$	0.05 (0.35)		0.006 (1.80)	0.008 (0.09)		0.00 (0.04)
R^2	0.50	0.50	0.27	0.56	0.57	0.17
F	50.7	25.2	25.2	25.2	49.3	32.7
S.E	0.275	0.273	0.058	0.272	0.272	0.041
SR	15.6	3.7	0.7	11.4	3.7	0.3

Estimación «Pooled»: $\ln (V/L)_i = c + \alpha \ln (K/L)_i + \beta \ln R_i + \mu t + \pi U_i + \epsilon_i$; $\epsilon_i = v_i + u_i$

Estimación «Between»: $\ln (V/L)_i = c + \alpha \ln (K/L)_i + \beta \ln R_i + v_i + u_i$; $x_i = \frac{\sum x_{it}}{T}$.

Estimación «Within»: $\ln (\tilde{V}/L)_i = \ln (\tilde{V}/L)_i + \alpha \ln (\tilde{K}/L)_i + \beta \ln \tilde{R}_i + \mu \tilde{t} + \pi \tilde{U}_i + u_i$; $\tilde{X}_{it} = X_{it} - X_i$

CAPITAL TECNOLÓGICO E INCREMENTOS DE PRODUCTIVIDAD

El distinto comportamiento en cada una de las subetapas diferenciadas puede ayudar a explicar la discrepancia de resultados entre el análisis de M. Fluvía (1989) y el presente estudio. La muestra de partida de dicho análisis es un panel incompleto («unbalanced panel»), formado por aquellas empresas que han contestado al menos a tres encuestas consecutivas del MINER en el periodo 1973-81. Dado que la muestra del estudio de Grandes Empresas Industriales del MINER fue creciendo paulatinamente en la medida en que se ampliaba el directorio de referencia, dicho criterio da cabida automáticamente a un gran número de empresas que únicamente contestaron a las dos últimas encuestas 1979-80 y 1980-81. Por tanto, dicho periodo debe adquirir un peso muy elevado dentro de la muestra final y de los resultados derivados de la misma, tal y como parece indicar la similitud de sus resultados con los aquí obtenidos para la subetapa 1979-81⁹.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Del examen realizado se desprende que el capital tecnológico tiene un efecto directo y significativo sobre la evolución temporal de la productividad trabajo de nuestra economía, deduciéndose del mismo un rendimiento marginal situado entre un 18 y un 25 por ciento, dependiendo el año considerado.

El «stock» de conocimientos derivados de las actividades tecnológicas no parece, sin embargo, resultar explicativo respecto de las diferencias transversales en el grado de eficiencia entre las distintas unidades productivas, infiriéndose la omisión en nuestro análisis de variables explicativas de carácter individual cuya actuación tiende a enmascarar el posible efecto de las actividades tecnológicas. Aproximaciones a través de la incorporación del tamaño o variables artificiales de adscripción sectorial no resuelven dicho problema, planteando la necesidad de especificar en mayor medida aquellos factores de carácter individual que pueden estar relacionados con el grado de eficiencia relativa de las empresas.

En cualquier caso, la relación detectada para el total del periodo parece ser el resultado de comportamientos, muy diferentes a lo largo del mismo. En una primera etapa (1975-78), no parece existir ninguna relación entre las variaciones del capital tecnológico (que aumenta un 2.2% anual acumulativo) y los incrementos de eficiencia en las unidades productivas; mientras que, en la segunda etapa diferenciada (1979-81), dicha relación es intensa y significativa. En dicha etapa, el capital tecnológico de las empresas de la muestra prácticamente se estanca, pero aumenta en gran medida el grado de dispersión en su evolución, detectándose un conjunto de empresas en las que continúa dándose una evolución caracterizada por incrementos de capital tecnológico y

⁹ Los datos mencionados en M. FLUVÍA (1989) respecto a la muestra utilizada son: 27 empresas, con 9 observaciones; 2, con 8 observaciones; 24, con 6 observaciones; 26, con 5 observaciones; 39, con 4 observaciones; y 161, con 3 observaciones.

eficiencia, mientras que otras siguen una pauta inversa. Esta distinta evolución entre las dos etapas diferenciadas puede estar relacionada con el efecto diferenciador de la crisis sobre la actividad productiva y tecnológica de las empresas consideradas.

En cualquier caso, la existencia de distintas pautas de comportamiento en la dimensión temporal de la muestra plantea la posibilidad de obtener resultados diferentes según cuál sea la ponderación relativa otorgada a cada una de las subetapas de la misma. En general, la elasticidad y, por tanto, el rendimiento marginal del capital tecnológico, tenderán a ser superiores cuanto más sesgada sea la muestra hacia el final del periodo.

Como conclusión final podemos adelantar la hipótesis del posible papel disturbador que el proceso de crisis ha podido tener en la estimación de las relaciones entre capital tecnológico y actividad productiva, al actuar como variable intermedia entre ambos. Este aspecto puede haber tenido una especial importancia en nuestro país, en el que la escasa actividad tecnológica desarrollada está muy conectada con la actividad productiva, al vincularse al proceso de adaptación y difusión de tecnologías importadas, por lo que las hipótesis de determinantes tecnológicos por el lado de la demanda («demand pull») adquieren una singular relevancia.

REFERENCIAS

- CUNEO, P.; y MAIRESSE, J. (1984): «Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing», en GRILICHES, Z. (ed): *R&D, Patents and Productivity*, The University of Chicago Press, 1984.
- FLUVIA FONT, M. (1989): *R&D Activity in Spanish Industrial Firms: An Analysis with Panel Data* M., Phil thesis in Economics, University of Oxford.
- GRANDON, V. (1989): *Los gastos en I + D y la productividad del trabajo en la industria manufacturera española: 1975-1981*, Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI) (tesina dirigida por Luis Rodríguez Romero).
- GRILICHES, Z.; y MAIRESSE, J. (1985): «R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and U.S. Manufacturing Firms», *National Bureau of Economic Research*, Working Paper n.º 1778.
- LAFUENTE, A.; SALAS, V.; y YAGÜE, M. J. (1985): «Productividad, capital tecnológico e inversión en la economía española», Ministerio de Industria y Energía.
- MAIRESSE, J. (1988): «Les lois de la production ne sont plus ce qu'elles étaient: une introduction à l'économetrie des panels», *Revue Economique*, 1.
- MAIRESSE, J.; y GRILICHES, Z. (1988): «Heterogeneity in Panel Data: Are there Stable Production Functions?», *National Bureau of Economic Research*, Working Paper n.º 2619.
- MAIRESSE, J.; y SASSENOU, M. (1989): «Recherche-Developpement et productivité: Un panorama de études économétriques», *Seminaire International sur la Science, la Technologie et le Croissance Economique*, OCDE.
- PAKES, A.; y SCHANKERMAN, M. (1984): «The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags and Private Rate of Return to Research Resources», en GRILICHES, Z. (ed.): *R&D, Patents and Productivity*, University of Chicago Press.
- SASSENOU, M. (1988): *Recherche-Developpement et productivité dans les entreprises japonaises: une étude économétrique sur données de panel* (tesis para el doctorado en Ciencias Sociales por la Escuela de Estudios Superiores), París.
- SUZUKI, K. (1985): «Knowledge Capital and the Private Rate of Return to R&D Japanese Manufacturing Industries», *International Journal of Industrial Organization*, 3.