

DETERMINANTES DE LA ACTIVIDAD TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA*

JOAQUINA PARICIO
Universitat de Valencia

En este trabajo se analizan los factores determinantes de los gastos en I + D de los sectores industriales de la economía española durante el período 1987-1989. Las estimaciones realizadas mediante el análisis de coste transversal y con datos de panel muestran que el tamaño de mercado y las oportunidades tecnológicas de cada uno de los sectores son las principales variables explicativas de las diferencias interindustriales en las actividades de I + D.

Palabras clave: Gastos en I + D. Esfuerzo innovador.

Las actividades de I + D las realizan las empresas con el objetivo de lograr nuevos procesos productivos o mejorar los existentes para obtener una reducción de los costes de producción y la introducción de nuevos bienes. El progreso técnico de un sistema económico se produce en gran medida por ambas vías, dando lugar a un aumento de la productividad y a la mejora de la calidad de la producción y, por lo tanto, a un aumento en el bienestar de la sociedad. Pero el progreso técnico es sumamente costoso y requiere un esfuerzo considerable por parte de las empresas que lo llevan a cabo. Este esfuerzo, que se suele representar por los gastos dedicados a actividades de investigación y desarrollo, varía considerablemente entre los distintos sectores industriales.

El objetivo de este trabajo es analizar los factores determinantes de los gastos en I + D realizados por los sectores industriales de la economía española a partir de la información recogida por la Central de Balances del Banco de España⁽¹⁾. Esta información incluye los gastos en I + D, los pagos al extranjero por transferencias de tecnología y los ingresos procedentes del exterior por cesión de tecnología. La muestra permite una desagregación en 41 sectores relativos a las empre-

* Este trabajo ha contado con una ayuda a la investigación concedida por la Institució Valenciana d'Estudis i Investigació (IVEI) y ha sido posible realizarlo gracias a la información facilitada por la Central de Balances del Banco de España. Deseo agradecer las sugerencias de Rafael Myro y las de dos evaluadores anónimos.

(1) Existe una extensa literatura sobre la actividad tecnológica en la industria española en la que destacan los trabajos de Buesa y Molero (1989), Castells *et al.* (1986), Lafuente, Salas y Yagüe (1985), Martín y Romero (1988) y Sánchez (1984).

sas manufactureras, extractivas y de energía y agua, refiriéndose la información disponible a los años 1987, 1988 y 1989.

Con esta finalidad en el apartado primero se discuten los principales factores explicativos de las diferencias interindustriales en las actividades de I + D y que son en esencia: la estructura de mercado; las oportunidades tecnológicas y económicas y las condiciones de apropiabilidad de los beneficios derivados de la innovación.

En el segundo apartado se presenta un modelo de competencia tecnológica y estructura de mercado que proporciona un marco teórico que explica las regularidades empíricas obtenidas en los estudios relativos al comportamiento de los gastos en I + D realizados por los sectores industriales.

En el apartado tercero se estima el impacto de las variables explicativas de los gastos en I + D en los sectores industriales de la economía española. Las estimaciones se realizan mediante análisis de corte transversal para los años considerados y con datos de panel. Se estudia también a través de panel la relación existente entre el grado de concentración y el esfuerzo innovador de cada uno de los sectores. Por último se resumen las principales conclusiones obtenidas.

1. DETERMINANTES DE LOS GASTOS EN I + D: ESTRUCTURA DE MERCADO Y CARACTERÍSTICAS INDUSTRIALES

Los incentivos que tienen las empresas para invertir en I + D constituyen el principal determinante de dichos gastos. Estos incentivos están condicionados por distintos factores tales como la naturaleza de la competencia en el mercado del producto, las oportunidades económicas de llevar a cabo la innovación, las oportunidades tecnológicas que caractericen a cada una de las industrias y las condiciones de apropiabilidad de los rendimientos esperados de la innovación.

El análisis económico ha prestado una atención especial a la influencia que la estructura de mercado, y en particular el poder de monopolio, tiene en las actividades de I + D. Los efectos favorables que éste tiene en la actividad innovadora se derivan de dos aspectos diferenciados señalados inicialmente por Schumpeter. Primero, las empresas para acometer proyectos de inversión en actividades de I + D requieren la expectativa de tener alguna forma de poder de monopolio transitorio sobre los resultados derivados de la innovación, el incentivo a invertir se asocia con la expectativa de un poder de monopolio ex-post. Además, los sectores caracterizados por cierto poder de monopolio ex-ante son los que reúnen las condiciones más favorables para llevar a cabo las actividades innovadoras ya que son las empresas que poseen cierto poder de monopolio las que están más capacitadas para financiar las actividades innovadoras.

Los análisis empíricos se han centrado fundamentalmente en los efectos que la estructura de mercado tiene en el comportamiento innovador, contrastando la hipótesis avanzada por Schumpeter de los efectos favorables de cierto poder de monopolio ex-ante. No obstante, las empresas que operan en sectores con cierto poder de mercado, pueden sentirse menos amenazadas por los competidores potenciales y verse menos forzadas a innovar⁽²⁾.

(2) Los efectos de la estructura de mercado en la innovación han conducido a predicciones contradictorias. Mientras que Schumpeter mantiene que los mercados concentrados pueden apropiarse más

Las investigaciones realizadas sobre los efectos de la estructura de mercado en las actividades innovadoras tratan de comprobar si el esfuerzo en I + D efectuado en las industrias está relacionado positivamente con el grado de concentración, siendo éste representativo del poder de monopolio.

En la mayoría de los estudios se observa una relación positiva entre concentración de mercado y esfuerzo en I + D. El trabajo de Scherer (1967) que relaciona la intensidad relativa del esfuerzo innovador y la concentración de mercado obtiene una relación funcional en forma de U invertida, lo cual implica un grado de monopolio "óptimo" para efectuar actividades en I + D cuando el índice de concentración-participación de las cuatro empresas más grandes— se sitúa en torno al 50-55%. Sin embargo los efectos del grado de concentración en las actividades de I + D son sensibles a las condiciones específicas de los sectores industriales ya que cuando se introducen variables adicionales que reflejan las oportunidades tecnológicas y otras características que afectan a la innovación, el grado de concentración pierde poder explicativo (v. Scherer (1967, 1982), Scott (1984) y Levin *et al.* (1985)).

Puede afirmarse, por lo tanto, que los resultados obtenidos sobre el esfuerzo investigador y el grado de concentración no son concluyentes, aunque confirman que la actividad innovadora es más intensa en industrias con estructuras de mercado intermedias entre la competencia perfecta y el monopolio. Es decir, que si bien cierto grado de concentración favorece la innovación, las conclusiones derivadas de los estudios realizados muestran que las diferencias interindustriales en las oportunidades tecnológicas tienen mayor poder explicativo de las variaciones en la intensidad en I + D que las diferencias existentes en los índices de concentración⁽³⁾.

Una segunda variable representativa del poder de mercado que se considera relacionada positivamente con los gastos en I + D son los beneficios empresariales. Las actividades de I + D conllevan riesgo e incertidumbre que solo una cierta capacidad financiera de las empresas puede favorecer su realización y mantenimiento a largo plazo. Aunque, de nuevo, la relación entre los beneficios y la actividad innovadora no está exenta de ambigüedades, ya que los beneficios obtenidos son además un indicador de la rivalidad en el mercado, con lo que el efecto esperado sobre la actividad innovadora puede ser negativo.

Cuando la competencia es intensa y el margen de beneficios bajo, las actividades de I + D pueden ser atractivas como una estrategia diferenciadora de producto. Los gastos realizados en I + D constituirán una solución para aquellas empresas que operan en industrias con competencia creciente para modificar sus condiciones de mercado, mientras que los sectores con beneficios superiores a la media pueden ser más reacios a la innovación si dichos beneficios se derivan de la existencia de barreras de entrada y no se ven amenazados por la competencia potencial.

fácilmente de los rendimientos derivados de la actividad innovadora, Arrow (1962) muestra que con apropiabilidad perfecta los rendimientos son mayores en un mercado competitivo. Asimismo, la influencia que la competencia potencial tiene en los incentivos a innovar para una empresa monopolista han sido analizados en Gilbert y Newbery (1982) y Reinganum (1983).

(3) Una revisión detallada de los estudios empíricos realizados acerca de la relación entre estructura de mercado y la innovación se encuentra en Scherer y Ross (1990).

Los resultados obtenidos respecto a la influencia de los beneficios en los gastos en I + D han sido poco concluyentes y en ocasiones contradictorios. Así, mientras que estudios, como el de Grabowski (1968), muestran que cuanto más importante es la innovación como estrategia competitiva de la industria mayor es el efecto positivo de los fondos generados internamente, en otros, como el de Lunn y Martín (1986), se obtiene un efecto negativo de la rentabilidad.

Para explicar las fuerzas que conducen a la innovación y las diferencias interindustriales deben considerarse otros factores adicionales además de la estructura de mercado. En particular la demanda de mercado, las oportunidades tecnológicas y las condiciones de apropiabilidad imperantes en los distintos sectores industriales⁽⁴⁾.

Las diferencias en las condiciones de demanda son una variable relevante y ello básicamente por la influencia que ejercen en los incentivos derivados de llevar a cabo la innovación. En primer lugar, el tamaño de mercado tiene una influencia decisiva en las actividades innovadoras, ya que cuando se acomete un proyecto de I + D la inversión requerida puede ser independiente del nivel de producción, pero los beneficios obtenidos dependerán del tamaño del mercado en que se realiza la innovación (Schmookler (1962) y (1966)). Por otra parte, no sólo es el tamaño de mercado y su ritmo de crecimiento los que deben ser tenidos en cuenta, sino que la elasticidad demanda-precio influye también en los rendimientos marginales de la innovación (Kamien y Schwartz (1970)). No obstante en este caso los efectos esperados no son tan evidentes. Los sectores con una elasticidad-precio elevada obtendrán unas ganancias mayores que los de menor elasticidad, si el efecto de la innovación es la reducción de costes. Ahora bien, si la innovación consiste en una mejora de la calidad del producto que implique un desplazamiento en la función de demanda, los beneficios esperados serán más elevados cuanto menor sea la elasticidad de demanda.

Las oportunidades tecnológicas y las condiciones de apropiabilidad influyen también en la determinación de las actividades de I + D. La mayoría de los estudios que tratan de analizar la influencia de las oportunidades tecnológicas continúan la práctica introducida por Scherer (1965, 1967, 1982) de clasificar los sectores industriales en función de sus características tecnológicas, y comprueban como la introducción de estas variables explica una parte importante de la varianza interindustrial de la intensidad en I + D. Los análisis empíricos indican que la oportunidad tecnológica es un factor de incidencia decisiva en el ritmo y dirección del avance técnico. Además, la mayor cercanía a la investigación básica realizada por el gobierno o las universidades y el grado de relación con los sectores más innovadores ejercen un papel significativo en la determinación de las oportunidades tecnológicas industriales. Los trabajos de Levin *et al.* (1985, 1987), Cohen *et al.* (1987) y Cohen y Levinthal (1989) muestran que el grado de cercanía a la ciencia y a las fuentes de conocimiento externas a la industria tienen un efecto positivo en el esfuerzo innovador.

Uno de los requisitos imprescindibles para realizar actividades de I + D es la capacidad de apropiación de los rendimientos esperados de forma que cuanto

(4) Un análisis detenido de la influencia que las características industriales tienen en las actividades de I + D se encuentra en Cohen y Levin (1989). Asimismo, Kamien y Schwartz (1975 y 1982) y Baldwin y Scott (1987) ofrecen una revisión de la literatura sobre los determinantes de la actividad investigadora.

mayor sea el número de empresas que se beneficien de los esfuerzos realizados por la empresa innovadora menor incentivo tendrá ésta para efectuar actividades de I + D. Schumpeter destacó la necesidad del poder de mercado ex-post para generar incentivos en el desarrollo de nuevas técnicas o productos. La existencia de patentes garantiza, en cierto modo, los derechos sobre los resultados derivados de la innovación, si bien, el grado de protección de las patentes y la difusión y las posibilidades de imitación de la innovación varían considerablemente entre las industrias (Mansfield (1981, 1986) y Levin *et al.* (1987)).

No existe evidencia concluyente acerca de si la actividad innovadora es mayor cuando existen unas condiciones de apropiación de los rendimientos perfectamente delimitados. La hipótesis más simple considera que la actividad innovadora aumenta uniformemente con la apropiabilidad de los resultados de la invención y que además la facilidad de imitación desincentiva los esfuerzos dedicados a las actividades de I + D. Aun así, existe ambigüedad en relación con este segundo aspecto. Cohen y Levinthal (1989 y 1990) destacan que el efecto desincentivador originado por la facilidad en la imitación o difusión de la nueva tecnología puede estar compensado por un mayor incentivo a invertir en "capacidad de absorción", entendiéndose por ésta la capacidad de reconocer, asimilar y explotar los conocimientos externos a la empresa o al sector industrial. Es decir, unas posibilidades superiores de imitación pueden desincentivar el gasto innovador en I + D aunque pueden incentivar el gasto en I + D de tipo imitativo⁽⁵⁾.

Hasta aquí se han considerado los principales factores determinantes de las diferencias interindustriales en las actividades de I + D. La hipótesis más extendida relaciona la estructura de mercado y, en particular, el grado de concentración o los beneficios con la actividad innovadora. Además, cuando se intenta explicar las diferencias interindustriales en los gastos en I + D no puede prescindirse de la consideración de las características sectoriales que condicionan la innovación y que reflejan las oportunidades tecnológicas, las económicas —el tamaño de mercado y el crecimiento de la demanda—, así como las condiciones de apropiabilidad de los beneficios esperados de la innovación.

2. COMPETENCIA TECNOLÓGICA Y ESTRUCTURA DE MERCADO

El objetivo de este trabajo es explicar las diferencias interindustriales en las actividades innovadoras, representadas por los gastos en I + D, comprobando para el caso español algunas de las hipótesis avanzadas a nivel teórico. Por ello, en este apartado se expone el modelo de competencia tecnológica y estructura de mercado de Dasgupta y Stiglitz (1980), ya que realiza predicciones del comportamiento de las actividades innovadoras en las distintas industrias que justifican las regularidades que los análisis más relevantes aportan como evidencia⁽⁶⁾.

El modelo considera el mercado de un producto homogéneo, q , y supone que todas las empresas hacen frente a la misma tecnología. La competencia tecnoló-

(5) En estos casos, el resultado final en el I + D total sería ambiguo. Este hecho ha sido señalado también por Nelson y Winter (1982).

(6) La relación existente entre el modelo desarrollado y las regularidades empíricas observadas en el comportamiento del I + D se encuentra en Dasgupta (1986). Levin y Reiss (1984) han estimado el modelo para el caso de la economía americana.

gica se concreta en la forma de innovación de procesos, lo que implica que las empresas no pueden producir el bien q sin incurrir en actividades de $I + D$.

Las oportunidades tecnológicas y la estructura de patentes permiten a una empresa que gaste x en $I + D$ producir el bien con unos costes unitarios $c(x)$. La función de costes unitarios es continua, dos veces diferenciable, decreciente en x y presenta rendimientos decrecientes en $I + D$. Es decir $c(0) = \infty$, $c'(x) < 0$ y $c''(x) > 0$.

La función inversa de demanda del mercado es $P(Q)$; siendo Q el output total de la industria. Las funciones de demanda y de costes se suponen con elasticidad constante y se expresan como:

$$P(Q) = \sigma Q^{-\epsilon} \quad \sigma, \epsilon > 0 \quad (1)$$

$$C(x_i) = \beta x_i^{-\alpha} \quad \beta, \alpha > 0 \quad (2)$$

en donde σ representa el tamaño de mercado, ϵ^{-1} la elasticidad de demanda, β el coste de la tecnología y α la elasticidad de coste unitario respecto al gasto en $I + D$. El parámetro α , puede interpretarse como una medida de las "oportunidades tecnológicas", que refleja la respuesta del coste al gasto en $I + D$ de la propia empresa.

Las empresas maximizan beneficios y tienen un comportamiento no cooperativo. Si Q_j , es la producción de las empresas rivales, y q_i el output de la empresa i , de forma que la producción total de la industria $Q = Q_j + q_i$, los beneficios de la empresa i serán:

$$\pi_i = [p(Q_j + q_i) - c(x_i)] q_i - x_i \quad (3)$$

los gastos en $I + D$, x_i , constituyen unos costes fijos (endógenos) y son una variable estratégica que crean una barrera de entrada a las empresas rivales al permitir a la empresa i producir a un coste unitario menor.

El modelo considera que la estructura industrial es endógena, existe libertad de entrada en la industria, un elevado número de empresas potenciales y las empresas que operan en la industria se determinan dentro del modelo.

Las empresas se comportan a lo Cournot, es decir, las estrategias son las cantidades producidas y los gastos a realizar en $I + D$ y las conjeturas que efectúan sobre el comportamiento de las rivales son también tipo Cournot. De forma que los cambios en sus variables estratégicas no afectan a las estrategias de sus rivales, es decir:

$$\frac{\delta Q_j}{\delta q_i} = 0 \quad \frac{\delta X_j}{\delta x_i} = 0$$

Las empresas se enfrentan a dos decisiones: entrar o no en la industria y decidir cuanto gastar en $I + D$, y cuanto producir. A su vez, las decisiones se llevan a cabo simultáneamente por todas las empresas.

Teniendo en cuenta los supuestos anteriores se trata de caracterizar el equilibrio simétrico en el que todas las empresas elijan la misma estrategia. El equilibrio de Cournot-Nash será una configuración del tipo

$$(n^*, (x_1^*, q_1^*), \dots (x_i^*, q_i^*) \dots (x_n^*, q_n^*))$$

tal que para $i = 1, \dots, n^*$, se cumple:

$$[p(Q_j^* + q_i^*) - c(x_i^*)] q_i^* - x_i^* \geq [p(Q_j^* + q_i) - c(x_i)] q_i - x_i \quad (4)$$

$$\forall x_i, q_i \geq 0$$

y

$$[p (\sum_{i=1}^{n^*} q_i^* + q) - c(x)] q - x \leq 0 \quad (5)$$

$$\forall x, q \geq 0$$

La condición(4) indica que (q_i^*, x_i^*) son las estrategias maximizadoras de beneficios, suponiendo que el output de las $(n-1)$ empresas que están operando es Q_j^* . La segunda condición, la (5), se satisfará si no existen barreras de entrada. No es posible para un entrante potencial operar en el mercado y realizar beneficios positivos si la empresa i -ésima de la industria ($i = 1...n^*$) elige el nivel de producción q_i^* .

Si aceptamos que en principio el equilibrio existe y sea n^* el número de empresas de equilibrio, Q_j el output de las empresas rivales y Q el output del mercado, la empresa i elegirá x_i y q_i de modo que maximice sus beneficios:

$$MAX \pi_i = [P(Q_j + q_i) - c(x_i)] q_i - x_i \quad (6)$$

$$x_i, q_i$$

Las condiciones de primer orden son

$$p(Q) [1 - \epsilon(Q) s_i] = C(x_i) \quad (7)$$

$$-q_i C' (x_i) = 1 \quad (8)$$

siendo $\epsilon(Q)$ la inversa de la elasticidad de demanda y s_i la participación de la empresa i en el total del mercado (q_i / Q).

Dadas ciertas restricciones en los parámetros del modelo, existe un equilibrio simétrico con libre entrada. Las condiciones exigidas a los parámetros requieren que α no sea muy elevado, en cuyo caso se obtienen los resultados siguientes, al operar con las condiciones de primer orden:

$$\frac{\epsilon(Q^*)}{n^*} = \frac{X^*}{P(Q^*) Q^*} \quad (9)$$

$$\frac{X^*}{P(Q^*) Q^*} = \frac{\alpha}{1 + \alpha} \quad (10)$$

$$\frac{P(Q^*)}{C(X^*)} = 1 + \alpha \quad (11)$$

siendo X^* , los gastos en I + D realizados en el conjunto de la industria ($n^* x^*$). Al ser el equilibrio simétrico, $1/n$ se puede utilizar como un índice de la concentración industrial, o bien, cualquier función decreciente en n .

La ecuación (9) indica que la proporción de los gastos en I + D de la industria respecto a sus ventas, X^* / PQ^* , es proporcional al índice de concentra-

ción. La relación sólo se satisfará cuando el índice de "oportunidades tecnológicas", α , sea pequeño, apoyando así la evidencia obtenida en los estudios que analizan la asociación positiva entre el grado de concentración y la actividad innovadora⁽⁷⁾.

La ecuación (10) muestra que el índice de la actividad innovadora en una industria, X / PQ , depende únicamente del parámetro α , es decir de sus "oportunidades tecnológicas". El análisis de corte transversal de industrias que difieran sólo en σ y β deberá reflejar el mismo esfuerzo en I + D en relación a sus ventas, pero éste será mayor cuanto mayores sean las oportunidades tecnológicas.

Podemos resolver a partir de lo anterior las condiciones de equilibrio y expresar las variables n^* , x^* y Q^* explícitamente:

$$n^* = \frac{\epsilon (1 + \alpha)}{\alpha} \quad (12)$$

$$x^* = [\sigma \alpha^2 \epsilon \beta \epsilon^{-1} \epsilon^{-\epsilon} (1 + \alpha)^{-(1+\epsilon)}] \frac{1}{(\epsilon - \alpha(1-\epsilon))} \quad (13)$$

$$Q^* = \frac{\epsilon (1 + \alpha)}{\alpha^2 \beta} [\sigma \alpha^2 \epsilon \beta \epsilon^{-1} \epsilon^{-\epsilon} (1 + \alpha)^{-(1+\epsilon)}] \frac{(1 + \alpha)}{(\epsilon - \alpha(1 - \epsilon))} \quad (14)$$

Las ecuaciones (12) y (13) indican que un aumento en el tamaño del mercado, σ , eleva el gasto en I + D realizado por la empresa, pero no modificará el número de empresas. Es decir, $\delta x^* / \delta \sigma > 0$, $\delta n^* / \delta \sigma = 0$. La conclusión resultante implica que los gastos en I + D del conjunto de la industria aumentarán con el tamaño de mercado. Las oportunidades económicas, representadas por las condiciones de demanda, juegan así un papel importante para estimular las actividades de I + D desarrolladas en las industrias en línea con la hipótesis avanzada por Schmookler (1966).

La influencia que las barreras de entrada tienen en los gastos en I + D realizados por las empresas puede analizarse considerando que el parámetro α refleja la creación de barreras de entrada. Así, de las ecuaciones (12) y (13) se deduce que $x^* \rightarrow 0$ y $n^* \rightarrow \infty$, si $\alpha \rightarrow 0$ por lo que los gastos en I + D realizados por la industria $X^* \rightarrow 0$. Si las barreras de entrada son débiles, las oportunidades de innovación serán escasas y, por lo tanto, los gastos en I + D en la industria serán pequeños.

En definitiva, las proposiciones empíricas derivadas del modelo respecto al comportamiento de las actividades de I + D y que contrastaremos para la industria española en el apartado tercero, se pueden concretar en las siguientes:

- (i) Los gastos en I + D de una industria dependen del tamaño de mercado y de las oportunidades tecnológicas que existan en cada uno de los sectores. El tamaño de mercado influye positivamente en los gastos en I + D y las menores oportunidades tecnológicas ocasionarán una actividad innovadora menor. Por tanto, las diferencias interindustriales en los gastos

(7) Véase Scherer (1967) y Comanor (1967).

en I + D se explican por las diferencias relativas en el tamaño de mercado y en las oportunidades tecnológicas.

- (ii) El índice del esfuerzo innovador –gastos en I + D de la industria en relación a las ventas– está asociado positivamente con el grado de concentración industrial y además depende únicamente del parámetro representativo de las oportunidades tecnológicas.

3. VARIABLES EXPLICATIVAS DE LOS GASTOS EN I + D EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA

El potencial industrial relativo de la economía española constituye un condicionante básico a considerar en el análisis de las variables determinantes de los gastos en I + D de la industria española. Las empresas españolas dedican recursos a actividades de I + D teniendo en cuenta en sus decisiones de inversión la disponibilidad y el coste de fuentes alternativas a la propia I + D; si los incentivos para realizar innovaciones son limitados debido a la carencia de una adecuada infraestructura de tecnología básica, las posibilidades a las que se enfrenta una empresa serán las de imitación de las innovaciones desarrolladas en otros países o bien pagar las licencias por su utilización, y en el caso de las empresas extranjeras instaladas en España aplicar las innovaciones realizadas en sus sedes centrales.

Todo ello significará un nivel de gastos en I + D inferior al requerido por el innovador original, pero todas las alternativas citadas no evitan la realización de gastos en I + D ya que las empresas tendrán que destinar parte de sus recursos a la adaptación de la innovación y a los procesos de aprendizaje necesarios para asimilarla, de modo que posiblemente éste sea un componente fundamental de los gastos totales en I + D en la industria española que resulta imprescindible para posibilitar la absorción de nuevas tecnologías reduciendo los gastos en actividades propiamente innovadoras.

Las limitaciones anteriores deben tenerse en cuenta al analizar los determinantes de los gastos en I + D ya que los resultados pueden diferir de los obtenidos en países industrialmente más avanzados y en este sentido cabe señalar al menos dos aspectos. En primer lugar, en los estudios realizados para economías industriales más avanzadas, como el caso de USA, analizan la influencia que el tamaño de la empresa tiene en los proyectos de innovación intentando medir la existencia de economías de escala en las actividades de I + D. La hipótesis a verificar establece que la dimensión de la empresa ejerce un efecto positivo en la determinación de los gastos en I + D que conducen a innovaciones originales. En el caso de una economía como la española, en la que una parte importante de las actividades en I + D se basan en la adaptación y/o imitación de las innovaciones desarrolladas en otros países, la relación entre la dimensión de las empresas y los gastos en I + D realizados por los distintos sectores industriales pierde significación. Es de esperar que en España, el determinante principal sea el tamaño de mercado. La dimensión de la industria, no la de la empresa, es la que proporciona los incentivos necesarios para realizar los gastos necesarios en I + D.

Por otro lado, al analizar la influencia del grado de concentración y las características industriales en el esfuerzo innovador deberemos considerar las restricciones que el nivel de desarrollo y el tamaño de la economía española imponen a las empresas para llevar a cabo dichas actividades. Por todo ello, la relación entre estructura de mercado y esfuerzo innovador en la industria española puede

diferir significativamente de la que existe en países más industrializados. Cuando los gastos en I + D están dirigidos a actividades innovadoras en sentido estricto es previsible la existencia de una asociación positiva entre la actividad innovadora y el poder de monopolio, pero si una cuantía importante de las actividades en I + D se destinan a pagos por transferencias de tecnología o a la imitación de innovaciones desarrolladas en otros países no existe una argumentación razonable que justifique una relación sistemática entre poder de mercado y esfuerzo innovador.

Hechas estas apreciaciones generales presentamos a continuación una descripción de las variables consideradas y los resultados obtenidos en el análisis empírico realizado respecto a los factores determinantes de la actividad innovadora de las industrias españolas.

Los datos utilizados son los proporcionados por la Central de Balances del Banco de España para los años 1987, 1988 y 1989, los cuales permiten una desagregación en 41 sectores industriales relativos a las industrias manufactureras, las extractivas y las de energía y agua.

Los epígrafes de la encuesta de la Central de Balances respecto a las actividades de I + D de los sectores industriales permiten diferenciar entre los realizados internamente en el seno de las empresas o gastos en I + D intramuros, los pagos al extranjero efectuados por transferencias de tecnología y los ingresos percibidos del exterior por cesión tecnológica.

En nuestro análisis, dadas las características de la industria española en que una parte importante de la actividad en I + D se debe a la importación de tecnología, hemos considerado como variable dependiente los gastos en I + D en sentido estricto, constituidos por las actividades intramuros y los gastos totales en I + D que incluyen los gastos intramuros más los gastos por transferencias tecnológicas menos los ingresos obtenidos por la venta de tecnología.

Las variables explicativas de los gastos en I + D a nivel industrial han sido, en la medida de lo posible, las destacadas en el modelo expuesto en el epígrafe anterior. En primer lugar el tamaño de mercado y su ritmo de crecimiento constituye uno de los principales determinantes de las diferencias interindustriales existentes en las actividades de I + D. En nuestro caso hemos considerado las ventas como indicador del tamaño de mercado y para reflejar el incremento de la demanda incluimos tres variables ficticias: demanda débil, demanda media y demanda fuerte⁽⁸⁾.

La hipótesis a contrastar derivada del modelo consiste en que los gastos en I + D están relacionados positivamente con el tamaño de mercado y éstos serán más elevados en los sectores con un crecimiento superior en la demanda. En definitiva las "oportunidades económicas" de rentabilizar los beneficios esperados de la innovación afectan positivamente a los gastos en I + D.

Las "oportunidades tecnológicas" son también un factor relevante para determinar las diferencias interindustriales en los gastos en I + D representándose éstas por tres variables ficticias: tecnología alta, tecnología media y baja, que reflejan

(8) La clasificación sectorial según el crecimiento de la demanda es la seguida por la C.E. Esta clasificación es elaborada en función de las tasas de crecimiento del consumo aparente de los diferentes sectores industriales en la C.E., U.S.A. y Japón durante el período 1972-82.

el grado de intensidad tecnológica de los sectores⁽⁹⁾. En este caso la hipótesis mantenida es que los gastos en I + D sean superiores cuando mayor sea el grado de intensidad tecnológica.

Los tres grupos en que se clasifican los sectores según el crecimiento de la demanda y las oportunidades tecnológicas incluyen las actividades productivas correspondientes a la industria manufacturera, por lo que se excluyen la energía (excepto petróleo), agua y las extractivas.

Por último, se considera la influencia que el poder de mercado tiene en la actividad innovadora como una de las características sectoriales que puede explicar las diferencias interindustriales en los gastos en I + D. La variable utilizada es el margen económico bruto obtenido como el cociente entre los beneficios brutos (valor añadido ajustado menos gasto de personal) y las ventas. En este caso, si representa la disposición de fondos de los distintos sectores para realizar actividades de I + D su efecto será positivo, pero si es un indicador del grado de competencia puede tener un efecto negativo ya que los sectores con un margen de beneficios mayor pueden ser más reacios a realizar gastos en I + D si no están amenazados por la competencia potencial.

A continuación, se presentan, los resultados obtenidos respecto al impacto de un conjunto de variables en los gastos en I + D en la industria española. Las estimaciones se han realizado en primer lugar mediante un análisis de coste transversal para los 41 sectores considerados y en segundo lugar con datos de panel teniendo en cuenta los sectores industriales y su variación temporal a lo largo de los tres años analizados.

3.1. Análisis de corte transversal

La variable dependiente a explicar son los gastos en I + D de los distintos sectores considerándose tanto los gastos intramuros como los gastos totales. En ambos casos, las estimaciones se realizaron para los sectores con gastos en I + D positivos por lo que se prescindieron de las observaciones correspondientes a los sectores con gastos nulos⁽¹⁰⁾. Estas variables, así como las ventas están expresadas en logaritmos y las estimaciones se refieren a los años 1987, 1988 y 1989.

El análisis econométrico se agrupa en tres bloques de estimaciones. En primer lugar se considera la influencia de las ventas Iv_i y del margen económico bruto, MB_i , en la determinación de los gastos en I + D mediante la estimación de:

$$\lg_i = \alpha_0 + \alpha_1 Iv_i + \alpha_2 MB_i + u_i \quad (1)$$

En segundo lugar, se introducen las variables ficticias representativas del ritmo de crecimiento de la demanda como factores explicativos adicionales a los anteriores:

(9) Resulta difícil medir las oportunidades tecnológicas que caracterizan a cada uno de los sectores. En el modelo expuesto, el parámetro α , refleja el grado en que los gastos en I + D dan lugar a una reducción de los costes de producción. Las dificultades empíricas de aproximar este parámetro adecuadamente ha llevado a que en la mayoría de los estudios se utilice alguna clasificación sectorial que se adecue a las oportunidades de invención. En nuestro caso, hemos empleado la clasificación seguida por la OCDE, elaborada según la ordenación de los distintos sectores industriales en la relación gasto en I + D / valor añadido bruto.

(10) Únicamente dos sectores en el año 1987, uno en 1988 y otro en 1989 no realizan gastos en I + D, por lo que se optó por eliminarlos de la muestra analizada.

$$lg_i = \beta_0 + \beta_1 lv_i + \beta_2 MB_i + \beta_3 DD + \beta_4 DM + \beta_5 DF + u_i \quad (2)$$

siendo DD: demanda débil, DM: demanda media y DF: demanda fuerte.

Finalmente, se consideran las variables ficticias que representan las oportunidades tecnológicas conjuntamente con el margen bruto y las ventas:

$$lg_i = \gamma_0 + \gamma_1 lv_i + \gamma_2 MB_i + \gamma_3 TD + \gamma_4 TM + \gamma_5 TA + u_i \quad (3)$$

expresión en la que TD refleja si el sector pertenece al grupo de tecnología débil, TM al grupo de tecnología media y TA al de tecnología alta⁽¹¹⁾.

En el cuadro n.º 1 se muestran los resultados obtenidos cuando la variable dependiente son los gastos totales en I + D y en el cuadro n.º 2 se ofrecen éstos para el caso en que la variable dependiente son los gastos intramuros.

Para los años analizados destaca la importancia de las ventas como determinante de los gastos en I + D siendo el coeficiente estimado significativo y positivo tanto para los gastos intramuros como para los totales. El efecto del margen económico bruto es negativo y significativo y se mantiene prácticamente constante en los tres años. La capacidad explicativa de ambas variables es mayor en el caso de los gastos totales que en los gastos intramuros⁽¹²⁾.

La introducción de las variables ficticias representativas de las características sectoriales relativas al crecimiento de la demanda y al grado de intensidad tecnológica proporciona los siguientes resultados. Respecto al crecimiento de la demanda en el caso de los gastos intramuros los coeficientes estimados muestran un efecto negativo para la demanda débil y media y un efecto positivo de la demanda fuerte, sin embargo no son significativos. Únicamente para el año 1989, la demanda débil tiene un impacto negativo y significativo en las actividades de I + D. Cuando se considera los gastos totales en I + D como variable dependiente se comprueba que la demanda débil tiene un impacto negativo y significativo en los tres años, la demanda media no resulta significativa, y la demanda fuerte tiene un impacto positivo y significativo únicamente en 1987.

Los resultados relativos a la influencia de las características tecnológicas muestran que tanto en los gastos intramuros como totales, los sectores de intensidad tecnológica baja tienen un impacto negativo y significativo en los gastos en I + D. Los sectores de tecnología media no resultan significativos, mientras que los sectores caracterizados por intensidad tecnológica alta obtienen un coeficiente positivo y significativo aunque no en todos los años. Cuando se introducen estas variables, los resultados de la estimación dan lugar a una elevación en el coeficiente de determinación corregido y una disminución del error estándar en una proporción superior a las variables ficticias representativas del ritmo de crecimiento de la demanda.

Resumiendo, las estimaciones realizadas en el análisis de corte transversal destacan la importancia del tamaño de mercado en la determinación de los gastos sectoriales en I + D siendo su impacto positivo. El margen de beneficios no potencia claramente las actividades en I + D sino que más bien su efecto es

(11) Las variables ficticias de demanda y tecnología se consideran por separado debido a que los sectores incluidos en algunos grupos, como es el caso de demanda fuerte y tecnología alta, son prácticamente coincidentes por lo que no es posible realizar la estimación conjunta.

(12) En otros trabajos se ha encontrado también un impacto negativo de los beneficios en los gastos en I + D. Véase Caves *et al.* (1980), Lunn y Martín (1986) y Antonelli (1989).

Cuadro 1: ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL
(Variable dependiente: Gastos totales en I + D (en logaritmos))

	1987	1988	1989	1987	1988	1989	1987	1988	1989
Cte.	-9,67 (-4,10)	-11,15 (-4,5)	-11,35 (-6,0)	-8,88 (-3,72)	-10,12 (-4,75)	-9,22 (-5,73)	-9,18 (-5,51)	-10,11 (-6,02)	-10,25 (-6,59)
Iv	1,35 (6,72)	1,47 (7,31)	1,5 (9,57)	1,30 (6,29)	1,42 (7,95)	1,35 (10,90)	1,32 (9,12)	1,43 (10,20)	1,44 (12,01)
MB	-0,04 (-2,40)	-0,04 (-2,60)	-0,05 (-6,58)	-0,04 (-2,68)	-0,04 (-2,37)	-0,05 (-3,47)	-0,04 (-2,61)	-0,04 (-2,51)	-0,05 (-4,33)
DD				-0,88 (-1,84)	-1,07 (-2,15)	-1,11 (-2,64)			
DM				-0,46 (-0,67)	-0,77 (-1,19)	-0,20 (-0,45)			
DF				1,06 (2,36)	-0,75 (-1,61)	0,58 (1,08)			
TD							-1,14 (-2,43)	-1,30 (-2,69)	-0,98 (-2,47)
TM							0,59 (1,53)	0,23 (0,57)	0,08 (0,17)
TA							1,47 (3,14)	1,11 (2,19)	0,92 (1,70)
R ²	0,42	0,50	0,61	0,50	0,58	0,69	0,62	0,68	0,73
SE	1,64	1,51	1,18	1,52	1,38	1,04	1,32	1,22	0,97
F	14,76	20,9	31,03	8,72	12,20	18,96	13,62	17,52	22,37
F*				3,03	3,54	4,70	7,52	7,70	6,82
N	39	40	40	39	40	40	39	40	40

Notas: (1) Entre paréntesis figuran los estadísticos t consistentes frente a la heterocedasticidad.

(2) F* es el test de significatividad conjunta de las variables ficticias.

contrario, los sectores en que la competencia en precios es fuerte pueden tener más incentivos para realizar actividades de I + D como vía para hacer frente a la mayor competencia. O bien, los sectores con un margen de beneficios mayor si no están amenazados por la competencia potencial pueden estar menos motivados a invertir en I + D. Destaca, también, la importancia que las características tecnológicas tienen para explicar las diferencias intersectoriales en I + D, la introducción de estas variables aumenta la capacidad explicativa de la estimación y reduce el error estándar. Las características relativas al ritmo de crecimiento de la demanda tienen un impacto menor, y en algunos casos no son significativas. Por último, la capacidad explicativa de las variables es mayor en el caso de los gastos totales que en los de intramuros.

Cuadro 2: ESTIMACIONES DE CORTE TRANSVERSAL
(Variable dependiente: Gastos intramuros en I + D (en logaritmos))

	1987	1988	1989	1987	1988	1989	1987	1988	1989
Cte.	-7,84 (-3,06)	-8,99 (-3,43)	-12,46 (-4,29)	-7,12 (-2,71)	-8,49 (-3,58)	-10,65 (-4,18)	-7,74 (-3,73)	-8,54 (-4,06)	-11,03 (-4,59)
Iv	1,16 (5,44)	1,26 (5,98)	1,54 (6,60)	1,12 (4,99)	1,25 (6,36)	1,44 (7,42)	1,18 (6,55)	1,25 (7,22)	1,48 (8,03)
MB	-0,05 (-2,44)	-0,045 (-2,39)	-0,05 (-4,44)	-0,05 (-2,92)	-0,05 (-2,56)	-0,05 (-3,11)	-0,05 (-3,00)	-0,05 (-2,56)	-0,05 (-3,24)
DD				-0,98 (-1,26)	-0,86 (-1,22)	-1,34 (-1,98)			
DM				-0,59 (-0,69)	-0,77 (-1,01)	-0,85 (-1,23)			
DF				1,06 (1,36)	0,86 (1,20)	0,43 (0,65)			
TD							-1,2 (-1,7)	-1,12 (-1,67)	-1,45 (-2,31)
TM							0,21 (0,31)	0,01 (0,02)	-0,28 (-0,43)
TA							1,57 (2,1)	1,36 (1,91)	0,96 (1,46)
R ²	0,37	0,43	0,50	0,48	0,53	0,58	0,60	0,61	0,65
S.E.	1,61	1,5	1,5	1,45	1,37	1,36	1,29	1,25	1,23
F	11,40	16,15	20,6	7,99	9,8	11,98	11,97	13,28	16,12
F*				3,69	3,44	3,46	7,65	6,53	6,73
N	38	40	40	38	40	40	38	40	40

Notas: (1) Entre paréntesis figuran los estadísticos t consistentes frente a la heterocedasticidad.
(2) F* es el test significatividad conjunta de las variables ficticias.

3.2. *Análisis de datos de panel*

El impacto que las variables explicativas tienen en la determinación de los gastos en I + D de los distintos sectores industriales se puede estimar si consideramos tanto su variación entre los distintos sectores como la variación intertemporal de las variables. Es decir, se pretende explicar los gastos en I + D entre los sectores, *i*, y en el tiempo *t*, en función de las variables X_{it} .

$$g_{it} = x'_{it} \beta + u_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Si la perturbación aleatoria u_{it} cumple las propiedades convencionales, MCO proporcionará estimadores consistentes y eficientes de los parámetros del modelo idénticos para todos los sectores y períodos considerados. Ahora bien, si existe heterogeneidad en el comportamiento de los sectores, las condiciones generales pueden no cumplirse por lo que la estimación conjunta o de corte transversal no sería adecuada. Por lo tanto, se puede adoptar una formulación de los efectos individuales de modo que la perturbación u_{it} se descompone en dos partes, un componente individual α_i y un componente individual temporal v_{it} . Es decir:

$$u_{it} = \alpha_i + v_{it} \quad (2)$$

El primer componente α_i representa el efecto de aspectos específicos de los sectores que se mantienen constantes en el tiempo y que ejercen cierta influencia en las diferencias relativas sectoriales en cuanto a los gastos realizados en I + D. El segundo componente v_{it} , representa los efectos de variables de carácter temporal que condicionan la actuación de todos los sectores, pero dada la reducida dimensión temporal de la muestra ($T = 3$) no debe ser muy importante.

La estimación de los parámetros β en (1) se puede realizar por el estimador intragrupos en cuyo caso los α_i son tratados como un conjunto de N coeficientes adicionales que se pueden estimar junto con β . Este es el denominado modelo de efectos fijos reflejándose las diferencias estructurales entre sectores en los distintos términos independientes. Alternativamente se puede suponer que los efectos individuales α_i , son una variable aleatoria inobservable independiente de X_{it} y que pasa a formar parte del término de perturbación. La estimación en este caso de los parámetros β se realiza mediante el estimador de MCG y el modelo se denomina de errores compuestos o de efectos aleatorios.

Por otro lado, antes de aplicar MCG, resulta conveniente la especificación de forma explícita de características sectoriales que pueden explicar las diferencias interindustriales en los gastos en I + D. Estos efectos de carácter individual, varían entre los sectores pero no varían en el tiempo. En nuestro caso, los efectos sectoriales que se han mostrado relevantes en el análisis de corte transversal son el grado de oportunidad tecnológica y el margen bruto de beneficios. Este último como indicador del grado de competencia en cada sector, apenas varía a lo largo de los tres años, por lo que se tomó la media temporal sectorial. Por ello, los gastos en I + D realizados por los distintos sectores estarán en función de las variables explicativas X_{it} , que varían en el tiempo, y las Z_i , variables constantes en el tiempo. Es decir:

$$g_{it} = X'_{it} \beta + Z'_i \gamma + \alpha_i + v_{it} \quad (3)$$

Por lo tanto, cuando el componente individual α_i , es una constante fija –modelo de efectos fijos– el modelo está sujeto a multicolinealidad perfecta, por lo que α_i y γ no se pueden estimar separadamente⁽¹³⁾. Al transformar en desviaciones el modelo anterior (3) no sólo eliminamos los efectos fijos α_i , sino también Z_i , por lo que únicamente β se puede estimar directamente. Si los efectos individuales α_i , son aleatorios y no están correlacionados con las variables explicativas se puede obtener una estimación más eficiente utilizando MCG en el modelo

(13) Véase Hsiao (1986) y Hausman y Taylor (1981).

ampliado en el que se han incorporado los efectos sectoriales a través de las variables $Z^{(14)}$.

Las variables explicativas X_{it} son las ventas realizadas en términos reales y expresadas en logaritmos. Estas variables X_{it} varían según la industria a que pertenezcan y el período de tiempo considerado. Respecto a las variables Z , son las variables ficticias representativas del grado de oportunidad tecnológica y el margen bruto de beneficios medio de cada uno de los sectores. Estas variables varían entre los sectores pero se mantienen constantes a lo largo del tiempo. Las estimaciones se realizan al igual que en el subapartado anterior para explicar los gastos totales en $I + D$ y los gastos intramuros.

Los coeficientes estimados en el modelo de efectos fijos (estimador intragrupos) y en el modelo de efectos aleatorios (MCG) se presentan en el cuadro n.º 3. Se confirma que las ventas tienen un impacto positivo, y los errores estándar obtenidos, muestran la significatividad de las mismas en la determinación de los gastos en $I + D$. El margen económico bruto tiene un efecto negativo y significativo y la estimación de los coeficientes de las variables ficticias, representativas de la tecnología, confirma los resultados obtenidos en el análisis de corte transversal. La tecnología media no resulta significativa mientras que la tecnología débil tiene un impacto negativo y la tecnología alta un impacto positivo y en ambos casos significativo.

Las variables ficticias son significativas conjuntamente y se puede observar, que al igual que en el análisis de corte transversal, no existen diferencias notables en los coeficientes estimados para los gastos intramuros y totales, únicamente que la capacidad explicativa es un poco superior cuando son los gastos totales la variable dependiente⁽¹⁵⁾. Para contrastar la independencia de la perturbación aleatoria individual, α_i , que permanece como residuo en la ecuación (3) se aplica el test de Hausman y se comprueba que los valores obtenidos no rechazan la hipótesis nula de independencia en las dos versiones del modelo.

En definitiva, las estimaciones realizadas con datos de panel confirman que los gastos en $I + D$ aumentan con las ventas de los sectores industriales siendo este hecho consistente con las estimaciones de corte transversal. Las diferencias existentes en el poder de mercado, representado por el margen económico bruto, tienen un efecto negativo en los gastos en $I + D$ y las oportunidades tecnológicas son un factor importante para explicar las diferencias interindustriales en las actividades de $I + D$.

Por último, se analiza la proposición empírica derivada del modelo teórico que establece una asociación positiva y lineal entre el esfuerzo innovador –gastos en $I + D$ en relación a las ventas– y el grado de concentración. Además el esfuerzo innovador depende de las características sectoriales relativas a las oportunidades tecnológicas, de modo que cuanto mayores sean éstas mayor será el esfuerzo realizado en actividades de $I + D$.

(14) Cuando se detecta la presencia de efectos individuales de importancia que están relacionados con los regresores del modelo resulta necesario si ello es posible la introducción de forma explícita de estos factores de carácter individual para emplear MCG en el modelo ampliado. Véase en este sentido Rodríguez Romero (1988).

(15) Se consideró también la influencia de la participación de las exportaciones en relación a las ventas, como un indicador del grado de diversificación sectorial, y el tamaño medio de las empresas en cada uno de los sectores como posibles factores explicativos de las diferencias observadas en los gastos de $I + D$. Sin embargo, en ambos casos, los coeficientes estimados no resultaron significativos.

Cuadro 3: ESTIMACIONES CON DATOS DE PANEL
(Variable dependiente: Gastos totales en I + D y gastos intramuros en I + D)

	Gastos totales en I + D		Gastos intramuros en I + D	
	E. intragrupos	MCG	E. intragrupos	MCG
Cte.		-3,60 (-2,12)		-2,76 (-1,51)
Iv	1,61 (6,76)	1,46 (10,50)	1,54 (5,70)	1,36 (9,03)
MB		-0,05 (-3,23)		-0,05 (-3,45)
TA		1,13 (1,84)		1,25 (1,95)
TM		0,23 (0,40)		-0,11 (-0,18)
TD		-1,15 (-2,26)		-1,26 (-2,39)
\bar{R}^2	0,37	0,55	0,30	0,49
S.E.E.	0,52	0,53	0,60	0,61
F (3)		9,05		8,81
N	119	119	118	118
H	0,93		0,84	

Notas:

- (1) Las variables dependientes están expresadas en logaritmos y en términos reales.
- (2) Entre paréntesis figuran los estadísticos t.
- (3) F(3) es el test de significación conjunta de las variables ficticias tecnológicas.
- (4) H es el test de Hausman asintóticamente distribuido como una $\chi^2(1)$ bajo la hipótesis nula de no correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas.

La relación estimada para los sectores industriales ha sido la siguiente

$$le_{it} = \beta_0 + \beta_1 lc4_{it} + \beta_2 TA_i + \beta_3 TM_i + \beta_4 TD_i + u_{it} \quad (4)$$

$i = 1 \dots N \quad t = 1 \dots T$

La variable dependiente, le , representa los gastos realizados en I + D en relación a las ventas, y se considera tanto el esfuerzo total como el esfuerzo intramuros⁽¹⁶⁾. El índice utilizado para el grado de concentración expresado en

(16) Los gastos en I + D están deflactados por el deflactor del PIB y las ventas industriales por los deflactores de los índices de precios industriales correspondientes a cada uno de los sectores.

logaritmos, lc_4 , es la participación en el empleo total de las cuatro empresas más grandes, dado que no se dispuso de la información relevante para obtener la participación respecto a las ventas totales. No obstante, ambas medidas de la concentración, participación de las cuatro empresas más grandes en empleo y en ventas, tienen que presentar un coeficiente de correlación elevado. Las oportunidades tecnológicas sectoriales son captadas por las tres variables ficticias que indican si el sector pertenece al grupo de intensidad tecnológica alta, media, o baja⁽¹⁷⁾.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro n.º 4. El coeficiente estimado para la variable que refleja el grado de concentración no es significativo⁽¹⁸⁾. Además en el caso del esfuerzo total, se observan diferencias notables en los valores obtenidos por los dos métodos de estimación, el estimador intragrupos y el de MCG. Esto puede ser un reflejo de diferencias inobservables entre los sectores que sesgan las estimaciones en niveles⁽¹⁹⁾. Respecto a las variables ficticias representativas de las oportunidades tecnológicas se comprueba que la tecnología alta tiene un efecto positivo y significativo, y que las tres variables son significativas conjuntamente.

En definitiva, las diferencias en el grado de concentración no están asociadas a los existentes en el esfuerzo innovador total e intramuros y éste es mayor en el caso de los sectores con intensidad tecnológica alta. Asimismo, se constata que el poder explicativo del grado de concentración y de las oportunidades tecnológicas en el esfuerzo en I + D realizado por los distintos sectores a lo largo del período considerado es muy modesto.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos efectuado un análisis de los gastos en I + D de la industria española a partir de la información de la Central de Balances del Banco de España referida a los años 1987, 1988 y 1989. Con esta finalidad hemos realizado un análisis econométrico de corte transversal y de datos de panel para contrastar las proposiciones empíricas derivadas del marco teórico desarrollado.

Los resultados obtenidos para el período analizado han confirmado que las variables explicativas más relevantes de los gastos en I + D son el tamaño de mercado y las características sectoriales relativas al grado de oportunidad tecnológica. El margen de beneficios, como indicador del poder de mercado, tiene un efecto negativo. Además, la capacidad explicativa de las variables consideradas es mayor en los gastos totales en I + D que en los gastos intramuros. Dada la reducida duración temporal de la muestra, las estimaciones realizadas han sido de carácter estático. No obstante, la actividad innovadora industrial tiene un carácter fundamentalmente dinámico. Los gastos en I + D acometidos por las empresas para reducir sus costes de producción o introducir nuevos productos no se llevan a cabo de una vez por todas, sino que debe tener un componente de inercia

(17) Las industrias extractivas, energía y agua, excepto petróleo, no están incluidas en la clasificación.

(18) Con la finalidad de comprobar la existencia de no linealidades en la relación funcional entre el grado de concentración y el esfuerzo innovador se introdujo el grado de concentración al cuadrado, pero los resultados no resultaron significativos.

(19) Por otro lado, como indican Arellano y Bover (1990) cuando el panel tiene una variación temporal pequeña, y variación individual grande las estimaciones intragrupos son más imprecisas que las estimaciones en niveles, en cuyo caso no existe suficiente información para controlar características permanentes inobservables.

Cuadro 4 ESTIMACIONES CON DATOS DE PANEL
 (Variable dependiente: Gastos totales en I + D en relación a las ventas (esfuerzo total) y gastos intramuros en relación a las ventas (esfuerzo intramuros))

	Esfuerzo total		Esfuerzo intramuros	
	E. intragrupos	MCG	E.intragrupos	MCG
Cte.		-2,57 (-1,42)		-4,14 (-2,2)
Ic4	1,64 (1,87)	0,36 (0,88)	0,52 (0,51)	0,61 (2,28)
TA		1,47 (1,98)		1,73 (2,28)
TM		0,73 (1,10)		0,46 (0,69)
TD		-0,79 (-1,24)		-0,73 (-1,14)
\bar{R}^2	0,04	0,14	0,03	0,14
S.E.E	0,54	0,55	0,61	0,61
F(3)		6,9		6,56
N	119	119	118	118

Notas:

- (1) Las variables dependientes están expresadas en logaritmos y en términos reales.
- (2) Entre paréntesis figura el estadístico t de Student.
- (3) F(3) es el test de significación conjunta de las variables ficticias tecnológicas.

bastante importante. Es por ello, que los resultados aquí obtenidos son una etapa inicial que debe ser continuada cuando se disponga de un período temporal superior que permita analizar la dinámica de la relación estudiada.

Por otro lado, se ha comprobado que entre el esfuerzo innovador –gastos en I + D como proporción de las ventas– y el grado de concentración no existe una asociación positiva. Los sectores industriales caracterizados por un grado de concentración mayor no son los que realizan un esfuerzo innovador mayor. Las características tecnológicas de cada uno de los sectores si que son relevantes para explicar las diferencias interindustriales en el esfuerzo innovador. La reducida dimensión temporal de la muestra y la imposibilidad de captar determinados efectos individuales, pueden haber originado los resultados obtenidos en la relación entre el esfuerzo innovador y el grado de concentración. No obstante, las características de la industria española en que una parte importante de las actividades en I + D se deben a pagos por transferencias de tecnología o la imitación de innovaciones desarrolladas en otros países explican, en parte, que no exista una asociación positiva entre el esfuerzo innovador y el grado de concentración.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonelli, C. (1989): "A failure-inducement model of research and development expenditure", *Journal of Economic Behavior and Organization*, 12, págs. 159-180.
- Arellano, M. y Bover, O. (1990): "La econometría de datos de Panel", *Investigaciones Económicas* (2.ª Epoca), vol. XIV, n.º 1, págs. 3-45.
- Arrow, K.J. (1962): "Economic welfare and the allocation of resources for invention" en N.B.C.E.R.: *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- Baldwin, W.L. y J.T. Scott (1987): *Market structure and Technological Change*, Harwood Academic Publishers.
- Buesa, M. y Molero, J. (1989): *Innovación Industrial y Dependencia Tecnológica en España*, Eudema.
- Castells, M. et al. (1986): *El Desafío Tecnológico: España y las Nuevas Tecnologías*, Alianza Editorial.
- Caves, R.E.; Porter, M.E.; Spence A.M. y J.T. Scott (1980): *Competition in the Open Economy*, Harvard University Press.
- Cohen, W.M.; Levin, R.C. y Mowery, D.C. (1987): "Firm size and R & D intensity: A re-examination", *Journal of Industrial Economics*, 35, págs. 543-563.
- Cohen, W.M. y Levin R.C. (1989): "Empirical studies of innovation and market structure" en Schmalensee R. y R. Willig: *Handbook of Industrial Organization*, North-Holland.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1989): "Innovation and learning: The two faces of R & D", *Economic Journal*, 99, págs. 569-596.
- Cohen, W.M. y Levinthal, D.A. (1990): "The implications of spillovers for R & D investment and welfare: A new perspective" en A. Link y K. Smith, eds.: *Advances in applied micro-economics*, vol. 5, Greenwich, JAI Press.
- Comanor, W.S. (1967): "Market structure, product differentiation and industrial research", *Quarterly Journal of Economics*, 81, págs. 639-657.
- Dasgupta, P. (1986): "The theory of technological competition" en J. Stiglitz y G.F. Mathewson, eds.: *New Developments in the Analysis of Market Structure*, Macmillan, págs. 519-547.
- Dasgupta, P. y Stiglitz, J. (1980): "Industrial structure and the nature of innovative activity", *Economic Journal*, 90, págs. 266-93.
- Gilbert, R.J. y Newbery, D. (1982): "Preemptive patenting and the persistence of monopoly", *American Economic Review*, 72, págs. 514-526.
- Grabowski, H.G. (1968): "The determinants of industrial research and development: A study of the chemical, drug and petroleum industries", *Journal of Political Economy*, 76, págs. 292-306.
- Hausman J.A. y Taylor, W.E. (1981): "Panel data and unobservable individual effects", *Econometrica*, 49, págs. 1377-1398.
- Hsiao, C. (1986): *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press.
- Jaffe, A.B. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R & D", *American Economic Review*, 76, págs. 984-1001.
- Kamien, M.I. y Schwartz, N.L. (1970): "Market structure, elasticity of demand, and incentive to invent", *Journal of Law and Economics*, 13, págs. 241-252.
- Kamien, M.I. y Schwartz, N. L. (1975): "Market structure an innovative activity: A survey", *Journal of Economic Literature*, 13, págs. 1-37.
- Kamien, M.I. y Schwartz, N.L. (1982): *Market Structure and Innovation*, Cambridge: Cambridge U.P.
- Lafuente, A.; Salas, V. y Yagüe, M.ª J. (1985): *Productividad, Capital Tecnológico e Investigación en la Economía Española*, Ministerio de Industria y Energía.
- Levin, R.C. y P.C. Reiss (1984): "Test of a Schumpeterian Model of R. & D. and Market Structure" en Z. Griliches, ed., : *R & D, Patents, and Productivity*, National Bureau of Economic Research, University of Chicago Press.

- Levin, R., C.; Cohen, W.M. y Mowery, D.C. (1985): "R & D appropriability, opportunity, and market structure: New evidence on some Schumpeterian hypotheses", *American Economic Review, Papers & Proceedings*, 75, págs. 20-24.
- Levin, R., C.; Klevorik, A.K., Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1987): "Apropriating the returns from industrial R & D", *Brookings Papers on Economic Activity*, págs. 783-820.
- Link, A.N. (1982): "An analysis of the composition of R & D spending", *Southern Economic Journal*, 49, págs. 343-49.
- Lunn, J. y Martin, S. (1986): "Market structure, firm structure and research and development", *Quarterly Review of Economics and Business*, 26, págs. 31-44.
- Mansfield, E. (1981): "Composition of R and D expenditures: Relationship to size, concentration, and innovation output", *Review of Economics and Statistics*, 62, págs. 610-614.
- Martín, C. y Romero, L.R. (1988): "Las vías de acceso al cambio técnico" en J.L. García Delgado (dir.): *España Economía*, Espasa-Calpe.
- Nelson, R.R. y Winter, S.G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Reinganum, J. (1983): "Uncertain innovation and the persistence of monopoly", *American Economic Review*, 73, págs. 741-748.
- Rodríguez Romero, L. (1988): "Efectos individuales en la estimación de elasticidades de sustitución: Grandes empresas industriales españolas 1979-81" *Revista Española de Economía*, 5, págs. 3-21.
- Sánchez, P. (1984): *La Dependencia Tecnológica en España: Contratos de Transferencia de Tecnología entre España y el Exterior*, Ministerio de Economía y Hacienda.
- Scherer, F.M. (1965): "Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions", *American Economic Review*, 55, págs. 1097-1125.
- Scherer, F.M. (1967): "Market structure and the employment of scientists and engineers", *American Economic Review*, 57, págs. 524-531.
- Scherer, F.M. (1982): "Demand-pull and technological innovation: Schmookler revisited", *Journal of Industrial Economics*, 30, págs. 225-237.
- Scherer, F.M. (1984): *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, Cambridge, MIT Press.
- Scherer, F.M. y Ross, D. (1990): *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Houghton Mifflin Company, 3.^a ed.
- Schmookler, J. (1962): "Economic sources of inventory activity", *Journal of Economic History*, 22, págs. 1-10.
- Schmookler, J. (1966): *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Schumpeter, J.A. (1968): *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Aguilar.
- Scott, F.T. (1984): "Firm versus industry variability in R & D intensity" en Z. Griliches, ed: *R & D, Patents and Productivity*, Chicago, U. of Chicago Press, N.B.E.R.
- Switzer, L. (1984): "The determinants of industrial R & D", *Review of Economics and Statistics*, 66, págs. 163-68.

Fecha de recepción del original: Noviembre, 1993
 Versión final: Abril, 1993

ABSTRACT

This paper analyzes the determinant factors of R & D expenditures in the industrial sectors of the Spanish economy during the period 1987-1989. The cross-sections and panel data estimations show that the size of the market and the technological opportunities are the main variables that explain the interindustrial differences on the R & D activities.

Keywords: R & D expenditures. Innovation effort.