

La innovación y el crecimiento de la productividad en España¹

El objetivo de este trabajo es analizar la evolución de la productividad de las empresas manufactureras españolas y estudiar algunos determinantes de su crecimiento durante el periodo comprendido entre 1990 y 2002. Como factores explicativos se proponen los asociados con cuestiones organizativas y de entorno competitivo de las empresas, y se presta una especial atención al impacto que tienen las decisiones tecnológicas tomadas sobre los resultados. La desaceleración del crecimiento de la productividad de los últimos años del periodo analizado se correlaciona por una parte, con la reducción en la proporción de empresas con inversiones en actividades tecnológicas y, por otra, con el descenso en la habilidad de las empresas para traducir sus inversiones en innovaciones de producto y, especialmente, de proceso.

1990etik eta 2002ra arteko aldiari, Espainiako manufaktura-industrien produktibitateak izandako bilakaera eta horien hazkundearen zenbait alderdi erabakigarri ditu aztergai lan honek. Azalpen-faktore gisa, enpresen antolamenduari eta ingurune lehiakorri buruzkoak proposatzen dira, eta arreta berezia jartzen zaio faktore horiek emaitzetan duten eraginari eta hartutako erabaki teknologikoei. Aztertutako aldiko azken urteetan produktibitateak izandako moteltzea, alde batetik, jarduera teknologikoetan inbertitzen duten enpresak murriztearekin eta, bestetik, euren inbertsioak produktuaren eta, batez ere, prozesuaren berrikuntzan islatzeko gaitasunik ezagatik enpresen eraginkortasuna jaistearekin lotzen da.

The aim of this article is to analyse the productivity evolution of Spanish manufacturing firms and to study some determinants of its growth during the period from 1990 to 2002. We propose as explanatory factors the ones related to organisational aspects and to the competitive environment of the enterprises, and a special concern is given to the impact that firms' technologic decisions have on their results. Likewise those results permit to associate the deceleration of firms' productivity growth during the last years of the period with two elements: on the one hand, the reduction of the proportion of firms with investments in technological activities and, on the other hand, the decrease of firms' effectiveness to convert their investments into product and, especially, process innovations.

¹ Agradecemos a la Fundación Ramón Areces la financiación recibida para la realización de este trabajo que se enmarca en un proyecto más amplio, dirigido por el profesor Julio Segura, dedicado al estudio de la productividad española en la última década.

ÍNDICE

1. Introducción
 2. El crecimiento de la productividad
 3. Factores determinantes del crecimiento de la productividad
 4. Conclusiones
- Apéndice 1: Definición de variables
Referencias bibliográficas

Palabras clave: crecimiento de productividad, generación de innovaciones, política tecnológica

N.º de clasificación JEL: D24

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la productividad y de los factores que determinan su crecimiento es un tema clásico en la Economía Industrial. Existe un numeroso conjunto de trabajos empíricos internacionales que abordan estas cuestiones desde muy diferentes enfoques. Para el caso español, los primeros estudios sobre productividad se refieren al agregado económico o a grandes sectores de actividad. El número de trabajos empíricos con información de empresas, si bien ha crecido en los últimos años, es mucho más reducido, en parte debido a la aparición tardía de bases de datos accesibles con ese nivel de desagregación.

El objetivo de este estudio es analizar la evolución de la productividad de las empresas manufactureras españolas y

apuntar algunos determinantes de su crecimiento en el periodo comprendido entre 1990 y 2002 a partir de los datos de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales. El estudio consta de dos partes. En la primera parte se describe de forma detallada la evolución de la productividad durante la década de los noventa, resumiendo los patrones sectoriales, temporales y por tamaño de las empresas observados en los datos. Para ello, se utiliza una medida de productividad parcial (la productividad del trabajador) y una de productividad global de los factores.

En la segunda parte se completa la descripción previa con el análisis de algunos factores determinantes del crecimiento de la productividad de las empresas durante este periodo. Los factores explicativos a considerar se agrupan en tres categorías:

tecnológicos (tales como el nivel educativo de los trabajadores de la empresa o su intensidad inversora), organizativos (por ejemplo el tipo de propiedad de la empresa o el grado de subcontratación de los servicios no directamente relacionados con la actividad productiva) y de entorno (tales como el grado de dinamismo o el grado de concentración en el mercado en el que opera la empresa).

En particular, se estudia con detalle el impacto de las actividades tecnológicas desarrolladas por las empresas sobre el crecimiento de su productividad. Desde Griliches (1979), la forma habitual de abordar este análisis en los trabajos empíricos consiste en la construcción de un stock de conocimiento a partir de los datos sobre gastos en I+D de las empresas, captando el impacto de las actividades tecnológicas mediante la introducción de este stock de capital tecnológico como un factor adicional de la función de producción de las empresas. Sin embargo, esta metodología resume de forma simplificada dos fenómenos diferentes y complejos: la generación de innovaciones a partir de las actividades tecnológicas, y la incorporación de estas innovaciones al proceso productivo. En este sentido, trabajos recientes analizan separadamente cada uno de estos fenómenos. Crepon, Duguet y Mairesse (1998) introducen un modelo multi-ecuacional que explica la productividad por la innovación y la innovación por el esfuerzo inversor, y Huergo y Jaumandreu (2004) analizan directamente el impacto de las innovaciones de proceso sobre el crecimiento de la productividad, controlando al mismo tiempo el efecto de la edad de la empresa.

En esta línea, en la tercera sección de este trabajo se pretende, por una parte,

contribuir al conocimiento del proceso generador de las innovaciones que tienen lugar en la industria manufacturera española y, por otra, medir su impacto sobre el crecimiento de las empresas. Para ello, se estima un modelo multi-ecuacional, al estilo del propuesto por Crepon, Duguet y Mairesse (1998), que recoge la secuencia de decisiones de la empresa y las distintas partes de los fenómenos considerados. La primera ecuación describe la decisión de participación de las empresas en las actividades tecnológicas. La segunda se refiere a la intensidad de los *inputs* tecnológicos (medida básicamente por la intensidad del gasto en I+D). La tercera aborda la generación de innovaciones a partir de los factores tecnológicos, tanto internos como externos, y finalmente la cuarta ecuación trata de recoger el impacto de las innovaciones exitosas sobre el crecimiento de la empresa medido por el residuo de Solow.

Por último, en la cuarta sección se resumen las principales conclusiones.

2. EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

En este apartado se analiza la evolución de la productividad de las empresas manufactureras españolas durante la década de los noventa a partir de dos indicadores: la productividad del trabajo y la productividad total de los factores.

La fuente estadística empleada en esta sección es la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE). Esta encuesta fue creada en 1990, tiene periodicidad anual, y está diseñada para ser representativa

de la población de empresas por cruces de estratos constituidos por sectores de actividad y tramos de tamaño². En la selección muestral inicial se distinguieron dos subpoblaciones: la formada por empresas entre 10 y 200 trabajadores, donde la selección se realizó mediante un muestreo aleatorio, y la formada por empresas de más de 200 trabajadores, entre las que la selección fue exhaustiva, es decir, se requirió la colaboración de todas³. Anualmente, el número de empresas encuestadas oscila en torno a las 2000. Los datos utilizados en este trabajo corresponden a un panel incompleto de empresas para el periodo comprendido entre el año 1990 y el 2002, último año disponible de la ESEE.

En el gráfico n.º 1 se recoge la evolución de la producción real de bienes y servicios y del empleo proporcionados por la ESEE, diferenciando el comportamiento por empresas de 200 y menos trabajadores y de más de 200 trabajadores. Como puede apreciarse en dicho gráfico, en el año 1991 se inicia una reducción en las tasas de crecimiento que alcanzan su mínimo en el año 1993. La causa de esta contracción es el debilitamiento de la demanda interna ya que el crecimiento de las exportaciones suaviza la intensidad de la crisis.

El año 1994 marca el inicio de la recuperación produciéndose altas tasas de crecimiento hasta el año 1998 con una ligera desaceleración en el año 1996.

Esta fase expansiva se apoya tanto en el crecimiento de la demanda doméstica como en las exportaciones. La ralentización del año 1996 se explica, en parte, por la caída de las exportaciones, ya que éstas han jugado un importante papel en la evolución de las ventas de las empresas a lo largo de la década. En el año 1999 se inicia una desaceleración en las tasas de crecimiento de la producción industrial. La evolución en estos años está marcada por la crisis de la economía americana que se traslada a la Unión Europea y, en especial, a Francia y Alemania, países principales destinatarios de nuestras exportaciones.

Paralelamente, el empleo se reduce fuertemente durante la crisis de los primeros años de la década y, en particular, en el año 1993. Las empresas de 200 y menos empleados inician una etapa de recuperación de los puestos de trabajo a partir de 1995. Sin embargo, hasta el año 1998, las empresas grandes presentan una reducción neta de empleo. La desaceleración de la actividad industrial que tiene lugar desde finales del año 2000 propicia una caída en las tasas de crecimiento de los puestos de trabajo en ambos grupos de empresas.

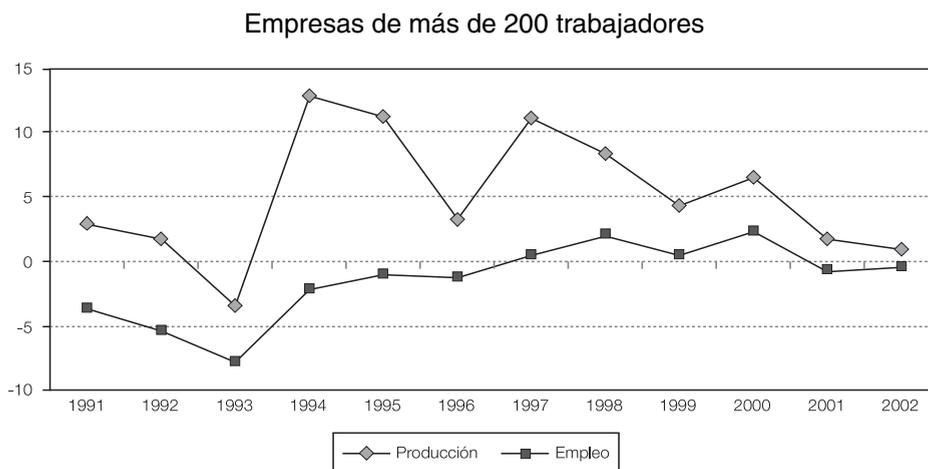
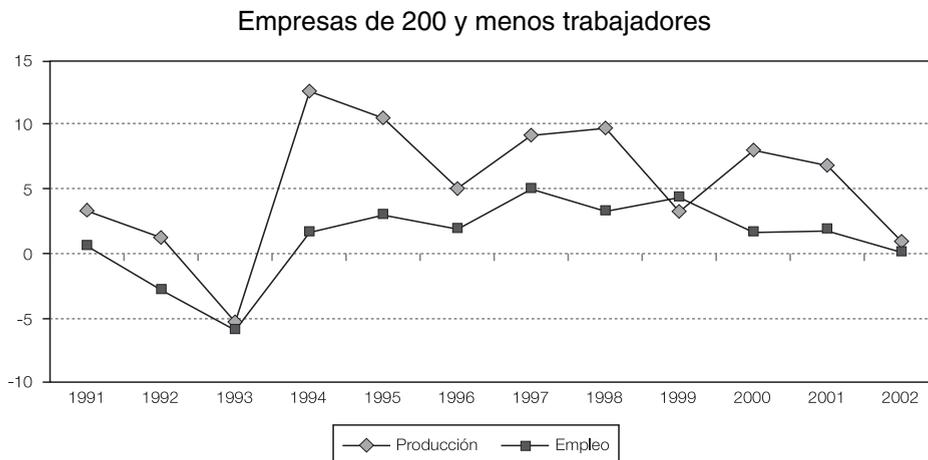
En este contexto, a continuación se analiza la evolución de la productividad por trabajador. Como medida de producción se ha utilizado la producción real de bienes y servicios, y el empleo se ha aproximado por el personal total medio. Al ser una medida de productividad parcial, su evolución recoge no sólo la evolución de la eficiencia del trabajo sino la del resto de factores productivos (capital, consumos intermedios) así como las ganancias de eficiencia consecuencia del progreso técnico.

² La representatividad quedó referida a las empresas con 10 y más trabajadores cuya actividad principal estaba incluida en alguno de los grupos 22,24,25 y en las divisiones 3 y 4 de la CNAE-74.

³ Los intervalos de empleo utilizados fueron 10-20, 21-50, 51-100 y 101-200 trabajadores.

Gráfico n.º 1

Producción y empleo
(Tasas de crecimiento)



Fuente: ESEE y elaboración propia.

Para analizar si las diferencias de productividad entre las empresas siguen determinados patrones sectoriales, de tamaño o temporales se utiliza la misma

metodología propuesta en Fariñas *et al.* (1999). En concreto, se ha realizado una estimación de la productividad por trabajador con los datos individuales de em-

Gráfico n.º 2
Productividad por trabajador
 (Tasas de variación)



Fuente: ESEE y elaboración propia.

presas en la que se incluyen varios conjuntos de variables artificiales: sectoriales, de tamaño, de tiempo y de movilidad empresarial⁴. En concreto, se utilizan 20 ramas de actividad, 6 tramos de tamaño definidos a partir del personal ocupado de la empresa⁵ y 11 años.

Con esta metodología se obtiene un crecimiento medio de la productividad por trabajador en el periodo 1990-2002 del 6,2%. Sin embargo, este crecimiento esconde un comportamiento diferenciado a lo largo del periodo. Como puede apreciarse en el gráfico n.º 2, la productividad presenta un comportamiento claramente procíclico.

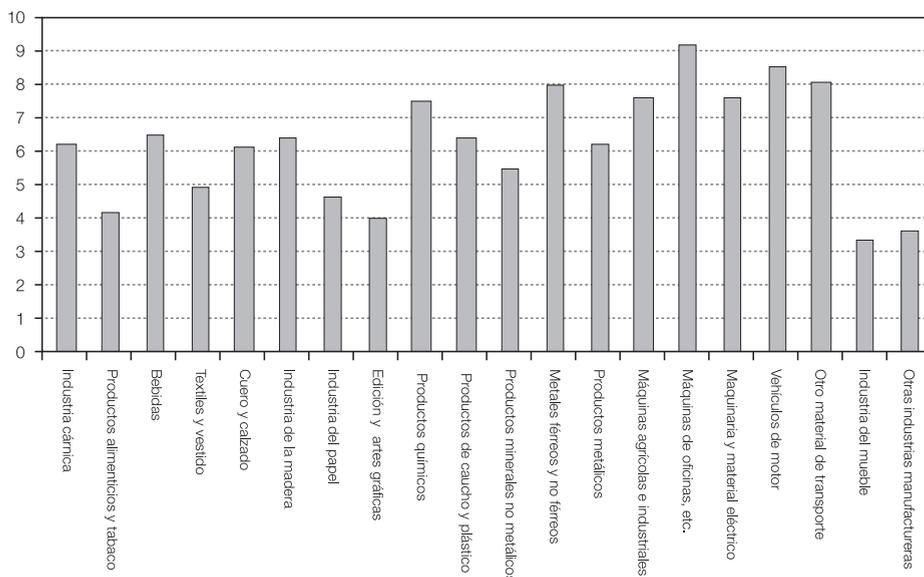
El ritmo de crecimiento de la productividad se reduce a principios de la década alcanzando su mínimo en 1993. Si bien la producción real se reduce en este año, la caída del empleo fue superior lo que permitió tasas positivas de crecimiento de la productividad. En los años 1994 y 1995, coincidiendo con la salida de la crisis, se producen los mayores crecimientos de la productividad de todo el periodo. En la segunda parte de la década, el ritmo de crecimiento de la productividad se reduce, en especial en 1996, 1999 y 2002, años que coinciden con una fuerte desaceleración del crecimiento de la producción real y en menor medida del empleo.

En el gráfico n.º 3 se presenta el crecimiento medio a lo largo de la década de los noventa para las 20 ramas de actividad consideradas. Como puede apre-

⁴ La movilidad empresarial trata de recoger si la empresa ha sufrido procesos de absorción o escisión y si ha nacido o muerto a lo largo del periodo.

⁵ Los tamaños utilizados son: menos de 20 empleados, de 21 a 50, de 51 a 100, de 101 a 200, de 201 a 500 y más de 500.

Gráfico n.º 3
Productividad del trabajo por sectores
 (Tasas de variación medias entre 1990 y 2002)



Fuente: ESEE y elaboración propia.

ciarse, el crecimiento de la productividad por trabajador difiere por ramas de actividad. Las variables artificiales de sector son significativas de forma conjunta y la desviación estándar del crecimiento entre sectores es de 1,4 puntos porcentuales.

Los sectores con un crecimiento de la productividad superior a la media a lo largo del periodo son: Máquinas de oficinas y proceso de datos, Vehículos de motor, Otro material de transporte, Metales féreos y no féreos, Máquinas agrícolas e industriales, Maquinaria y material eléctrico y Productos químicos. Por su parte, las empresas de los sectores de Productos ali-

menticios y tabaco, Edición y artes gráficas e Industrias del mueble han experimentado en la década de los noventa unas tasas de crecimiento muy inferiores a la media industrial.

Con respecto a las variables de movilidad empresarial, las estimaciones realizadas también ponen de manifiesto que las empresas que inician su actividad o que experimentan procesos de fusión presentan un crecimiento de la productividad superior a la media. Por su parte, las empresas que abandonan la actividad a lo largo del periodo presentan el comportamiento opuesto. Estos resultados es-

tán en consonancia con las predicciones de los modelos teóricos de dinámica empresarial, tales como el de Jovanovic (1982). En concreto, de este modelo se deriva que las empresas aprenden con la experiencia acerca de sus niveles de eficiencia. A lo largo del tiempo, las empresas más eficientes crecen y sobreviven mientras que las más ineficientes eligen salir del mercado.

La evolución de la productividad por trabajador al no considerar las variaciones producidas en el resto de los factores productivos, recoge tanto el progreso técnico como las sustituciones entre *inputs* que se hayan producido a lo largo de la década. Con el objeto de cuantificar el progreso técnico, siguiendo la tradición de la Economía Industrial, en el resto del apartado se analiza la evolución de la productividad total de los factores utilizando el conocido residuo de Solow. La descomposición de Solow (1957) presupone por una parte, la existencia de una función de producción en la que los factores tradicionales (capital, trabajo y consumos intermedios) presentan rendimientos constantes a escala, y por otra, un comportamiento perfectamente competitivo de las empresas en los mercados en los que operan. En este contexto, la productividad global de los factores (entendida como la parte de crecimiento de la producción no explicada por el crecimiento de los *inputs*) se obtiene como un residuo y suele interpretarse en términos de una tasa exógena de progreso técnico.⁶

En este caso en la estimación se han incorporado además de las variables arti-

ficiales de sector, tamaño, tiempo y movilidad empresarial, dos variables que tratan de controlar el sesgo que se produce en el cálculo del residuo de Solow si los supuestos que se establecen para su cálculo no se cumplen. En concreto, se ha introducido la variación ponderada de los factores productivos para controlar la existencia o no de rendimientos constantes a escala, y la tasa de variación de la utilización de la capacidad productiva para controlar la existencia de factores cuasi-fijos en el corto plazo.

El crecimiento medio de la productividad total de los factores en la década de los noventa es del 1,7%, crecimiento muy inferior al de la productividad media del trabajo. Este resultado implica una sustitución en este periodo del *input* trabajo por los otros dos factores productivos, capital y consumos intermedios.

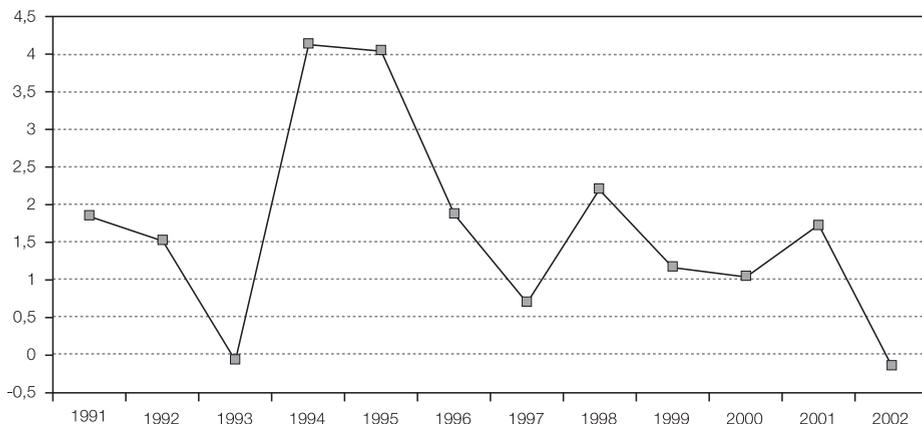
Esta variación media esconde, sin embargo, comportamientos diferentes a lo largo del ciclo. Como puede apreciarse en el gráfico n.º 4, al igual que ocurre con la medida de productividad parcial, la productividad global presenta un carácter procíclico. El crecimiento es negativo en el año 1993, cuando el ciclo económico alcanza su mínimo y presenta las mayores tasas de crecimiento en los años de fuerte recuperación de la actividad económica, 1994 y 1995. La segunda parte de la década de los noventa se caracteriza por un ritmo de crecimiento leve en torno al 1,5%, con desaceleraciones especialmente intensas en los años 1997 y 2002, en el que se aprecia una caída de la productividad total de los factores.

Aunque la mayoría de los sectores presentan un crecimiento medio de la productividad global similar al del conjunto

⁶ Véase una explicación más detallada de los problemas de medición asociados al residuo de Solow en Huergo y Moreno (2005).

Gráfico n.º 4

Productividad total de los factores



Fuente: ESEE y elaboración propia.

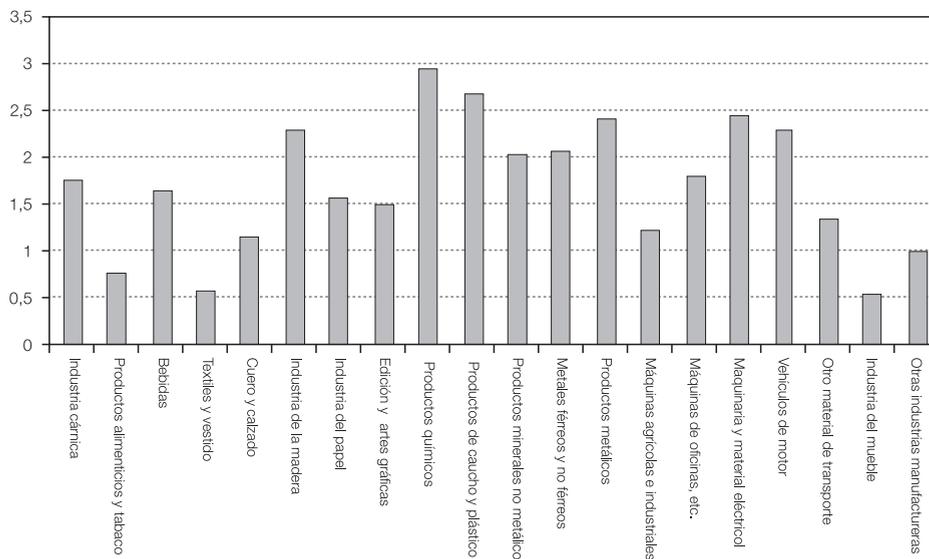
de las empresas, existen algunas ramas de actividad que presentan diferencias significativas relevantes (véase gráfico n.º 5). En este sentido, los efectos sector son significativos de forma conjunta siendo la desviación estándar del crecimiento de 0,7. Existen dos sectores en los que la productividad global crece un punto por encima de la media: Productos químicos y Productos de caucho y plástico. Adicionalmente, Productos metálicos y Maquinaria y material eléctrico presentan un crecimiento de la productividad total cercano al 2,5%. En el caso opuesto se encuentran Productos alimenticios y tabaco, Textiles y vestido y la Industria del mueble que prácticamente no han experimentado progreso técnico en este periodo. Al igual que sucedía con la productividad parcial, tampoco se observan diferencias

significativas en el crecimiento de la productividad total de los factores entre las empresas de diferente tamaño.

3. FACTORES DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

El análisis de la evolución de la productividad analizada en el apartado anterior pone de manifiesto una fuerte desaceleración en el crecimiento de la productividad en la segunda década de los noventa, especialmente intensa por lo que se refiere a la productividad total de los factores. Este apartado tiene como objeto apuntar algunos factores determinantes de esta evolución que puedan ayudar a explicar este comportamiento.

Gráfico n.º 5

Productividad total de los factores por sectores

Fuente: ESEE y elaboración propia.

Se utilizan dos enfoques complementarios. En primer lugar, se lleva a cabo una estimación ampliada respecto a la del apartado anterior donde, además de controlar la heterogeneidad empresarial por variables artificiales de sector, tamaño y tiempo, se incluyen algunos factores determinantes derivados de las predicciones de los modelos de Economía Industrial. Este enfoque, por tanto, puede entenderse como intermedio entre la mera descripción de los datos y la evaluación directa de un modelo teórico.

En segundo lugar, se estudia de forma detallada el vínculo entre las actividades tecnológicas de las empresas y el creci-

miento de su productividad total. Para ello se estima un modelo multi-ecuacional que tiene presente la secuencia en la toma de decisiones de las empresas: la decisión de realizar o no I+D, la intensidad en el gasto de I+D, la obtención o no de innovaciones y el impacto de las mismas en la productividad.

3.1. Una primera aproximación

En el cuadro n.º 1 se presenta una estimación donde, además de controlar por las variables artificiales de tamaño, sector y año, se incorporan un conjunto de fac-

tores explicativos de la evolución de la productividad. Dichos factores se han agrupado en elementos correctores por el incumplimiento de los supuestos en el cálculo del residuo de Solow, factores tecnológicos y de entorno de mercado donde operan las empresas.

Por lo que se refiere a los elementos correctores, cabe destacar que la variación ponderada de los factores productivos resulta altamente significativa y negativa, lo que indica que las empresas operan bajo rendimientos decrecientes a escala. Adicionalmente, la variación en la utilización de la capacidad productiva presenta el signo esperado con una elevada significatividad.

Para captar las condiciones del entorno en el que operan las empresas se han introducido dos variables artificiales que ordenan a las empresas según perciben que operan en mercados expansivos o recesivos. Los coeficientes de estas variables presentan el signo correcto y son estadísti-

camente significativos. Las empresas que actúan en mercados recesivos presentan un crecimiento de la productividad total entorno a 3 puntos porcentuales inferior a la media. Por su parte, las empresas que venden sus productos en mercados expansivos presentan un crecimiento de la productividad global casi 2 puntos superior a la media.

De los posibles factores tecnológicos que pueden considerarse, en la estimación presentada en el cuadro n.º 1 se introduce como determinante del crecimiento de la productividad la obtención de innovaciones de proceso por parte de las empresas durante el periodo. Como puede apreciarse, las empresas que logran innovaciones de proceso presentan un crecimiento de la productividad medio punto superior a la media. Se han realizado regresiones complementarias utilizando alternativamente como indicadores tecnológicos los gastos de I+D por ocupado o

Cuadro n.º 1

Determinantes del crecimiento de la productividad total
(Estimación MCO)

Determinantes	Coeficientes (t-ratio)	
Innovación de proceso	0,50	(2,0)
Variación ponderada de los factores productivos	-0,22	(-37,4)
Variación en la utilización de la capacidad	0,07	(10,8)
Evolución expansiva de los mercados	1,71	(6,3)
Evolución recesiva de los mercados	-2,94	(-9,0)

Número de observaciones: 14.364

Nota: La regresión incluye además de los factores determinantes, 20 variables artificiales de sector, 5 de tamaño, 11 de años y 4 de movilidad empresarial.

el esfuerzo tecnológico, resultando ambos no significativos. Todo ello indica la necesidad de realizar un análisis más detallado de esta cuestión.

3.2. El impacto de las actividades tecnológicas

En este apartado se profundiza en el análisis del impacto de las actividades tecnológicas desarrolladas por las empresas sobre el crecimiento de su productividad. Con independencia de la metodología empleada para el análisis (construcción de un stock de capital tecnológico, utilización de indicadores directos de la obtención de innovaciones, etc.), la mayoría de los trabajos existentes sobre la industria española coinciden en señalar la realización de actividades tecnológicas como un determinante fundamental del crecimiento empresarial⁷. Sin embargo, son escasos los trabajos que estudian detalladamente los vínculos entre el gasto en I+D, la obtención de innovaciones y el crecimiento de la productividad con datos de empresas. Un análisis de este tipo permitiría saber si la desaceleración en el crecimiento de la productividad recogida en la sección previa se debe a que las empresas españolas invierten poco en I+D, o a que no son capaces de explotar suficientemente bien sus innovaciones.

Para ello, se emplea un modelo que constituye una adaptación del empleado por Crepon, Duguet y Mairesse (1998), que recoge la secuencia de decisiones de la empresa y las distintas partes de los fenómenos considerados mediante la

estimación de un sistema de ecuaciones. La primera ecuación describe la decisión de participación de las empresas en las actividades tecnológicas. La segunda se refiere a la intensidad de los *inputs* tecnológicos (medida básicamente por la intensidad del gasto en I+D). La tercera aborda la generación de innovaciones a partir de los factores tecnológicos, tanto internos como externos, y finalmente la cuarta ecuación trata de recoger el impacto de las innovaciones sobre el crecimiento de la empresa.

La intensidad en I+D

A diferencia de Crepon, Duguet y Mairesse (1998), que circunscriben su análisis a las empresas innovadoras, en este trabajo se tiene en cuenta el conjunto total de empresas. Esto se debe a que consideramos que todas las empresas de alguna manera realizan cierto esfuerzo innovador. Así, por ejemplo, cabe pensar que los empleados pasan parte del día reflexionando sobre cómo conseguir mejoras de eficiencia en el proceso productivo en el que están trabajando. Sin embargo, por debajo de cierto umbral la empresa no será capaz de recoger información explícita sobre este esfuerzo y, por tanto, no dará parte de él.

Aunque la ESEE no ha sido específicamente diseñada para analizar actividades tecnológicas, incluye un conjunto de variables relevantes sobre este área y tiene la ventaja de recabar información tanto sobre empresas que afirman realizar este tipo de actividades como sobre empresas que no lo hacen. Esto es especialmente adecuado en este caso, dado que, tal como se acaba de explicar, creemos que todas las empresas ejercen cierto esfuerzo innovador, aun-

⁷ Véase la revisión de la literatura empírica realizada en Huero y Moreno (2005).

que no todas lo reflejan en su contestación a la encuesta. Por ello estimamos simultáneamente mediante un modelo Tobit dos ecuaciones: la ecuación que explica la decisión de invertir y la ecuación que refleja la intensidad de esa inversión⁸. Como medida de intensidad inversora en I+D se utiliza el gasto total en I+D por ocupado (en logaritmos), entendiendo que una empresa decide participar en actividades tecnológicas si sus gastos son positivos. A partir de los modelos teóricos (Arvanities y Hollenstein 1994, Klepper 1996,...) las variables explicativas a incluir tanto en la ecuación de participación como en la de intensidad se relacionan básicamente con el entorno tecnológico, las condiciones de la demanda y el mercado, la capacidad para apropiarse de los beneficios de las inversiones tecnológicas⁹, las restricciones financieras y el tamaño (para captar la existencia de economías de escala en I+D).

En esta línea, para captar las condiciones del entorno y la demanda se han introducido como variables explicativas un indicador del carácter exportador de la empresa y dos variables dicotómicas que denotan si respectivamente la evolución percibida en los mercados por la empresa ha sido expansiva o recesiva.

Siguiendo la tradición schumpeteriana, para reflejar el grado de competencia en el mercado se incluye el número de competidores de la empresa¹⁰. Un efecto negativo de esta variable sobre la decisión

de participar sería coherente con la hipótesis de que, en mercados más competitivos, las empresas tienen menor capacidad para apropiarse de los resultados de sus inversiones, y por tanto menores incentivos para llevarlas a cabo. Para reflejar las condiciones de apropiabilidad también se introduce la proporción de ingenieros y licenciados de la empresa. Cabe suponer que aquellas empresas con un personal más cualificado tengan mayor capacidad de asimilar el nuevo conocimiento, ya sea éste desarrollado internamente o externo.

Con respecto a las restricciones financieras, se utiliza una variable de categoría que indica si la empresa ha obtenido financiación pública durante el año. La evidencia internacional sobre la influencia de las restricciones financieras sobre el esfuerzo inversor es mixta. En el caso de la economía española, trabajos previos ponen de manifiesto que, al margen del tamaño de la empresa, el esfuerzo inversor en el año 2000 fue superior en las empresas que lograron financiación pública que en las que la solicitaron sin éxito, y mayor en estas últimas que en las empresas que ni siquiera la buscaron (Huergo, 2002).

Junto a las variables mencionadas, también se incorporan en la estimación indicadores que tratan de captar diferencias en el comportamiento inversor de las empresas de acuerdo a su tiempo de permanencia en el mercado. La evidencia nacional e internacional sugiere que las empresas entrantes suelen encontrarse entre las más innovadoras y que la tasa de crecimiento posterior a la entrada depende de su comportamiento innovador, estando la probabilidad de supervivencia ligada a la existencia de oportuni-

⁸ Véase una descripción más detallada del modelo en Griffith et al (2004).

⁹ Véase en Cohen y Levin (1989) una discusión sobre el efecto de las oportunidades tecnológicas, las condiciones de apropiabilidad y el comportamiento de la demanda sobre las actividades de I+D.

¹⁰ El índice de concentración CR4 también está disponible en la ESEE, pero con una tasa de respuesta muy inferior.

dades tecnológicas¹¹. En esta línea, se introducen como variables explicativas la antigüedad de la empresa y dos variables dicotómicas que indican si la empresa ha entrado o salido en el mercado durante el periodo. Completan el conjunto de indicadores sobre movimiento empresarial dos variables ficticias que reflejan si la empresa ha estado sometida a procesos de fusión o escisión.

Finalmente, se incluyen como variables explicativas en ambas ecuaciones los conjuntos (ya mencionados en la sección anterior) de variables artificiales de tamaño, sector y año, y dos factores relacionados con aspectos organizativos de las empresas: la pertenencia o no a una sociedad y su grado de subcontratación de los servicios.

El cuadro n.º 2 muestra los resultados de estimar el modelo Tobit reflejado en las ecuaciones de selección y de intensidad. La primera columna recoge los coeficientes del probit correspondiente a la decisión de invertir o no en I+D, mientras que la segunda columna refleja la ecuación para la intensidad de I+D, que ha sido estimada por máxima verosimilitud teniendo en cuenta el término de selección. Inicialmente se consideró el mismo conjunto de variables explicativas para ambas ecuaciones, pero finalmente se han incluido en la especificación sólo aquellas variables que resultaron estadísticamente significativas. La significatividad del término de correlación entre los residuos de ambas ecuaciones refleja la necesidad de estimar un modelo de selección para la intensidad observada.

Por lo que se refiere a la primera columna se observa que, con excepción del número de competidores, todas las variables incrementan la probabilidad de invertir en I+D. El número de competidores presenta un coeficiente negativo, lo que es coherente con la hipótesis schumpeteriana según la cual las empresas con mayor poder de mercado tienen más incentivos para invertir en I+D, al disponer de una mayor capacidad para apropiarse de los resultados de sus inversiones tecnológicas. No obstante, como puede verse en la segunda columna, una vez tomada la decisión de invertir, la rivalidad de las empresas parece estimular la intensidad con que se realizan las actividades de I+D, lo que sugeriría la necesidad de innovar para sobrevivir en entornos más competitivos. La proporción de ingenieros y licenciados, la pertenencia a una sociedad y la obtención de financiación pública también afectan positivamente a la intensidad, mientras que el carácter exportador de la empresa y el grado de subcontratación de servicios muestran un signo contrario. En particular, el efecto opuesto del carácter exportador de las empresas sobre la intensidad inversora respecto a la decisión de invertir confirma la evidencia empírica previa para España (Merino y Moreno, 1996).

Un hecho significativo de las estimaciones se relaciona con las variables de control. El tamaño de las empresas está asociado positivamente con la decisión de realizar I+D, pero negativamente con la intensidad. Ello es consistente con la hipótesis de que las empresas más grandes presentan ventajas para aprovechar las economías de escala y alcance en las actividades tecnológicas, pero también con la idea de que dichas empresas exhiben superioridades en el acceso a la fi-

¹¹ Véase por ejemplo Audretsch (1995) y, para la industria española, Huergo y Jamandreu (2004)

Cuadro n.º 2

Determinantes de la intensidad inversora

Determinantes	Realizan I+D		Intensidad en I+D	
	Coef.	Test-z	Coef.	Test-z
Empresa exportadora	0,493	14,94	-0,330	-4,44
Proporción de ingenieros y licenciados	0,023	2,98	0,015	2,79
Grado de subcontratación de los servicios	0,003	2,96	-0,005	-2,37
Número de competidores	-0,098	-8,00	0,089	3,63
Antigüedad de la empresa	0,002	3,24		
Evolución expansiva de los mercados	0,122	5,01		
Evolución recesiva de los mercados	0,016	0,53		
Pertenencia a una sociedad			0,234	4,79
Financiación pública			0,807	19,36
Tamaño				
De 21 a 50	0,32	7,70	-0,32	-2,98
De 51 a 100	0,58	11,01	-0,76	-6,04
De 101 a 200	0,92	18,61	-1,33	-10,45
De 201 a 500	1,30	28,42	-1,78	-13,41
Más de 500	1,56	27,91	-1,93	-13,27
Año				
1992	-0,19	-2,35	0,35	2,43
1993	-0,14	-1,82	0,50	3,57
1994	-0,15	-1,88	0,58	4,09
1995	-0,23	-2,89	0,67	4,84
1996	-0,25	-3,24	0,62	4,44
1997	-0,28	-3,66	0,72	5,23
1998	-0,16	-2,18	0,73	5,44
1999	-0,14	-1,92	0,74	5,59
2000	-0,21	-2,80	0,87	6,43
2001	-0,21	-2,81	0,95	6,75
2002	-0,18	-2,39	0,86	6,33
Movilidad empresarial				
Fusión	0,04	0,40	0,00	-0,04
Escisión	-0,22	-1,50	0,34	1,60
Entrada	-0,07	-1,88	-0,05	-0,69
Salida	-0,12	-1,64	0,47	4,38
rho (robust standard error)			-0,87	(0,02)
Sigma (robust standard error)			1,70	(0,04)
Número de observaciones	13.547		13.547	

Nota: Todas las estimaciones incluyen una constante y 19 variables ficticias sectoriales. Para evitar multicolinealidad, se excluyen las variables ficticias correspondientes al año 1991, el sector 1 y el tramo de tamaño de empresas con menos de 20 empleados. El Test-z contrasta que el coeficiente subyacente sea 0.

nanciación externa o en las condiciones de capacidad para apropiarse de los resultados de las actividades tecnológicas. No obstante, una vez tomada la decisión de invertir, las empresas grandes dedican una proporción menor de sus recursos respecto a empresas de menor tamaño. Más interesante todavía es el resultado de las variables ficticias temporales. En la muestra analizada la probabilidad de realizar I+D tiende a decrecer en los últimos años del periodo analizado, mientras que las empresas que invierten lo hacen con una intensidad continuamente creciente durante toda la década.

Función de producción de innovaciones

La segunda parte del modelo corresponde a la estimación de una función de producción de conocimiento generado a partir del esfuerzo tecnológico realizado por las empresas. Este conocimiento se refleja en la obtención de innovaciones de producto y de proceso. Dado que la intensidad inversora es un bien público dentro de la empresa, puede utilizarse para producir distintos *outputs* sin agotarse, de forma que se procede a estimar una ecuación de producción de innovaciones en la que alternativamente se emplea como variable dependiente el indicador de haber obtenido innovaciones de producto o innovaciones de proceso.

Con respecto a estas últimas, en la ESEE se supone que ha ocurrido una innovación de proceso cuando la empresa responde afirmativamente a la siguiente pregunta: «Por favor, indique si durante el año 199x su empresa introdujo alguna modificación significativa en el proceso de producción (innovación de proceso). Si la respuesta es sí, por favor indique la forma: a) introducción de nuevas máqui-

nas; b) introducción de nuevos métodos de organización; c) ambos». Por tanto, dado que las innovaciones de proceso pueden haber sido obtenidas por compra de nueva maquinaria, junto con el esfuerzo inversor se incluye como variable explicativa de su generación la intensidad de capital físico (en logaritmos).

Adicionalmente, independientemente del tipo de innovación considerado, el conjunto de variables también comprende características del sector de actividad en el que opera la empresa. Nótese que, junto con los factores internos, es preciso tener en cuenta otros factores que no dependen completamente de las decisiones de las empresas, pero que pueden afectar a su generación de innovaciones. En particular, dependiendo de la elasticidad precio de la demanda podrían cambiar los incentivos a asignar recursos para la obtención de innovaciones de producto o proceso. En los mercados donde el producto vendido por la empresa sea altamente estandarizado, las innovaciones de producto son un mecanismo mejor para reducir la presión competitiva. En las estimaciones, se utiliza una variable dicotómica que refleja el grado de homogeneidad del producto como *proxy* «*naive*» de la elasticidad precio de la demanda. Este indicador toma valor uno si el producto vendido por la empresa está altamente estandarizado. También se introducen *dummies* sectoriales con el objeto de captar la posibilidad de *spillovers* tecnológicos y los distintos ciclos de vida y regímenes tecnológicos (Klepper, 1996, y Utterback, 1994).

Junto a estas variables obviamente debe introducirse el esfuerzo innovador de las empresas. Nótese que dicho esfuerzo es presumiblemente endógeno a la función de

Cuadro n.º 3

Determinantes de la generación de innovaciones
(Modelo Probit)

Determinantes	Innovación de proceso		Innovación de producto	
	dF/dx	Test-z	dF/dx	Test-z
Predicción de la intensidad inversora	0,07	5,34	0,03	2,70
Intensidad de capital	0,08	17,54		
Evolución expansiva de los mercados	0,11	11,34	0,07	7,99
Evolución recesiva de los mercados	0,01	0,53	0,01	1,10
Grado de homogeneidad del producto	-0,03	-2,83	0,09	8,91
Tamaño				
De 21 a 50	0,12	8,76	0,07	5,83
De 51 a 100	0,16	7,36	0,15	7,22
De 101 a 200	0,23	9,05	0,24	9,72
De 201 a 500	0,35	12,53	0,31	11,43
Más de 500	0,43	14,58	0,41	13,68
Año				
1992	-0,05	-2,13	0,00	-0,20
1993	-0,06	-2,31	-0,03	-1,11
1994	-0,06	-2,50	-0,02	-0,82
1995	-0,11	-4,49	-0,04	-1,66
1996	-0,12	-5,20	-0,04	-1,62
1997	-0,13	-5,29	-0,03	-1,53
1998	-0,11	-4,50	-0,03	-1,35
1999	-0,15	-6,44	-0,02	-0,97
2000	-0,15	-6,54	-0,02	-0,98
2001	-0,19	-7,97	-0,07	-2,95
2002	-0,21	-9,01	-0,05	-2,44
Movilidad empresarial				
Fusión	0,05	1,35	0,07	1,84
Escisión	-0,02	-0,36	-0,01	-0,18
Entrada	0,04	3,81	-0,02	-1,69
Salida	-0,05	-1,98	-0,06	-2,98
Número de observaciones	13.547		13.547	

Nota: Todas las estimaciones incluyen una constante y 19 variables ficticias sectoriales. Para evitar multicolinealidad, se excluyen las variables ficticias correspondientes al año 1991, el sector 1 y el tramo de tamaño de empresas con menos de 20 empleados. En el caso de las variables dicotómicas, dF/dx recoge el cambio discreto de la variable categorial de 0 a 1 y Test-z contrasta que el coeficiente subyacente es 0.

producción de innovaciones, es decir, pueden existir características de las empresas inobservables (para el econométra) que hagan que las empresas inviertan más en I+D y al mismo tiempo sean más productivas en el uso de este esfuerzo. Esto podría generar correlación espuria y sesgos al alza en los coeficientes de la ecuación de *output* tecnológico. Por ello, en vez de utilizar el esfuerzo observado como variable explicativa, se emplea en su lugar el valor predicho para la intensidad inversora que se obtiene a partir de los resultados del cuadro n.º 2. Dado que se consideran como *outputs* tecnológicos las variables dicotómicas de innovación de producto y proceso, se procede a estimar un modelo probit.

Como era esperable, los resultados del cuadro n.º 3 ponen de manifiesto que la predicción de la intensidad inversora tiene un impacto significativamente positivo tanto sobre la obtención de innovaciones de proceso como de producto, si bien este impacto es mayor sobre las primeras que sobre las segundas. La intensidad de capital también se asocia positivamente con la generación de innovaciones de proceso, lo cual es coherente con la idea de que parte de estas innovaciones se producen por compra de nueva maquinaria. El grado de homogeneidad del producto, utilizado como proxy de la elasticidad precio de la demanda, presenta el signo correcto de acuerdo con las predicciones teóricas, positivo para las innovaciones de producto y negativo para las de proceso. Finalmente, las variables ficticias de tamaño vuelven a reflejar ventajas de las empresas grandes para innovar, y las dummies temporales denotan una reducción en la obtención de innovaciones durante los últimos años del periodo.

Crecimiento de la productividad total

En último lugar, se estima la ecuación de crecimiento de la productividad, empleando como variable dependiente el residuo de Solow. Como en el apartado anterior, junto a las variables de control habituales (indicadores de movimiento empresarial y conjuntos de variables ficticias de tamaño, sector y año), en esta ecuación se introduce la variación en el grado de utilización de la capacidad para recoger el impacto de los cambios en el grado de utilización de los *inputs* cuando estos constituyen factores cuasi-fijos, y la variación ponderada de los *inputs* para captar el posible sesgo por incumplimiento del supuesto de rendimientos constantes de escala.

Como puede apreciarse en el cuadro n.º 4, en consonancia con lo observado previamente, la variación de la utilización de la capacidad y la entrada de empresas se asocian positivamente con su crecimiento, mientras que la salida de empresas aparece relacionada con variaciones en la productividad por debajo de la media. Además, el signo negativo del coeficiente de la variación ponderada de los factores productivos confirma la existencia de rendimientos decrecientes de escala. Por lo que se refiere a las variables de control, destacan los coeficientes de los efectos de tamaño, que reflejan una dificultad de las empresas grandes para incrementar su PTF al margen de las ventajas mostradas para obtener innovaciones.

A diferencia de los resultados del cuadro n.º 1, en las que se utiliza como variable explicativa de la PTF un *output* tecnológico observado (la obtención de innovaciones de proceso), en las ecua-

Cuadro n.º 4

Determinantes del crecimiento de la productividad total
(Estimación MCO)

Determinantes	PTF (variación porcentual)			
	Coef	t-ratio	Coef.	t-ratio
Predicción de la innovación de proceso	2,54	5,64		
Predicción de la innovación de producto			3,65	5,09
Variación ponderada de los factores	-0,22	-22,66	-0,22	-22,68
Variación en la utilización de la capacidad	0,08	8,00	0,08	8,06
Tamaño				
De 21 a 50	-0,15	-0,42	-0,01	-0,02
De 51 a 100	-0,40	-0,77	-0,56	-1,02
De 101 a 200	-1,15	-2,34	-1,69	-2,82
De 201 a 500	-0,96	-1,88	-1,37	-2,21
Más de 500	-2,49	-3,83	-3,17	-3,88
Año				
1992	0,01	0,01	-0,24	-0,28
1993	-1,15	-1,38	-1,11	-1,34
1994	2,82	3,41	2,78	3,37
1995	3,12	3,96	2,98	3,80
1996	1,57	2,03	1,33	1,74
1997	0,42	0,56	0,16	0,21
1998	1,56	2,12	1,46	1,99
1999	0,74	1,00	0,24	0,33
2000	0,77	1,03	0,28	0,38
2001	1,66	2,21	1,46	1,96
2002	-0,23	-0,30	-0,74	-0,98
Movilidad empresarial				
Fusión	5,04	4,51	4,52	4,04
Escisión	-6,19	-3,42	-6,24	-3,46
Entrada	0,37	1,27	0,79	2,69
Salida	-2,39	-3,25	-2,19	-2,99
Número de observaciones	13.547		13.547	

Nota: Todas las estimaciones incluyen una constante y 19 variables ficticias sectoriales. Para evitar multicolinealidad, se excluyen las variables ficticias correspondientes al año 1991, el sector 1 y el tramo de tamaño de empresas con menos de 20 empleados.

ciones correspondientes al cuadro n.º 4 se incluyen los valores predichos para la generación de innovaciones procedentes de las estimaciones previas. Independientemente del tipo de innovación que se considere, la evidencia es similar, con un fuerte efecto positivo de la predicción de las innovaciones sobre el crecimiento. Cabe señalar además, que este impacto es muy superior en magnitud y en significatividad respecto al obtenido al introducir el indicador tecnológico observado. En este sentido, parece relevante considerar las estructuras de decisiones de las empresas cuando se quiere captar el verdadero efecto de los factores tecnológicos sobre el crecimiento.

La estructura causal también permite sugerir dos explicaciones a la desaceleración del crecimiento de la productividad total de los factores desde finales de la década de los noventa. Por una parte, el descenso en la proporción de empresas que deciden invertir en actividades tecnológicas, si bien este efecto es parcialmente compensado por el aumento de la intensidad de las que las realizan. Por otra parte, la caída en la generación de innovaciones de producto y especialmente de proceso que, al margen de otros factores, presenta una tendencia claramente decreciente desde 1995.

4. CONCLUSIONES

Desde mediados de la década de los noventa se ha producido una fuerte desaceleración tanto en el crecimiento de la productividad del trabajo como, en especial, de la productividad total de los factores en la industria española. Este fenómeno, compartido por la mayoría de los países de la UE, aleja a los países euro-

peos de las empresas americanas que han sabido aprovechar la utilización de las nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia de sectores no relacionados directamente con ellas.

El objetivo de este trabajo ha sido el estudio de la evolución de la productividad de las empresas manufactureras españolas en el período 1990-2002 en la búsqueda de patrones sectoriales y/o de tamaño de las empresas. Adicionalmente, se apuntan algunos determinantes del crecimiento de la productividad, poniendo especial énfasis en los factores tecnológicos.

Los resultados confirman un comportamiento procíclico tanto de la productividad del trabajo como de la productividad total de los factores que es generalizable a la mayoría de ramas de actividad analizadas. El estudio permite detectar algunos sectores en los que el crecimiento medio de la productividad durante el período es muy inferior a la media. En concreto, Productos alimenticios y tabaco, Industria de papel, Edición y artes gráficas, Industria del mueble, Textiles y vestidos y, en menor medida, Máquinas agrícolas e industriales. Cabe destacar que, con la excepción de Industrias de papel, todas se caracterizan por ser ramas de actividad muy poco intensivas en capital.

El estudio de las variables que explican esta evolución pone de manifiesto la importancia de considerar de forma conjunta el vínculo existente entre el gasto en I+D, la obtención de innovaciones y el crecimiento de la productividad. En concreto, se constata que las empresas cuyas actividades tecnológicas han dado lugar a innovaciones de proceso y/o producto presentan un crecimiento de la productividad global muy superior al resto de empresas.

En este sentido, el enfoque utilizado en el trabajo proporciona dos explicaciones posibles para la desaceleración del crecimiento de la productividad total que se observa desde finales de la década de los noventa. Por una parte, la reducción en la proporción de empresas con inversiones en actividades tecnológicas y, por otra, el descenso en la eficiencia para convertir esas inversiones en innovaciones de producto y, especialmente, de proceso.

Ello señala la importancia de la política tecnológica como medio para reducir la distancia en el crecimiento de la productividad con otros países de nuestro entorno. En concreto, la financiación pública se muestra como un instrumento eficaz para incentivar la intensidad inversora en I+D y las mejoras en el nivel educativo de los trabajadores favorecen tanto la propensión a invertir como el esfuerzo realizado por las empresas. En este sentido, las ayudas públicas a la I+D y la inversión privada no son sustitutivas, sino que aparecen como actividades complementarias. La reducida proporción de empresas industriales pequeñas que recibe subvenciones en España (Cotec, 2000) demuestra que el sistema existente aún no es lo suficientemente eficaz para incentivarlas, apuntando la necesidad de mejorarlo para facilitar el acceso de las empresas de menor tamaño.

Menos claro resulta el papel de la política de la competencia en este contexto, dado que la presencia de competidores tiene efectos contrapuestos sobre las decisiones de las empresas: de una parte desincentiva el inicio de actividades tecnológicas, pero por otra incrementa la intensidad con la que se realizan. Este resultado, en consonancia con la evidencia empírica para las economías occidentales,

debe tenerse en cuenta en el diseño de la política de regulación: la misma política puede tener distintos efectos según las condiciones del sector en el que se aplica.

Por otra parte, parece relevante que las autoridades garanticen condiciones económicas que permitan evoluciones favorables de los mercados. El estudio pone de manifiesto que la percepción que tienen las empresas del carácter expansivo o recesivo de los mercados donde operan juega un papel fundamental, no sólo en la decisión de realizar actividades tecnológicas, sino también en la posibilidad de que los gastos realizados acaben materializándose en la obtención de innovaciones.

Además, cabe destacar que la dinámica empresarial favorece el crecimiento de la productividad industrial. Mientras que las empresas que desaparecen a lo largo de la década presentan pérdidas de eficiencia, las que inician su actividad en este periodo se caracterizan por crecimientos de la productividad superiores al conjunto de la industria. Nótese que la entrada suele estar asociada a empresas pequeñas y medianas que incorporan las últimas tecnologías en sus procesos productivos y con gran capacidad para desarrollar innovaciones en nichos de mercado no cubiertos por las empresas establecidas. En este sentido, parece relevante impulsar una legislación que potencie la dinámica empresarial y favorezca la entrada de nuevas empresas, relajando las normas administrativas necesarias.

No obstante, las regularidades señaladas esconden diferencias en el comportamiento de las empresas según su tamaño. Las empresas más grandes presentan ventajas para aprovechar las economías de escala y alcance en las actividades de

I+D, convirtiéndolas en innovaciones, pero al margen del factor tecnológico tienen más dificultades para lograr mejoras en su productividad.

APÉNDICE 1: Definición de variables

Antigüedad de la empresa: Se calcula como diferencia entre el año corriente y el año de constitución de la empresa.

Empresa exportadora: Variable de categoría que indica si la empresa realiza exportaciones durante el año.

Evolución expansiva de los mercados: Variable de categoría que indica si la empresa ha definido como expansivos los mercados en los que opera durante el año.

Evolución recesiva de los mercados: Variable de categoría que indica si la empresa ha definido como recesivos los mercados en los que opera durante el año.

Gastos en I+D por ocupado: Gastos totales en I+D e importaciones de tecnología sobre el personal total medio. Expresados en miles de euros por ocupado.

Grado de subcontratación de los servicios: Indicador del grado de subcontratación por parte de la empresa de servicios no relacionados directamente con su actividad productiva (asesoría jurídica, económico-financiero y fiscal, auditoría, administración, selección y formación de personal, programación informática, implantación de paquetes informáticos, mensajería, alquiler de maquinaria, vigilancia, seguridad, limpieza y empaquetado, envasado y etiquetado).

Horas efectivas totales trabajadas: Aproximación de las horas efectivas totales,

expresadas en miles de horas. Se calculan a partir del personal total medio y la jornada efectiva (suma de la jornada normal y las horas extraordinarias menos las horas no trabajadas).

Innovaciones de proceso: Variable de categoría que indica si la empresa ha obtenido innovaciones de proceso durante el año.

Innovaciones de producto: Variable categorial que indica si la empresa ha obtenido innovaciones de producto durante el año.

Intensidad de capital: Stock de capital de bienes de equipo dividido por el personal total medio. Expresada en miles de euros de 1990 por ocupado.

Participación de capital extranjero: Porcentaje de participación directa o indirecta de capital extranjero en el capital social de la empresa.

Personal total medio: Aproximación al número de trabajadores durante el año. Se calcula como la suma del personal asalariado fijo a tiempo completo, la mitad del personal asalariado fijo a tiempo parcial (ambos a 31 de diciembre) y los eventuales medios.

Pertenencia a una sociedad: Variable de categoría que indica si la empresa pertenece a un grupo de sociedades.

Productividad por trabajador: Valor de la producción de bienes y servicios en miles de euros de 1990, dividido por el personal total medio.

Productividad total de los factores (Residuo de Solow): Se calcula utilizando el índice de Tornqvist. El *output* y los consumos intermedios en términos reales se obtienen deflactando la producción de bie-

nes y servicios y los costes de materias primas, energía y otros servicios intermedios por índices de precios individuales proporcionados por la empresa. Las variaciones del *input* trabajo son los cambios en las horas efectivas de trabajo. Para calcular las participaciones en el coste total, se utiliza el coste laboral y el coste de uso del capital. Este último se calcula como la suma del interés pagado por la empresa por la deuda de largo plazo más una tasa de depreciación sectorial estimada de bienes de equipo menos la tasa de variación del índice de precios de bienes de equipo.

Proporción de ingenieros y licenciados:
Proporción que representan los ingenieros y licenciados en el personal total de la empresa.

Stock de capital en bienes de equipo (K):
Es el stock neto de capital en bienes de equipo en términos reales, que se calcula usando la fórmula del inventario permanente.

Utilización de la capacidad: Porcentaje medio durante el año de utilización de la capacidad estándar de producción de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUDRETSCH, D. (1995): *Innovation and Industry Evolution*, MIT Press.
- ARVANITIS, S. y HOLLENSTEIN, H. (1994): «Demand and supply factors in explaining the innovative activity of Swiss manufacturing firms». *Economics of Innovation and New Technology*, n.º 3, págs. 15-30.
- COHEN, W.M. y LEVIN, R.C. (1989): «Empirical Studies of Innovation and Market Structure». Schmalensee, R. y Willig, R. (eds.): *Handbook of Industrial Organization*, vol. 11, North-Holland, Amsterdam.
- COTEC, (2000): *Relaciones para la innovación de las empresas con las administraciones*, Fundación Cotec, Madrid.
- CREPON, B., DUGUET, E. y MAIRESSE, J. (1998): «Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level». *Economics of Innovation and New Technology*, n.º 7, págs. 115-158.
- FARIÑAS, J. C., JAUMANDREU, J., HUERGO, E., MARTÍN-MARCOS, A., MORENO, L., GONZÁLEZ, X., JUAN, R. de, MERINO, F., RODRÍGUEZ, D. y SUÁREZ, C. (1999): *La empresa industrial en la década de los noventa*. Fundación Argentaria.
- GARCÍA, A., JAUMANDREU, J. y RODRÍGUEZ, C. (2002): *Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms*. <http://zoltar.uc3m.es/IEEF/innovation.pdf>.
- GRIFFITH, R., HUERGO, E., MAIRESSE, J. y PETERS, B. (2004): «R&D, Innovation and Productivity in Four European Countries (France, Germany, Spain and United Kingdom)». *Mimeo*.
- GRILICHES, Z. (1979): «Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth». *Bell Journal of Economics*, n.º 10, págs. 92-116.
- HUERGO, E. (2002): «Determinantes de la innovación tecnológica en la industria manufacturera española». *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, n.º 3, págs. 121-141.
- HUERGO, E. y JAUMANDREU, J. (2004): «Firms' age, process innovation and productivity growth». *International Journal of Industrial Organization*, n.º 22/4, págs. 541-559.
- HUERGO, E. y MORENO, L. (2005): «La productividad en la industria manufacturera española: Evidencia microeconómica». *Documento de trabajo 2005-001. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid*.

- JOVANOVIC, B. (1982): «Selection and Evolution of Industry». *Econometría*, n.º 50, págs. 649-670.
- KLEPPER, S. (1996): «Entry, exit, and innovation over the product life-cycle». *American Economic Review*, n.º 86, págs. 562-583.
- MERINO, F. y MORENO, L. (1996): «Actividad comercial en el exterior de las empresas manufactureras españolas y estrategias de diferenciación de producto». *Papeles de Economía Española*, n.º 66, págs. 107-123.
- SOLOW, R. M. (1957): «Technical change and the aggregate production function». *Review of Economics and Statistics*, n.º 39, págs. 312-320.
- UTTERBACK, J. (1994): *Mastering The Dynamics of Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.