
REALIZACIÓN DE I+D Y SU COMPOSICIÓN EN LA EMPRESA MANUFACTURERA ESPAÑOLA ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DIFERENCIADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

ANDRÉS BARGE-GIL

ALBERTO LÓPEZ (*)

Facultad de Ciencias Económicas
y Empresariales
Universidad Complutense de Madrid

La investigación y el desarrollo (I+D) constituyen la principal fuente de innovaciones y uno de los principales determinantes de los incrementos en la productividad de las empresas. Por ello, una de las ramas más extendidas de la economía industrial se ha interesado por los factores que explican la decisión empresarial de dedicar parte de su presupuesto y esfuerzo

a la realización de actividades de I+D (Levin *et al.*, 1985). Los factores principales identificados en la literatura son: el tamaño y poder de mercado de la empresa, las oportunidades tecnológicas del sector, las condiciones de apropiabilidad y la evolución de la demanda.

Una de las limitaciones de esta literatura es que ha considerado la I+D como un todo uniforme. Sin embargo, la investigación y el desarrollo son dos actividades distintas, que se diferencian en sus objetivos, en el tipo de conocimiento necesario para llevarlas a cabo, en el personal empleado y en la gestión. El resultado de estas diferencias es que cada vez con mayor frecuencia se llevan a cabo en departamentos diferentes.

El objetivo principal de este trabajo consiste en analizar las decisiones empresariales de inversión en investigación y desarrollo de forma diferenciada. Algunas empresas deciden invertir sólo en investigación, otras sólo en desarrollo y otras en ambas actividades. Entender cuáles son los determinantes de dichas decisiones resulta de gran importancia para mejorar el cono-

cimiento sobre los procesos de innovación y para el diseño de políticas públicas de innovación. De hecho, el fomento de las actividades de I+D empresariales es uno de los principales objetivos de dichas políticas.

Para realizar este análisis, nos apoyamos en la información que proporciona el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). El PITEC es una base de datos con información detallada sobre las actividades de innovación de las empresas españolas y que proporciona la información clave para realizar el análisis: información diferenciada de los gastos en investigación y los gastos en desarrollo.

El artículo está organizado del siguiente modo. El segundo apartado describe los principales aspectos que diferencian a ambas actividades y resume la literatura empírica. El tercero describe las actividades de I+D de las empresas manufactureras españolas. El cuarto resume los determinantes de la I+D identificados en la literatura y detalla las variables utilizadas. El quinto muestra los resultados del análisis de regresión. Finalmente, el sexto apartado presenta las principales conclusiones.

REVISIÓN DE LA LITERATURA. DIFERENCIAS ENTRE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO †

El punto de partida de este trabajo es que la inmensa mayoría de la literatura ha considerado la I+D como un todo uniforme. Sin embargo, las actividades de I+D no son homogéneas. Por el contrario, la I+D se compone de dos actividades intrínsecamente distintas: la investigación (I) y el desarrollo (D) (Link, 1982; Chiesa y Frattini, 2007). La investigación consiste en trabajos originales (experimentales o teóricos) realizados para adquirir nuevos conocimientos. Por otra parte, el desarrollo consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

A continuación, se detallan brevemente los principales aspectos o características que diferencian a ambas actividades (1).

Objetivo. El principal objetivo de la investigación consiste en adquirir nuevo conocimiento, mientras que el principal objetivo del desarrollo es la obtención de productos nuevos o mejorados (OCDE, 2005).

Tipo de conocimiento que requieren para llevarse a cabo. La investigación es más teórica per se (aunque normalmente se orienta hacia objetivos prácticos), se basa fundamentalmente en el conocimiento analítico y sus resultados son más intangibles. Por otra parte, el desarrollo es esencialmente aplicado, se basa en el conocimiento sintético y se orienta a la obtención de artefactos (Leifer y Triscari, 1987; Asheim y Coenen, 2005; Moodyson *et al.*, 2008)

Características del personal empleado. La investigación es más intensiva en trabajo y requiere personal muy cualificado y especializado, mientras que el desarrollo es más intensivo en materiales y requiere personal de elevada cualificación pero con una perspectiva más interdisciplinar (Karlsson *et al.*, 2004; Chiesa y Frattini, 2007).

Estilos de gestión. Los departamentos de investigación trabajan de forma relativamente independiente del resto de la organización. La gestión de estos departamentos se halla poco jerarquizada, de forma que la coordinación y el control se alcanzan mediante una combinación de liderazgo y cultura organizativa. Por otra parte, las actividades de desarrollo se hallan mucho más sujetas a una planificación formal, con una definición clara de la jerarquía, hitos en los proyectos y presión en los plazos (Leifer y Triscari, 1987; Chiesa y Frattini, 2007; van Ark *et al.*, 2008).

Literatura empírica sobre las diferencias entre investigación y desarrollo †

A principios de la década de los ochenta, algunos autores se ocuparon de analizar de forma empírica

las diferencias entre las actividades que componen la I+D (Mansfield, 1981; Link 1982; 1985). Para ello, emplearon muestras reducidas de empresas grandes en Estados Unidos. Sus resultados muestran que: (i) hay que ser muy preciso al identificar las características de las distintas actividades ya que I+D básica, I+D a largo plazo, I+D incierta e I+D radical eran categorías que mostraban poca correlación (Mansfield, 1981); (ii) la orientación al desarrollo era más elevada en empresas que operan en mercados concentrados y en aquellas que reciben financiación pública (Link, 1982), mientras que la orientación a la investigación era mayor en empresas diversificadas, con niveles altos de beneficios y estrategias más agresivas (Link, 1985).

La falta de datos adecuados para analizar empíricamente las diferencias entre la investigación y el desarrollo ha motivado la ausencia de estudios durante un periodo bastante largo, hasta que en los últimos años la disponibilidad de encuestas CIS ha motivado un creciente interés por este tema. Dentro de estos estudios recientes, se pueden distinguir dos grandes grupos: los que se ocupan de la relación entre financiación pública y tipo de I+D y los que analizan los efectos diferenciados de ambas actividades en los resultados innovadores de la empresa.

Los estudios del primer grupo han mostrado que: (i) la adicionalidad de la financiación pública sólo existe para las actividades de investigación, pero no para las de desarrollo (Aerts y Thorwall, 2009; Clausen, 2009), y que la investigación sufre en mayor medida de restricciones de financiación (Czarnitzki *et al.*, 2011).

En lo que se refiere al efecto diferenciado de la investigación y el desarrollo en diferentes resultados, Czarnitzki *et al.* (2009) han obtenido que la influencia de la investigación es mayor para la obtención de patentes (2). Por otra parte, Barge-Gil y López (2011) han obtenido, utilizando una muestra más amplia y heterogénea de empresas, que ambas actividades tienen una influencia parecida en la obtención de patentes. Sin embargo, las actividades de investigación tienen mayor efecto en la obtención de innovaciones de proceso, mientras que las actividades de desarrollo son más relevantes para la obtención de nuevos productos y, sobre todo, para conseguir mayores ventas a consecuencia de los mismos.

LOS GASTOS EN I+D DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS †

El objetivo de este apartado es caracterizar desde un punto de vista descriptivo las actividades de I+D de las empresas españolas. En concreto, se centra en cuantificar el porcentaje de empresas que realizan actividades de investigación (básica y/o aplicada) y el porcentaje que realizan actividades de desarrollo tecnológico.

Al final del apartado también se presenta una breve descripción de la composición del gasto en I+D, identificando el porcentaje del gasto que corres-

CUADRO 1
MUESTRA DE EMPRESAS

	2005	2006	2007	2008
Empresas manufactureras	2.604	2.604	2.604	2.604
Empresas según intensidad tecnológica del sector				
Tecnología baja	614	613	614	615
Tecnología media-baja	564	573	576	568
Tecnología media-alta	1.038	1.034	1.029	1.038
Tecnología alta	388	384	385	383
Empresas según tamaño				
< 50 trabajadores	1.099	1.090	1.070	1.078
50-99 trabajadores	548	544	549	538
100-199 trabajadores	392	387	395	401
200-499 trabajadores	375	396	390	395
>=500 trabajadores	190	187	200	192

FUENTE: Elaboración propia.

ponde a investigación y a desarrollo y las intensidades de cada uno de los dos tipos de gasto.

En este artículo utilizamos la información que proporciona el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Esta base de datos es un panel de empresas que contiene información sobre las actividades de innovación de las empresas españolas y está compuesto por una muestra de alrededor de 12.000 empresas. La información que contiene el panel está basada en los datos que proporciona la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas realizada por el INE y permite diferenciar entre gastos en investigación y gastos en desarrollo.

Esta base de datos es representativa de dos colectivos de empresas: las empresas grandes de 200 o más trabajadores y las empresas con gasto en I+D interna. Dado el objetivo planteado en este artículo (estudiar la composición de los gastos en I+D), restringimos el análisis a la muestra de empresas con I+D interna utilizando datos desde 2005 hasta 2008 (último año disponible hasta el momento) (3). Además, nos centramos en el estudio de las empresas que hacen I+D de forma continua, seleccionando las empresas con gastos en I+D los cuatro años analizados.

Por otra parte, en este estudio nos centramos en las empresas manufactureras. La realización de I+D por parte de empresas manufactureras y de servicios presenta diferencias importantes (ver, por ejemplo, Sirilli y Evangelista, 1998), y el análisis de la composición de la I+D en los servicios y sus posibles diferencias con las empresas manufactureras se planteará en estudios posteriores.

En resumen, en este artículo estudiamos la decisión acerca de la realización de actividades de I+D de las empresas manufactureras españolas que realizan este tipo de actividad de forma continua. El cuadro 1 recoge la muestra de empresas utilizada y su composición según intensidad tecnológica del sector y tamaño de la empresa. Se dispone de una

muestra de 2.604 empresas manufactureras que realizan I+D todos los años del período 2005-2008.

El análisis lo realizamos desde dos perspectivas: un análisis descriptivo (en este apartado) y un análisis de regresión (cuarto apartado). Al realizar el análisis descriptivo se clasifican las empresas en tres categorías (empresas con I y D, empresas con sólo I, empresas con sólo D), lo que permite obtener conclusiones sobre dos aspectos relacionados pero con matices diferentes. En primer lugar, permite calcular de forma inmediata el porcentaje de empresas que realizan una u otra actividad, y relacionar estos porcentajes con diferentes características empresariales. En segundo lugar, permite obtener conclusiones sobre el grado en el que las empresas españolas realizan estas actividades de forma conjunta o el grado en el que las empresas se especializan en una u otra actividad. Además, se identifica de qué manera se relacionan algunas características empresariales (tamaño, sector) con cada uno de los patrones de realización de I+D.

En el apartado cuarto se realiza un análisis de regresión con un objetivo doble. El primer objetivo es analizar si existen diferencias entre los determinantes de las actividades de investigación y de las actividades de desarrollo (partiendo de los determinantes de la I+D en su conjunto identificados en la literatura). El segundo objetivo es analizar la existencia de determinantes diferenciados entre la realización conjunta de investigación y desarrollo o la especialización en una de las actividades.

Análisis de la proporción de empresas que realizan investigación y/o desarrollo

Más del 75% de las empresas con I+D realizan actividades de desarrollo tecnológico, mientras que el porcentaje con gastos en investigación es aproximadamente diez puntos porcentuales menor (cuadro 2, en página siguiente). Cabe destacar, además, que menos de la mitad de las empresas manufactureras con I+D

CUADRO 2
EMPRESAS QUE REALIZAN CADA ACTIVIDAD
NÚMERO Y PORCENTAJE EN CADA CATEGORÍA

	2005	2006	2007	2008
Empresas manufactureras	2.604	2.604	2.604	2.604
con I + D	45,55%	44,55%	43,16%	42,90%
sólo I	23,23%	22,16%	22,70%	23,46%
sólo D	31,22%	33,29%	34,14%	33,64%

FUENTE: Elaboración propia.

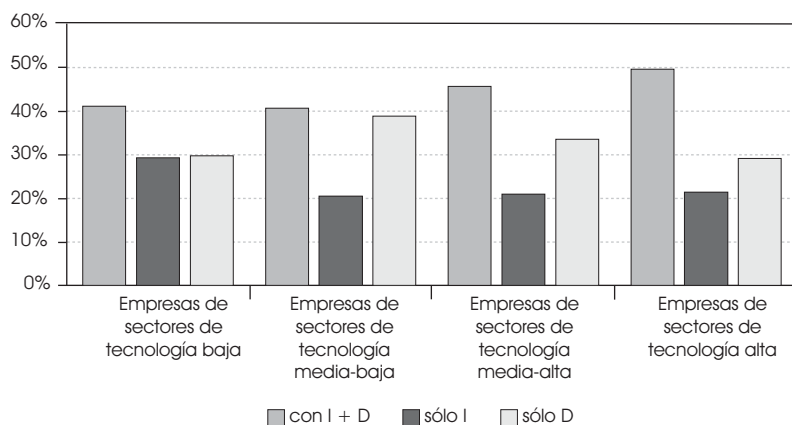


GRÁFICO 1

PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE REALIZAN CADA ACTIVIDAD SEGÚN LA INTENSIDAD TECNOLÓGICA DEL SECTOR
MEDIA 2005-2008

FUENTE:
 Elaboración propia.

realiza ambas actividades, aunque el porcentaje de empresas que realizan ambas actividades es superior al porcentaje de empresas que se especializa en una u otra actividad.

Este patrón se repite los cuatro años analizados, si bien, a lo largo del periodo se aprecia una ligera disminución en el porcentaje de empresas que realizan ambas actividades, aumentando, especialmente, el porcentaje de empresas que se especializan en actividades de desarrollo tecnológico.

El gráfico 1 muestra el porcentaje de empresas con cada uno de los tipos de gastos en I+D según la intensidad tecnológica del sector al que pertenecen. Para simplificar la información, se presentan valores medios del periodo 2005-2008 (4).

En tres de los cuatro sectores analizados (tecnología alta, media-alta, y baja) el porcentaje de empresas con actividades de desarrollo es superior al de empresas con actividades de investigación. La diferencia es especialmente significativa en los sectores de media-baja tecnología. Por el contrario, en los sectores de baja tecnología la proporción de empresas que realiza actividades de investigación y desarrollo es muy similar (aproximadamente un 70%). En los cuatro sectores analizados el grupo más numeroso es aquel que realiza ambas actividades, sobre todo en los sectores de alta tecnología (con un 49,55%) y de media-alta tecnología (con un 45,61%), indicando que la especialización es mayor en sectores de menor intensidad tecnológica.

Al clasificar a las empresas según su tamaño (gráfico 2), se observa que el porcentaje de empresas con actividades de desarrollo es superior al de empresas con actividades de investigación en todos los tramos de tamaño (5). Las mayores diferencias tienen lugar al analizar la proporción de empresas que realizan ambas actividades. En este sentido, más del 60% de las empresas con 500 o más trabajadores tienen gastos en ambas actividades. Este porcentaje desciende hasta el 50% para las empresas entre 200 y 500 trabajadores y hasta alrededor del 40% en empresas con menos de 200 trabajadores.

Composición de los gastos en I+D

El cuadro 3 muestra la composición de los gastos en I+D en términos del porcentaje que supone cada uno de sus componentes, así como la intensidad de los mismos (definida como el ratio entre gasto en cada una de las actividades y ventas de la empresa). Se presenta la media del periodo 2005-2008 desagregada por intensidad tecnológica del sector y tamaño de la empresa.

Aproximadamente el 55% de los gastos en I+D de las empresas manufactureras españolas corresponden a actividades de desarrollo tecnológico, mientras que el restante 45% corresponden a actividades de investigación. En comparación con otros países, estas cifras denotan una mayor orientación (relativa) hacia los gastos en investigación por parte de las empresas manufactureras españolas. Por ejemplo,

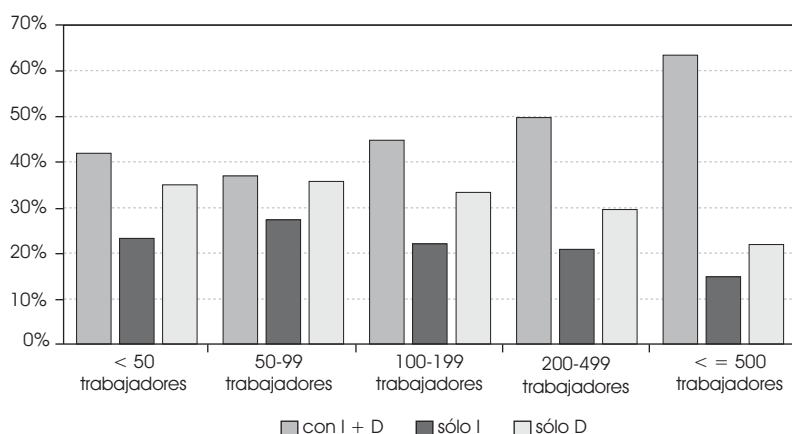


GRÁFICO 2
PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE REALIZAN CADA ACTIVIDAD SEGÚN EL TAMAÑO DE LA EMPRESA
MEDIA 2005-2008

FUENTE:
 Elaboración propia.

CUADRO 3
COMPOSICIÓN DE LOS GASTOS EN I+D
MEDIA DEL PERÍODO 2005-2008

	% gastos en investigación	% gastos en desarrollo	Intensidad de los gastos en investigación	Intensidad de los gastos en desarrollo
Empresas manufactureras	45,32	54,68	0,63	0,76
Empresas según intensidad tecnológica del sector				
Tecnología baja	50,75	49,25	0,34	0,33
Tecnología media-baja	41,05	58,94	0,26	0,36
Tecnología media-alta	43,99	56,01	0,51	0,68
Tecnología alta	46,54	53,46	1,96	2,27
Empresas según tamaño				
< 50 trabajadores	44,53	55,47	0,70	0,85
50-99 trabajadores	46,83	53,17	0,54	0,66
100-199 trabajadores	44,72	55,28	0,57	0,69
200-499 trabajadores	45,92	54,08	0,62	0,74
> =500 trabajadores	45,46	54,54	0,64	0,77

FUENTE: Elaboración propia.

el porcentaje de los gastos en investigación respecto a los gastos en I+D es el 31,7% en Francia (ver Bertrand, 2009), aproximadamente el 33% en Bélgica (ver Czarnitzki *et al.*, 2011), y el 25% en los Estados Unidos (ver Bercovitz y Feldman 2007).

Por lo tanto, no sólo es superior el número de empresas con actividades de desarrollo sino que también lo es el gasto que se dedica a esta actividad. Este reparto de los gastos en I+D es similar diferenciando entre intensidad tecnológica del sector y tamaño de la empresa, salvo en el caso de las empresas que pertenecen a sectores con intensidad tecnológica baja. En este caso, los gastos en investigación son ligeramente superiores a los gastos en desarrollo. Por lo tanto, en este sector es superior tanto el número de empresas que realizan actividades de investigación como los gastos en dicha actividad.

Respecto a las diferencias sectoriales, se observa una relación positiva entre la intensidad tecnológica del sector y la intensidad de ambos tipos de gastos, teniendo las empresas pertenecientes a sectores de alta

tecnología una intensidad tanto de los gastos en investigación como en desarrollo claramente superiores.

Por otra parte, la relación entre intensidad en el gasto y tamaño de la empresa no es tan clara. En este sentido, se obtiene que las empresas más pequeñas y las más grandes son las que presentan mayores intensidades.

DETERMINANTES DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO. DEFINICIÓN DE VARIABLES ↓

El estudio de los determinantes de la I+D comienza con las «hipótesis Schumpeterianas» (Cohen y Levin, 1989) acerca de la relación entre el tamaño y la concentración de mercado y las actividades de I+D, y establecen que éstas crecen más que proporcionalmente con el tamaño y el poder de mercado de la empresa, aunque cabe señalar que dichas hipótesis se deben a una interpretación de los argumentos esgrimidos por Schumpeter (1950) y no fueron directamente enunciadas por él.

Los argumentos sustentando dichas hipótesis serían los siguientes. Las empresas grandes sufren menos restricciones de capital, tienen activos complementarios y pueden repartir el riesgo de la innovación entre distintos proyectos (Cohen y Levin, 1989; Rammer *et al.*, 2009). Las empresas con mayor poder de mercado tienen más fondos internos para invertir en I+D, sufren menos incertidumbre y tienen más facilidades para apropiarse de los resultados de la innovación (Schumpeter, 1950).

Sin embargo, la evidencia empírica no es en absoluto concluyente (Levin *et al.*, 1987) (6). Diferentes estudios ofrecen evidencia empírica de una relación positiva (Blundell *et al.*, 1999), negativa (Geroski, 1990) o en forma de U invertida (Aghion *et al.*, 2005). Cohen y Klepper (1996) destacan que la probabilidad de que una empresa realice I+D se incrementa con el tamaño de la empresa y tiende a uno para las empresas más grandes.

Algunos argumentos han sido ofrecidos para explicar estos resultados. Por un lado, las empresas pequeñas son más flexibles y presentan una mejor alineación de incentivos. Por otro, el poder de mercado realmente relevante es el que se produce después de la innovación, como consecuencia de ésta, y no el previo a la misma (Arrow, 1962), que puede conducir a burocratización e ineficiencia (Scherer, 1980).

En la década de los ochenta un grupo de trabajos (Levin *et al.*, 1985; Cohen *et al.*, 1987; Cohen y Levin, 1989; Geroski, 1990) criticó el excesivo énfasis en las hipótesis Schumpeterianas y recomendó el análisis de otros determinantes más fundamentales de la decisión empresarial de innovar: las oportunidades tecnológicas, las condiciones de apropiabilidad y la evolución de la demanda.

Las oportunidades tecnológicas pueden definirse como la probabilidad de obtener una innovación por unidad monetaria gastada en I+D (Malerba y Orsenigo, 1993). Las oportunidades tecnológicas dependen del avance del conocimiento científico y tecnológico en las disciplinas relevantes, del progreso tecnológico en sectores relacionados y de las retroalimentaciones de avances en el propio sector o empresa (Klevorick *et al.*, 1995). Mayores oportunidades tecnológicas suponen un mayor incentivo para invertir en I+D.

Las condiciones de apropiabilidad de los resultados también son muy relevantes, ya que las empresas necesitan obtener beneficios de los resultados obtenidos para que las inversiones puedan ser rentables (Levin *et al.*, 1987). Sin embargo, mayor apropiabilidad implica menores spillovers, lo que ha motivado que los resultados empíricos sobre la influencia de la apropiabilidad no sean concluyentes, excepto en algunas industrias específicas (Mansfield, 1986), como la industria farmacéutica.

Por último, los trabajos seminales de Schmookler (1962; 1966) destacaron el papel crucial que juega el tirón

de la demanda en los procesos de innovación, ya que mercados en crecimiento ofrecen mayores incentivos para invertir en I+D mediante la obtención de rentabilidades más elevadas (Cohen y Levin, 1989).

En este trabajo queremos examinar el papel que juegan estos determinantes «clásicos» de la I+D en la investigación y el desarrollo de forma diferenciada. Para ello, utilizando la información disponible en el PITEC se definen las siguientes variables, que recogen los diferentes conceptos estudiados. En el Apéndice se encuentra una definición detallada de las variables.

La variable tamaño se define como el logaritmo del número de empleados de la empresa. La variable oportunidad tecnológica se define a partir de la clasificación de intensidad tecnológica de los sectores de la OCDE (Cohen y Levin, 1989; Bhattachaya y Bloch, 2001). La variable apropiabilidad se define, siguiendo a Rouvinen (2002) y Czarnitzki *et al.* (2007), a partir de la importancia de los competidores como fuente de información para la innovación en el sector económico de la empresa. Si los competidores son una fuente de información muy importante se considera que la apropiabilidad es baja en el sector. Por último, el tirón de la demanda se define al nivel de la empresa, siguiendo a Raymond *et al.* (2010), como una variable artificial que toma el valor 1 si alguno de los siguientes efectos de la innovación tiene una importancia elevada: tener una gama más amplia de bienes o servicios y penetración en nuevos mercados u obtención de mayor cuota de mercado.

Además de dichas variables, se utilizan una serie de variables de control: venta en mercados internacionales, obtención de financiación pública para actividades de innovación, gastos en I+D por empleado y cooperación para actividades de innovación. Por último, se controla el efecto temporal introduciendo variables de año.

DETERMINANTES DIFERENCIADOS DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO. ANÁLISIS DE REGRESIÓN ¶

El objetivo de esta apartado es estudiar en qué medida los factores que en la literatura se han identificado como determinantes de la decisión de realizar actividades de I+D tienen efectos diferentes sobre la realización de una u otra actividad de innovación. Nos detendremos principalmente en el efecto del tamaño, de la oportunidad tecnológica, de la apropiabilidad y de la demanda. En primer lugar, nos centramos en analizar las diferencias que existen entre los determinantes de la investigación y el desarrollo. En segundo lugar, teniendo en cuenta que un número importante de empresas realizan ambas actividades, estudiamos qué variables influyen en la decisión de realización conjunta de investigación y desarrollo frente a la especialización en una de las actividades.

CUADRO 4
DIFERENCIAS ENTRE LOS DETERMINANTES DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DE DESARROLLO

	Probit bivariante (pool)	
	Investigación	Desarrollo
Tamaño	0,032*** (0,007)	0,019*** (0,006)
Tecnología baja	0,093*** (0,022)	-0,073*** (0,022)
Tecnología media-alta	0,051** (0,024)	-0,033 (0,022)
Tecnología alta	0,083*** (0,028)	-0,066** (0,029)
Demanda	0,036** (0,015)	0,017 (0,0130)
Apropiabilidad sectorial	0,309 (0,301)	-0,721*** (0,269)
Mercado internacional	0,0004 (0,023)	-0,028 (0,019)
Financiación pública	-0,044*** (0,016)	0,046*** (0,014)
Gastos en I+D por empleado	0,031*** (0,007)	0,018** (0,006)
Cooperación en innovación	0,043*** (0,015)	0,025* (0,013)
Año 2006	0,008 (0,008)	0,013* (0,007)
Año 2007	-0,003 (0,007)	0,006 (0,007)
Nº de observaciones	7.812	
Log-pseudolikelihood	-8.129,42	
Test $\rho=0^1$	0,000	

Coeficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1. Errores estándar (entre paréntesis) robustos a correlación entre observaciones de la misma empresa.

¹ p-valor del test $\rho=0$.

FUENTE: Elaboración propia.

Antes de comentar los principales resultados, es necesario señalar que el análisis está condicionado por la muestra de empresas disponible (empresas con I+D interna). Por lo tanto, este análisis nos permite identificar diferencias entre los determinantes de las actividades de investigación y desarrollo, o los determinantes de la realización conjunta de ambas actividades frente a la especialización, condicionado a la realización de al menos una de las actividades.

El cuadro 4 presenta los resultados de la estimación de un modelo probit bivariante de la decisión de realizar investigación y desarrollo. Las variables dependientes hacen referencia al año t mientras que las explicativas hacen referencia al año $t-1$. Esta diferencia temporal trata de corregir problemas de endogeneidad y simultaneidad. La utilización de un retardo en la definición de las variables explicativas implica que en la estimación tengamos un *pool* de 7.812 observaciones (7).

Respecto al efecto de la oportunidad tecnológica, se obtiene que las empresas pertenecientes a sectores de tecnología media-baja (categoría de referencia en la estimación) son menos propensas a las actividades de investigación y más a las actividades de desarrollo. Un resultado aparentemente contradictorio con lo anterior es el hecho de que las empresas en sectores de tecnología baja están orientadas hacia la investigación, y por lo tanto se comportan de forma análoga a las empresas de sectores con intensidad tecnológica más alta. Las peculiaridades de los sectores considerados tradicionalmente poco intensivos en tecnología en relación con la I+D ya ha sido destacada por otros trabajos (ver, como ejemplos de evidencia internacional, Mairesse y Mohnen, 2005 y Hall *et al.*, 2009, y Barge-Gil y López,

2011 como ejemplo de evidencia para empresas españolas).

En relación al efecto de la demanda y el tamaño de la empresa como determinantes de las actividades de I+D obtenemos evidencia a favor de un mayor efecto sobre las actividades de investigación. Por otra parte, entornos de apropiabilidad alta desincentivan las actividades de desarrollo tecnológico.

Respecto al efecto de las variables de control consideradas, obtenemos que los gastos en I+D por empleado y la participación en acuerdos de cooperación para la innovación tienen un mayor impacto en la realización de actividades de investigación frente a las de desarrollo. Por último, el efecto de la financiación pública para actividades de innovación tiene un efecto significativo aunque de signo contrario: negativo sobre las actividades de investigación y positivo en las actividades de desarrollo.

En el cuadro 5, en página siguiente, mostramos los resultados de un modelo logit multinomial para analizar posibles diferencias entre los determinantes de la realización conjunta de actividades de investigación y desarrollo frente a la especialización en una de las actividades. De nuevo, las variables dependientes hacen referencia al año t y las explicativas al año $t-1$, utilizando en la estimación un *pool* de 7.812 observaciones.

Un primer resultado es que las empresas pertenecientes a sectores de tecnología alta y tecnología baja son más propensas a la especialización en actividades de investigación. En segundo lugar, el tirón de la demanda tiene un menor efecto sobre la especialización en actividades de desarrollo. En tercer lugar, se

CUADRO 5
DETERMINANTES DIFERENCIADOS ENTRE LA REALIZACIÓN CONJUNTA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
O LA ESPECIALIZACIÓN EN UNA DE LAS ACTIVIDADES

	Logit multinomial (pool)	
	Sólo investigación	Sólo desarrollo
Tamaño	-0,021*** (0,006)	- 0,032*** (0,007)
Tecnología baja	0,069*** (0,022)	-0,093*** (0,022)
Tecnología media-alta	0,026 (0,022)	-0,053** (0,025)
Tecnología alta	0,059* (0,030)	-0,082*** (0,028)
Demanda	-0,017 (0,013)	-0,036** (0,015)
Apropiabilidad sectorial	0,707*** (0,268)	-0,312 (0,319)
Mercado internacional	0,025 (0,019)	-0,002 (0,024)
Financiación pública	-0,047*** (0,014)	0,040** (0,018)
Gastos en I+D por empleado	-0,018*** (0,007)	-0,030** (0,008)
Cooperación en innovación	-0,025* (0,013)	-0,044*** (0,016)
Año 2006	-0,013* (0,008)	-0,009 (0,008)
Año 2007	-0,007 (0,007)	0,003 (0,007)
Nº de observaciones		7.812
Log-pseudolikelihood		8.127,807
Test R ²		0,024

La categoría de referencia es la realización conjunta de investigación y desarrollo.

Coefficientes significativos al: 1%***, 5%***, 10%*. Los efectos marginales (dy/dx) se evalúan en la media muestral. Para las variables dicotómicas, el efecto marginal corresponde al paso de 0 a 1.

Errores estándar (entre paréntesis) robustos a correlación entre observaciones de la misma empresa.

FUENTE: Elaboración propia.

obtiene un efecto importante y positivo de la apropiabilidad sobre la especialización en actividades de investigación.

Respecto al resto de variables, obtenemos un efecto positivo del tamaño, la intensidad de los gastos en I+D y de cooperación sobre la propensión a realizar de forma conjunta actividades de investigación y desarrollo.

CONCLUSIONES

La investigación y el desarrollo son dos actividades intrínsecamente diferentes, y estas diferencias se concretan en aspectos importantes, tales como sus objetivos, el tipo de conocimiento y el personal necesario para llevarlas a cabo, los estilos de gestión y el nivel de incertidumbre asociado.

Partiendo de esta idea básica, el objetivo de este artículo es, por una parte, identificar qué proporción de empresas realizan actividades de investigación y/o desarrollo y su relación con algunas características empresariales. En este análisis descriptivo también se estudia la composición de los gastos en I+D de las empresas españolas. Por otra parte, analizamos la influencia de los determinantes clásicos de la decisión empresarial de inversión en I+D, tratando inversión y desarrollo separadamente.

En el análisis se utilizan datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Dadas sus características, el PITEC es una buena base estadística para proporcionar estimaciones de magnitudes relacionadas con la innovación en la población de empresas que realizan gastos

en I+D de forma regular, que es la analizada en este estudio.

Los resultados principales del estudio son los siguientes. El porcentaje de empresas con actividades de desarrollo tecnológico es superior al de empresas con investigación. Este resultado es consistente analizando las empresas según su tamaño y la intensidad tecnológica del sector al que pertenecen. Respecto a la composición de los gastos en I+D, aproximadamente el 55% de los gastos se corresponden con actividades de desarrollo tecnológico, mientras que el restante 45% se corresponde con actividades de investigación.

Respecto a los determinantes diferenciados de la investigación y el desarrollo, analizando las empresas que realizan al menos una de las actividades, los resultados han permitido observar importantes diferencias entre la decisión de invertir en investigación y la de invertir en desarrollo. En primer lugar, la oportunidad tecnológica, medida por el grado de intensidad tecnológica del sector, explica la inversión en investigación. Las empresas en sectores de media-baja tecnología son menos proclives a invertir en investigación y más a hacerlo en desarrollo. Cabe destacar, sin embargo, que las empresas consideradas por la OCDE como de baja tecnología siguen un patrón más similar a las de media-alta y alta tecnología. Esta peculiaridad de los sectores de intensidad tecnológica baja ya ha sido destacada por otros trabajos.

En segundo lugar, una mayor apropiabilidad favorece la inversión en investigación sobre la de desarrollo. Una posible explicación a este resultado sería que en entornos de baja apropiabilidad las empresas llevan a cabo inversiones para imitar los avances de sus competidores y que dichas inversiones consisten prin-

APÉNDICE: DEFINICIÓN DE VARIABLES

Apropiabilidad sectorial: A nivel de empresa, la apropiabilidad es una variable artificial que toma el valor 1 si la empresa considera elevado el grado de importancia que tienen los competidores como fuente de información para sus actividades de innovación. La apropiabilidad sectorial se define como la media sectorial (a dos dígitos CNAE aproximadamente) de la apropiabilidad.

Cooperación en innovación: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa tiene acuerdos de cooperación para actividades de innovación.

Demanda: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa considera elevado el grado de importancia de al menos uno de los siguientes efectos de la innovación: (i) Gama más amplia de bienes o servicios, (ii) Penetración en nuevos mercados o mayor cuota de mercado.

Financiación pública: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa recibe apoyo financiero público para actividades de innovación de Administraciones locales o autonómicas, Administración del Estado o Unión Europea.

Gastos en I+D por empleado: Gastos en I+D entre número de empleados (en logaritmos).

Mercado internacional: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa vende bienes o servicios en mercados geográficos internacionales.

Tamaño: Logaritmo del número de empleados.

Tecnología alta: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa pertenece a uno de los siguientes sectores: Fabricación de productos farmacéuticos; Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; Construcción aeronáutica y espacial y su maquinaria.

Tecnología baja: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa pertenece a uno de los siguientes sectores: Alimentación, bebidas y tabaco; Textil y confección; Papel, edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados; Fabricación de juegos y juguetes; Reciclaje.

Tecnología media-alta: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa pertenece a uno de los siguientes sectores: Construcción de maquinaria, equipo y material mecánico; Química; Material y equipo eléctrico, Fabricación de vehículos de motor y otro material de transporte.

Tecnología media-baja: Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa pertenece a uno de los siguientes sectores: Refino de petróleo; Metalurgia, fabricación de productos metálicos; Otros productos minerales no metálicos, industrias manufactureras diversas; Transformación del caucho y materias plásticas.

principalmente en actividades de desarrollo, como la ingeniería inversa, y no de investigación. Por último, en lo que se refiere al tamaño y al tirón de la demanda, no se aprecian diferencias significativas entre ambas actividades, aunque ambas variables afectan en mayor medida a la investigación que al desarrollo.

Un importante aspecto a destacar es que menos de la mitad de las empresas realizan ambas actividades conjuntamente, apreciándose además una leve tendencia a la baja, lo que indica una creciente especialización de los departamentos de I+D. Aquellas empresas que realizan ambas actividades conjuntamente se caracterizan por ser las de mayor tamaño, y estar sujetas a mucho tirón de la demanda. El único determinante que no les afecta se refiere a la apropiabilidad. Además, cabe destacar que estas empresas son las más intensivas en I+D y las que con mayor probabilidad cooperan con otras organizaciones.

Este trabajo constituye un primer paso en el análisis de los distintos determinantes de la investigación y el desarrollo. En futuros estudios se tratará de analizar conjuntamente la decisión de invertir en cada una de las actividades y de cuánto invertir en cada una de ellas. Cuando la base de datos PITEC tenga un mayor número de años, se tratará de explotar las características del panel, así como profundizar en la dinámica de las relaciones. Sin embargo, este primer análisis ha permitido confirmar que los determinantes clásicos de la decisión de I+D no afectan por igual a ambas actividades, lo que sugiere el empleo de mecanismos específicos para el fomen-

to de las actividades de I+D, en función de la actividad que se desea incentivar. Por ejemplo, una mayor apropiabilidad favorece la investigación, pero no el desarrollo.

(*) Agradecemos la financiación recibida de la Fundación Ramón Areces para la realización de este estudio.

NOTAS

- [1] En este estudio nos centramos en la diferenciación entre actividades de investigación y desarrollo, considerando de forma conjunta la investigación básica y aplicada. En este sentido, la investigación básica y la aplicada comparten características que las diferencian claramente de las actividades de desarrollo tecnológico, mientras que en la literatura existen ejemplos que ponen de manifiesto las dificultades que existen en la práctica para diferenciar entre investigación básica y aplicada (ver, por ejemplo, Arnold, 2004; y van Ark *et al.*, 2008).
- [2] Además, en otro trabajo, Czarnitzki *et al.* (2010) distinguen la investigación básica de la aplicada y obtienen que la primera tiene mayor efecto en la productividad de las empresas de alta tecnología.
- [3] El PITEC también dispone de información para los años 2003 y 2004. Sin embargo, no utilizamos estos años debido a las ampliaciones de la muestra de empresas con gastos en I+D interna que tuvieron lugar en los años 2004 y 2005. La composición y evolución de las muestras de empresas del PITEC se puede ver en Faiñas *et al.* (2010).
- [4] En relación a la evolución temporal, al igual que para las manufacturas en su conjunto, se observa, en general, en cada uno de los sectores un incremento de la especialización en investigación o en desarrollo.

- [5] De nuevo, para simplificar la información, en el gráfico 2 se presentan valores medios del período 2005-2008. Respecto a la evolución temporal, de nuevo se observa una ligera disminución del porcentaje de empresas que realizan ambas actividades de innovación.
- [6] Para una revisión reciente, véase Artés (2009).
- [7] La estimación teniendo en cuenta la estructura de panel se realizará en trabajos posteriores.

REFERENCIAS

AERTS, K. y THORWARTH, S. (2009): «Additionality effects of public R&D funding: "R" vs. "D"», FBE Research Report MSI_0811, K.U. Leuven.

AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDELL, R., GRIFFITH, R. y HOWITT, P. (2005): «Competition and innovation: an inverted U-relationship». *Quarterly Journal of Economics*, nº 120, pp. 701-728.

ARNOLD, E. (2004): «Evaluating research and innovation policy: a systems world needs systems evaluations», *Research Evaluation*, nº 131, pp. 3-17.

ARROW, K. (1962): «Economic welfare and the allocation of resources for invention», en *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. National Bureau of Economic Research, pp. 609-626.

ARTÉS, J. (2009): «Long-run versus short-run decisions: R&D and market structure in Spanish firms», *Research Policy*, vol. 38, nº 1, pp. 120-132.

ASHEIM, B.T. y COENEN, L. (2005): «Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters», *Research Policy*, nº 34, pp. 1173-1190.

BARGE-GIL, A. y LÓPEZ, A. (2011): «R versus D: Estimating the differentiated effect of research and development on innovation results», *MPRA Paper*, 29083.

BERCOVITZ, J.E.L. y FELDMAN, M. P. (2007): «Fishing upstream: Firm innovation strategy and university alliances», *Research Policy*, nº 36, pp. 930-948.

BERTRAND, O. (2009): «Effects of foreign acquisitions on R&D activity: Evidence from firm-level data in France», *Research Policy*, nº 38, pp. 1021-1031.

BHATTACHARYA, M. y BLOCH, H. (2001): «Determinants of innovation», *Small Business Economics*, nº 22, pp. 155-162.

BLUNDELL, R., GRIFFITH, R. y VAN REENEN, J. (1999): «Market share, market value and innovation in a panel of british manufacturing firms», *Review of Economic Studies*, nº 66, pp. 529-554.

CLAUSEN, T.H. (2009): «Do subsidies have positive impacts on R&D and innovation activities at the firm level», *Structural Change and Economic Dynamics*, nº 20, pp. 239-253.

CHIESA, V. y FRATTINI, F. (2007): «Exploring the differences in performance measurement between research and development: evidence from a multiple case study», *R&D Management*, vol. 37, nº 4, pp. 283-301.

COHEN, W.M. y LEVIN, R.C. (1989): «Empirical studies of innovation and market structure» In *Handbook of Industrial Organization*, ed. R. Schmalansee, R.D. Willing (eds), 1059-1107. Elsevier Publishers.

COHEN, W. M., LEVIN, R.C. y MOWER, D.C. (1987): «Firm size and R&D intensity: a re-examination», *Journal of Industrial Economics*, nº 35, pp. 543-563.

COHEN, W. M. y KLEPPER, S. (1996): «A reprise of size and R&D», *Economic Journal*, vol. 106, nº 437, pp. 925-951.

CZARNITZKI, D., EBERSBERGER, B. y FIER, A. (2007): «The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance: empirical evidence from Finland and Germany», *Journal of Applied Econometrics*, nº 22, pp. 1347-1366.

CZARNITZKI, D., KRAFT, K. y THORWARTH, S. (2009): «The knowledge production of "R" and "D"», *Economic Letters*, nº 105, pp. 141-143.

CZARNITZKI, D. y THORWARTH, S. (2010): «Productivity effects of basic research in low-tech and high-tech industries». Mimeo.

CZARNITZKI, D., HOTTENROTT, H. y THORWARTH, S. (2011): «Industrial research versus development investment: the implications of financial constraints», *Cambridge Journal of Economics*, forthcoming.

FARIÑAS, J.C., HUERGO, E. y LÓPEZ, A. (2010), Informe Pitec 2008. La innovación en la empresa española. Publicación 2010, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.

GEROSKI, P. (1990): «Innovation, technological opportunity and market structure», *Oxford Economic Papers*, nº 42, pp. 586-602.

HALL, B.H., LOTTI, F. y MAIRESSE, J. (2009): «Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence from Italy», *Small Business Economics*, nº 33, pp. 13-33.

KARLSSON, M., TRYGG y L., ELFSTRÖM, B.-O. (2004): «Measuring R&D productivity: complementing the picture by focusing on research activities», *Technovation*, nº 24, pp. 179-186.

KLEVORICK, A., LEVIN, R., NELSON, R. y WINTER, S. (1995): «On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities», *Research Policy*, nº 24, pp. 185-205.

LEIFER, R. y TRISCARI, T. (1987): «Research versus Development: Differences and similarities», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 34, nº 2, pp. 71-78.

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 and Proceedings*, vol. 75, nº 2, pp. 20-24.

LINK, A. N. (1982): «An analysis of the composition of R&D spending», *Southern Economic Journal*, vol. 49, nº 2, pp. 342-349.

LINK, A.N. (1985): «The changing composition of R&D», *Managerial and Decision Economics*, vol. 6, nº 1, pp. 125-128.

MAIRESSE, J. y MOHNEN, P. (2005): «The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data», *Journal of Technology Transfer*, vol. 30, nº 1/2, pp. 183-197.

MALERBA, F. y ORSENIGO, L. (1993): «Technological regimes and firm behaviour», *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, nº 1, pp. 45-70.

MANSFIELD, E. (1981): «Composition of R and D expenditures: Relationship to size of firm, concentration and innovative output», *Review of Economics and Statistics*, vol. 63, nº 4, pp. 610-615.

MOODYSON, J., COENEN, L. y ASHEIM, B. (2008): «Explaining spatial patterns of innovation: analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicon Valley life-science cluster», *Environment and Planning*, nº 40, pp. 1040-1056.

OCDE (2005). Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation-3rd Edition. OECD Publications: Paris.

RAMMER, C., CZARNITZKI, D. y SPIELKAMP, A. (2009): «Innovation success of non-R&D-performers: substituting technology by management in SMEs», *Small Business Economics*, nº 33, pp. 35-58.

RAYMOND, W., MOHNEN, P., PALM, F. y VAN DER LOEFF, S. (2010): «Persistence of innovation in Dutch manufacturing: is it spurious?», *The Review of Economics and Statistics*, vol. 92, nº 3, pp. 495-504.

ROUVINEN, P. (2002): «Characteristics of product and process innovators: some evidence from the Finnish innovation survey», *Applied Economic Letters*, nº 9, pp. 575-580.

SCHERER, F.M. (1980): «Industrial Market Structure and Economic Performance». Rand McNally, Chicago.

SCHERER, F.M., (1983): «The propensity to patent», *International Journal of Industrial Organization*, nº 1, pp. 107-28.

SCHMOOKLER, J. (1962): «Economic sources of inventive activity», *Journal of Economic History*, nº 22, pp. 1-10.

SCHMOOKLER, J. (1966) *Invention and Economic Growth*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

SCHUMPETER, J.A. (1950). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York. Harper.

SIRILLI, G. y EVANGELISTA, G. (1998): «Technological innovation in services and manufacturing: Results from Italian surveys», *Research Policy*, vol. 27, nº 9, pp. 881-899.

VAN ARK, DOUGHERTY, S., INKLAAR, R. y McGuckin, R. (2008): «The structure and location of business R&D: recent trends and measurement implications», *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, vol. 44, nº 1/2, pp. 8-28.