PAPELES
DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

ESPAÑA EN LA ERA DE LA INNOVACIÓN

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

PAPELES
DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

127

2011

ISSN: 0210-9107

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

PATRONATO

Isidro Fainé Casas
(Presidente)
José María Méndez Álvarez-Cedrón
(Vicepresidente)
Julio Fernández Gayoso
Roberto López Abad
Enric Mata Tarragó
Antonio Pulido Gutiérrez
Atilano Soto Rábanos

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

CONSEJO DE REDACCIÓN

Victorio Valle Sánchez
(Director)
Julio Alcaide Inchausti
José Antonio Antón Pérez
Santiago Carbó Valverde
Elisa Chuliá Rodrigo
Fernando González Olivares
(Redactor-jefe)
Ángel Laborda Peralta
Manuel Lagares Calvo
María José Moral Rincón
Fernando Pampillón Fernández
(Subdirector)
José Luis Raymond Bara
José Félix Sanz Sanz

COORDINADORA DE PUBLICACIONES

M.ª Pilar López Isarría

PORTADA

Advantia, S.A.
914717100

EDITA

Fundación de las Cajas de Ahorros
Caballero de Gracia, 28. 28013 Madrid

REALIZACIÓN

Marín Álvarez Hnos. S.A.
Metalúrgicos, 14. P.I. Callfersa. 28942 Fuenlabrada. Madrid

Depósito legal: M. 402-1980
ISSN: 2254-3457
Distribuye: G&M.- Madrid
Precio del número 127: 12€
Periodicidad: Trimestral
Materia: Economía general
Base de datos: www.funcas.es

© Fundación de las Cajas de Ahorros. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta, fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización escrita del editor.

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, N.º 127, 2011. ISSN: 0210-9107
«España en la era de la innovación»

SUMARIO

INTRODUCCIÓN EDITORIAL

España en la era de la innovación V

I. LA SITUACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA

Un diagnóstico del estado de la innovación en España: 2 *Juan Mulet Meliá*

La estrategia estatal de innovación, e2i. El compromiso para acelerar el cambio de modelo económico: 13 *Lourdes Arana Uli*

El sistema de innovación español: La opinión de los empresarios: 29 *José Ramón Sanz*

II. DETERMINANTES DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

¿Quién genera el conocimiento en España?: 46 *Walter García-Fontes*

El papel de las universidades y los centros tecnológicos como impulsores de la actividad innovadora: 59 *Andrés Barge-Gil, Luis Santamaría y Aurelia Modrego*

Estrategias de innovación entre las multinacionales: 76 *Bruno Cassiman y Pedro Mendi*

La experiencia en I+D como factor determinante de la innovación: 89 *Pilar Beneito, María Engracia Rochina Barrachina y Amparo Sanchis*

III. EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO EMPRESARIAL

El impacto de la inversión en I+D+i sobre la productividad del trabajo: 106 *Raquel Ortega-Argilés*

Medición de las innovaciones organizativas y efectos sobre la productividad: Evidencias sobre la empresa española: 120 *José Carlos Fariñas y Alberto López*

¿Obtienen las multinacionales mayores rendimientos de sus actividades de I+D?: 140 *Dolores Añón Higón, Miguel Manjón Antolín y Juan A. Máñez*

Aglomeración y especialización geográfica de la actividad innovadora de las empresas en España: 156 *David Martín, Juan Andrés Núñez, Jaime Turrión y Francisco J. Velázquez*

IV. POLÍTICAS PÚBLICAS

Nuevas tendencias en las políticas de innovación: 176 *María Callejón y José García Quevedo*

Impacto del apoyo público a la I+D y la innovación: 193 *Abraham García y Pierre Mohnen*

El papel del sector público como *venture capitalist*: Cómo favorecer a las nuevas empresas de base tecnológica: 204 *Juan Carlos Fernández Doblado y Andrés Ubierna Gorricho*

Políticas para impulsar la I+D: ¿Son útiles las deducciones fiscales a la I+D?: 223 *Damien Ientile y Jacques Mairesse*

La incidencia de los incentivos fiscales a la I+D+i: El caso de la industria de manufactura en España: 243 *Patricia Valadez, Joost Heijs y Mikel Buesa*

La opinión pública ante la innovación: Un análisis del barómetro del CIS: 262 *Elena Huergo y Francisco J. Velázquez*

V. ESTUDIOS DE CASO

La cultura corporativa de la innovación: Análisis de casos: 280 *M.ª Ascensión Barajas Iñigo y Pedro Redrado Monforte*

Inversión e innovación en el País Vasco: El caso de Álava: 298 *Juan Ramón García, Luis A. Puch, Emma García y L. Fernanda Gutiérrez*

OPINIONES

Presentación: 320

Representantes de las comunidades autónomas: 321 *Antonio Ávila Cano, Javier Velasco, Graciano Torre González, Pilar Costa Serra, María del Mar Julios, Juan José Sota Verdión, María Luisa Araújo Chamorro, Tomás Villanueva Rodríguez, F. Xavier Mena, María Dolores Aguilar Seco, Javier Guerra Fernández, Antonio Beteta Barreda, Salvador Marín Hernández, José María Roig Aldasoro, Javier Erro Urrutia, Vicente Rambla Momplet, Bernabé Unda*

Representantes de las empresas: 356 *Agustín Delgado, Aurelio García de Sola y Arriaga, Julio Linares López, Jordi Pascual*

INTRODUCCIÓN EDITORIAL

ESPAÑA EN LA ERA DE LA INNOVACIÓN

En las últimas décadas, ha ido cobrando cada vez más relevancia la idea de que el crecimiento económico a largo plazo de las economías avanzadas va a estar ligado a su capacidad para el desarrollo de nuevos productos, servicios y formas de producción. De hecho, éste era el mensaje central de la fracasada Estrategia de Lisboa, y lo es de la nueva Estrategia Europa 2020. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por las administraciones públicas para incrementar la capacidad innovadora de la economía, y de la creencia generalizada en la necesidad del cambio de sistema productivo hacia actividades de alto valor añadido basadas en el conocimiento, como forma de salida de la crisis actual, y de la cada vez mayor concienciación ciudadana acerca de la importancia y el impacto de las actividades innovadoras de las empresas, la sensación de fracaso está presente en la sociedad española cuando se habla de investigación, innovación o conocimiento. Ahora bien, reconociendo que se han hecho muchas cosas mal y que quedan otras muchas por hacer, la realidad es que España ha dado en los últimos años un salto fundamental: ha pasado de estar de espaldas al avance tecnológico a desearlo. Eso sí, falta la paciencia shumpeteriana del largo plazo para entender que todas estas transformaciones no operan en un año, ni siquiera en un lustro, y que probablemente, si ahora se toman las medidas y decisiones oportunas, dentro de una década se empezarán a ver los resultados.

Con el objeto de proyectar luz sobre esta realidad, FUNCAS retoma esta cuestión básica que, aunque siempre ha estado latente en cada uno de los números de PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, desde que en 1999 se publicara el monográfico con el título *Cambio Técnico* no se había de-

dicado un número a estudiar con profundidad este tema. Desde entonces, muchas cosas han cambiado. Baste comprobar que mientras entonces se pensaba que el núcleo fundamental generador de innovación era el cambio técnico, en la actualidad, el último *Manual de Oslo* ya incorpora otros procesos generadores de innovación como cambios organizativos o cambios de proceso, entre otros. Poner de manifiesto estos cambios es el objetivo fundamental del presente número de PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, cuya coordinación ha recaído en los profesores de la Universidad Complutense de Madrid **Elena Huergo** y **Francisco Javier Velázquez**. FUNCAS quiere destacar la inestimable labor de coordinación y de revisión que han llevado a cabo estos profesores, cuya labor se ha visto asistida, desde FUNCAS, por la profesora **María José Moral**.

El contenido de este volumen de PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA se recoge en 19 artículos de análisis y 21 opiniones, estructurados en seis partes. Dos características comunes a casi todas las contribuciones son: su carácter aplicado y su empeño en la propuesta de consideraciones que puedan terminar siendo plasmadas en la política tecnológica española. En el primer bloque, como no podía ser de otra forma, se realiza un análisis de la situación actual de la innovación en España. La segunda parte se dedica al estudio de los determinantes de las actividades tecnológicas en la economía española, prestando especial atención al papel que desempeñan las distintas instituciones (empresas, universidades, centros tecnológicos,…) que participan en las mismas. El tercer bloque se centra en los efectos de dichas actividades en el comportamiento y los resultados empresariales, analizando lo que ocurre no sólo en España, sino también en el resto de Europa. La cuarta parte se ocupa de diseccionar y evaluar las distintas políticas públicas de apoyo a las actividades de I+D+i. La quinta incluye dos estudios de casos que permiten profundizar en la comprensión del comportamiento innovador de las empresas, a partir del examen de experiencias concretas. Finalmente, el número se cierra con un apartado que recoge las opiniones de quienes, desde las administraciones regionales y las empresas con marcado carácter innovador, tienen competencia para el desarrollo de políticas de fomento de la investigación y de la cultura innovadora.

SITUACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA

Como se acaba de mencionar, el volumen se inicia con un análisis de la situación de la innovación en España. Para ello, se cuenta, en primer lugar, con dos contribuciones realizadas desde las direcciones de las dos principales fundaciones españolas preocupadas por el desarrollo de la ciencia y tecnología en nuestro país. Por una parte, **Juan Mulet**, director general de la Fundación Cotec, proporciona una visión desde el mundo empresarial. Partiendo de la definición de innovación como «todo cambio, basado en el conocimiento, que genera valor», Mulet

señala que el proceso de innovar es inseparable del concepto de empresa, porque su creación es, en sí misma, una innovación. Adicionalmente, muchas empresas innovan utilizando mecanismos formales, como los departamentos de I+D, o, de manera más o menos informal, recurriendo a los departamentos de operación de las empresas. Esta última es la denominada «innovación implícita en la actividad empresarial», que difícilmente se puede detectar en las encuestas que pretenden medir la actividad innovadora de una economía. Entender el proceso de la innovación implícita es, según Mulet, una tarea que está por hacer y en la que el entorno (la legislación, la normativa y, en general, la cultura) juegan un papel relevante. En su diagnóstico del sistema español de innovación, añade además que, pese al gran esfuerzo realizado en la última década, el sistema sigue siendo pequeño para la dimensión de nuestra economía y está deficientemente estructurado, especialmente cuando se compara con los ejemplos mundiales más eficientes. Para corregir esta situación, Mulet propone tres cuestiones que deben ser abordadas de forma más inmediata, por ser las que precisan de mayor plazo para solucionarse: las que afectan al sistema educativo, a la calidad de las instituciones científicas (y muy especialmente las relaciones entre universidad y empresa) y al contenido tecnológico del tejido productivo.

Por otra parte, **Lourdes Arana**, directora general de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), complementa la visión anterior con un diagnóstico de la situación en España que permite identificar los retos del sistema español de innovación en tanto que es catalizador del progreso y del cambio de modelo económico. A partir de este diagnóstico, realiza una descripción detallada de los ejes de la Estrategia Estatal de Innovación, e2i, justificando la finalidad del conjunto de medidas incluidas en cada uno de ellos. Como señala Arana, la e2i supone, ante todo, «un cambio de filosofía, al pasar de un enfoque de proyecto a otro estructural, de tal manera que el reto será construir las estructuras que permitan que la actividad innovadora fluya sin necesidad de que las instituciones públicas tengan que actuar apoyando individualmente cada proyecto». Para ello, el denominado «pentágono» de la e2i incluye cinco ejes: generación de un entorno financiero proclive a la innovación, fomento de la innovación desde la demanda pública, proyección internacional, fortalecimiento de la cooperación territorial y capital humano. Estos cinco ejes se articulan en torno a un núcleo común y objetivo último de la e2i: la transferencia de conocimiento desde donde éste se genera hacia los sectores productivos, y su puesta en valor.

Finaliza esta primera sección con el artículo de **José Ramón Sanz** (Cámara de Comercio e Industria de Madrid, y Fundación Numa), que aporta la visión empresarial sobre el futuro del sistema de innovación y tec-

nología, sobre la base de las modificaciones que introduce la Ley de Ciencia y Tecnología. El trabajo muestra la negativa percepción empresarial sobre el funcionamiento del sistema nacional de I+D y propone un cambio radical estructurado en cuatro ejes de actuación urgente: un plan de optimización del actual sistema de ciencia y tecnología (enfocado, sobre todo, a la generación de valor económico perceptible), una serie de medidas complementarias de aplicación inmediata (cambios fiscales en la I+D, creación de sociedades para la explotación de ciertos centros tecnológicos públicos y congelación del presupuesto en I+D hasta que no se alcancen altos niveles de eficiencia en los proyectos), un nuevo modelo de gestión del conocimiento (orientado a la aplicación del nuevo conocimiento al sistema productivo) y un plan de mejora de la cualificación de los recursos humanos (sobre la base de su mayor interrelación con el sistema productivo) que permitiría ganar eficiencia en este sistema.

DETERMINANTES DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

Comienza el apartado dedicado a los determinantes de la innovación con el artículo de **Walter García-Fontes** (Universidad Pompeu Fabra), quien trata de responder a la pregunta de ¿quién genera el conocimiento en España? Así, y tras una descripción detallada del sistema de ciencia y tecnología español, llega a una primera conclusión: su parecido con el de los países más avanzados tecnológicamente. Precisamente, la diferencia en los resultados alcanzados es lo que hace que se busquen las insuficiencias que presenta el sistema. Apoyado en el análisis de una muestra de inventores, concluye que existen tres principales deficiencias: la primera es la menor generación de conocimientos por parte de las empresas, así como la inadecuada transferencia de resultados desde otros actores (especialmente las universidades y los organismos públicos) al sistema productivo por la inexistencia de canales y mecanismos adecuados; la segunda es la baja participación de investigadores científicos en el sector privado, lo que de nuevo podría paliarse intensificando las relaciones entre las universidades y las empresas; finalmente, se detecta un papel insuficiente de las universidades y laboratorios públicos en la generación de conocimiento aplicado y comercializable, por lo que se propone una serie de medidas de incentivo a esta actividad.

Precisamente, el papel que juegan las universidades y los centros tecnológicos como impulsores de la actividad innovadora es analizado por **Andrés Barge-Gil** (Universidad Complutense de Madrid), **Luis Santamaría** y **Aurelia Modrego** (Universidad Carlos III de Madrid). El estudio identifica capacidades diferentes en ambas instituciones. Las primeras se hayan más volcadas a grandes descubrimientos científicos —capacidades tecnocientíficas—, mientras que los segundos se orientan a la aplicación comercial de las innovaciones ya creadas —capacidades tecnoeconómicas. Ello hace que se establezcan distintos tipos

de conexión entre las empresas y estas organizaciones. Las grandes empresas, de sectores de alta tecnología, con elevada actividad de I+D tienden a cooperar con universidades, mientras que las PYME, de sectores más tradicionales o de media-baja intensidad tecnológica y con menor capacidad innovadora, lo hacen con los centros tecnológicos. A partir de estos resultados, los autores concluyen que la política tecnológica no debe consistir en elegir entre ambos instrumentos, sino en el reparto de apoyo entre ellos, puesto que ambas organizaciones tienen un papel relevante y complementario en el desarrollo tecnológico y en la generalización de la innovación en el tejido productivo. Esta conclusión es especialmente relevante en el contexto regional, pues se detecta cierta incoherencia entre las características del tejido productivo local y las herramientas de innovación elegidas.

A continuación, el trabajo de **Bruno Cassiman** (IESE) y **Pedro Mendi** (Universidad de Navarra) indaga sobre el papel que juegan las filiales de las empresas multinacionales en el proceso de innovación. Así, frente a la consideración de las filiales de multinacionales como canales de difusión de la tecnología, en este artículo, y tras comparar su comportamiento con el que presentan las filiales de empresas españolas, se concluye que aquéllas utilizan con menor intensidad fuentes locales de conocimiento, entendiendo como tal el uso de los servicios locales de I+D externa y la cooperación con otras empresas e instituciones. Por ello, el artículo sugiere que deben replantearse las políticas públicas en materia de I+D en dos aspectos básicos: hasta qué punto se deben apoyar las actividades innovadoras de las empresas extranjeras y cuáles son los problemas que presenta la base tecnológica local para no resultar atractiva para estas empresas.

Finaliza esta segunda parte, con el artículo de **Pilar Beneito**, **María Engracia Rochina** y **Amparo Sanchis** (Universidad de Valencia) sobre el papel de la experiencia en el éxito innovador. En efecto, en este trabajo se define y estima una función de producción de innovaciones, donde la variable experiencia en I+D, medida como el número de años realizando estas actividades, ha sido incorporada. Los resultados que alcanzan muestran, de forma inequívoca, el efecto de esta variable en el resultado innovador. En consecuencia, la conclusión obtenida es que la constancia en la realización de este tipo de actividades otorga a las empresas una cierta habilidad para obtener mayores resultados innovadores, si bien es cierto que dicho efecto es decreciente con el tiempo, lo que se explica por teorías como el *learning-by-doing* o los modelos de ciclo de vida del producto. También destacan que este efecto no es consecuencia de la experiencia en el mercado de la empresa (su edad), sino de la actividad específica en I+D. Estos resultados tienen dos implicaciones evidentes. La primera sobre la estrategia de I+D de la empresa, que debe realizarse en el medio o largo plazo. La segun-

da, hace referencia a la política tecnológica, que también debe plantearse alcanzar unos objetivos con ese mismo horizonte temporal.

EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

Cuatro artículos analizan en este grupo algunos de los efectos que, a nivel agregado, sectorial o empresarial, conlleva la realización de las actividades tecnológicas. Se comienza con el análisis del efecto sobre la productividad, considerada como indicador de éxito empresarial que se relaciona con el crecimiento del empleo y su calidad en el largo plazo. El artículo de **Raquel Ortega-Argilés** (Instituto Superior Técnico, IST, Lisboa) compara el comportamiento de la economía europea con los de la norteamericana y la japonesa, encontrando una incapacidad para que su productividad converja con la de sus principales competidores. Ese mismo comportamiento se detecta en el caso de la comparación entre España y la Unión Europea. Analizando las posibles causas que pudieran estar detrás de estos resultados, se aporta evidencia sobre el papel que juega la calidad del factor trabajo, la eficiencia en la utilización del capital tecnológico por parte de las empresas y los problemas relacionados con las diferencias de especialización productiva y comercial entre las distintas economías. Estas causas son especialmente importantes en el caso de España; en concreto, las dos últimas, por cuanto la intensidad de la inversión en actividades de I+D se encuentra claramente alejada de los parámetros europeos como consecuencia de la menor intensidad con que las empresas dedican recursos a estas actividades, pero también consecuencia de la especialización productiva en sectores de baja intensidad tecnológica.

Analizar el impacto de la adopción de distintas innovaciones por parte de las empresas no siempre es una tarea fácil, muchas veces por la propia labor de medición de dichas innovaciones. La última edición del *Manual de Oslo* (la metodología estandarizada de medición de la actividad innovadora) define cuatro tipos de innovaciones: de producto, de proceso, organizativa y de comercialización. El artículo de **José Carlos Fariñas** y **Alberto López** (Universidad Complutense de Madrid) analiza el impacto de las innovaciones organizativas sobre algunas variables de resultados de las empresas. Así, la primera labor que encaran es la medición concreta de este tipo de innovaciones, que cada vez tienen una mayor relevancia, llegando a obtener que, en períodos trienales, más del 50 por 100 de las empresas grandes adoptan alguna de estas innovaciones, relacionadas bien con la adopción de sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados, bien con la introducción de mejoras tanto en la gestión de los recursos humanos como en las relaciones con proveedores y clientes. Asimismo, comprueban que existe una cierta complementariedad entre dichas innovaciones y la inversión en innovación tecnológica, así como con la dotación de capital humano. Los dos objetivos que buscan las empresas a la hora de introducir las innovaciones organizativas son: incrementar la calidad de

los bienes o servicios y reducir el período de respuesta de las empresas a la necesidad de clientes y proveedores. Finalmente, comprueban que las empresas que adoptan este tipo de innovaciones muestran una productividad un 4 por 100 superior a la de aquellas que no las han adoptado, con lo que se evidencia el efecto positivo de su introducción.

En este mismo sentido, el artículo de **Dolores Añón**, **Juan A. Máñez** (Universidad de Valencia) y **Miguel Manjón** (Universidad Rovira i Virgili) también analiza la interrelación entre actividades en I+D y productividad, aunque comprobando ahora si esta relación se ve modificada, como se sugiere en algunos trabajos internacionales, por el carácter multinacional de las empresas. Estos autores no encuentran evidencia de que los rendimientos de las actividades tecnológicas se vean condicionados por el carácter multinacional de las empresas, sino que son otros factores, como el tamaño o la intensidad tecnológica del sector en que operan, los que parecen tener una mayor influencia. Una posible explicación de estos resultados estaría en la ausencia de diferencias relevantes en las estrategias de I+D y en la intensidad de gastos entre ambos tipos de empresas. Por el contrario, son estas mismas diferencias entre las grandes y pequeñas empresas las que explican la influencia del tamaño en la rentabilidad de la I+D. En consecuencia, el trabajo pone de manifiesto el carácter adaptativo y pasivo de las multinacionales en España, lo que, según los autores, podría explicar las dificultades que el sector manufacturero tiene para crear ventajas tecnológicas en los sectores de mayor dinamismo internacional.

Cierra este tercer conjunto de colaboraciones el artículo de **David Martín**, **Francisco J. Velázquez** (Universidad Complutense de Madrid), **Juan Andrés Núñez** y **Jaime Turrión** (Universidad Autónoma de Madrid), que estudia la concentración geográfica de las actividades de generación de conocimiento y de la actividad productiva en función del contenido tecnológico y la intensidad de conocimiento. Detrás de este análisis está la preocupación sobre la capacidad de crecimiento de las distintas regiones españolas y, por tanto, sobre su convergencia en los niveles de bienestar que de ello se deduce. Pues bien, los resultados apoyan las ideas expuestas en los trabajos teóricos y en otros que han encontrado evidencia previa, a escalas internacional y nacional, sobre la existencia de un cierto proceso de aglomeración de las actividades productivas que se intensifica cuando se considera la intensidad tecnológica de los bienes y, especialmente, de los servicios. El artículo también pone de manifiesto la dirección que debe seguir la actuación de la política de atracción de nuevas empresas, que debe centrarse en facilitar su localización en aquellas actividades en las que ya existe algún tipo de ventaja comparativa o *cluster* de empresas que pueda ser reforzado. Además, se insiste en la potenciación de aquellas políticas que refuercen las economías de aglomeración, como son: facilitar la

transmisión tecnológica entre empresas, entre éstas y las universidades y los centros tecnológicos y, por último, la formación de los trabajadores (actuales o futuros) en aquellas áreas que van a ser requeridas por el sistema productivo local.

POLÍTICAS PÚBLICAS

La cuarta parte está dedicada al análisis del diseño y la efectividad de las políticas públicas de apoyo a la I+D+i. En el primero de los artículos en ella incluidos, **María Callejón** y **José García Quevedo** (Universidad de Barcelona) realizan una revisión de las políticas de innovación actuales, prestando especial atención a los cambios que se están experimentando tanto en España y la Unión Europea como en los países de la OCDE. Por lo que se refiere a la UE27, destacan como principales prioridades de la política de innovación: el apoyo a la I+D cooperativa, la implementación de agendas de políticas estratégicas de investigación a largo plazo, el apoyo directo a la I+D empresarial, el fomento de empresas innovadoras *start-ups*, la transferencia de tecnología y el fomento de la excelencia y la gestión de la investigación universitaria. Adicionalmente, las tendencias recientes en las políticas de innovación incorporan como elementos sustantivos la denominada innovación abierta, las medidas para incrementar la demanda y la absorción de innovaciones, y la propuesta de *smart specialisation* o especialización regional inteligente. En el caso de España, el esfuerzo en I+D parece dominar al esfuerzo en innovación total. En particular, Callejón y Quevedo subrayan la necesidad de identificar y sistematizar en los programas públicos las políticas de innovación no basadas en I+D. Además, puesto que el diferencial más importante desfavorable a España (en relación con la UE15 y Estados Unidos) se produce en las actividades manufactureras, y especialmente en la construcción, proponen que una de las prioridades de la política española sea articular más estrechamente la política de innovación dentro de la política industrial para facilitar el cambio estructural.

Abraham García y **Pierre Mohnen** (Maastrich University), expertos en trabajos realizados a partir de las encuestas de innovación comunitarias, complementan este análisis con un estudio del impacto de la ayuda pública a la innovación. En particular, toman como referencia el caso de Austria y prestan especial atención a las fuentes de la ayuda nacional *versus* procedente de la Unión Europea. El trabajo se realiza con los microdatos de la tercera ola de la *Encuesta comunitaria de innovación* (CIS3), referidos al trienio comprendido entre 1998 y 2000, circunscribiéndose específicamente a las empresas innovadoras, y entendiendo como tales aquellas con innovaciones de producto, innovaciones de proceso, innovaciones en curso o innovaciones no exitosas o abandonadas. El modelo econométrico es un modelo multiecuacional que considera que tanto la ayuda pública como la inversión en I+D empresarial se determinan simultáneamente, pudiendo tener factores

comunes. La estimación del sistema de ecuaciones proporciona evidencia de que el gobierno central prefiere apoyar empresas independientes, de un cierto tamaño, que operan en mercados internacionales, que cooperan para la innovación y que experimentan dificultades para financiarla. Por el contrario, la competencia y las dificultades financieras no parecen influir en la concesión de ayudas procedentes de la Unión Europea. Por lo que se refiere al impacto, se observa que recibir el apoyo del gobierno central incrementa en 2,3 puntos porcentuales la intensidad inversora de las empresas en I+D, mientras que el apoyo de la Unión Europea no parece relevante una vez que se tienen en cuenta las ayudas nacionales.

El artículo de **Juan Carlos Fernández** y **Andrés Ubierna** (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial-CDTI) se centra en otra de las formas de intervención pública: el papel del sector público como *venture capitalist*. A partir de su notable experiencia en la gestión del programa *NEOTEC Capital Riesgo* desde el CDTI, estos autores analizan las ventajas e inconvenientes del capital riesgo, en sus fases de capital semilla y arranque, como alternativa de financiación para las nuevas empresas de base tecnológica (NEBT). Además de los recursos financieros proporcionados, entre los beneficios del acceso a *venture capital* se destaca el apoyo en la gestión de los nuevos inversores que, gracias a su frecuente especialización sectorial, pueden evaluar más fácilmente los planes de negocio de las empresas que buscan capital, detectando las carencias críticas que pudieran tener y las necesidades de personal derivadas de éstas. Sin embargo, en Europa, y particularmente en España, se aprecia un escaso desarrollo del mercado de *venture capital*, en parte, asociado a su excesiva fragmentación, la escasa transnacionalidad de las inversiones y la falta de grandes inversores institucionales.

Un problema especialmente importante es la necesidad de alcanzar un cierto tamaño en el capital riesgo, ya que los fondos pequeños (con dimensión inferior a los 20 millones de euros) generan pobres retornos sobre la inversión y se enfrentan a obstáculos adicionales (poca capacidad de financiar rondas posteriores en empresas de éxito, dificultades para diversificar el riesgo, al ser reducida su cartera de proyectos, problemas para absorber los costes fijos de gestión…). No obstante, en línea con la experiencia norteamericana, Fernández y Ubierna sugieren que es la demanda de fondos, y no la oferta, la que está limitando el crecimiento del sector, por lo que impulsando medidas de apoyo a la I+D+i y estimulando el espíritu emprendedor se podría generar el entorno propicio para atraer dichas inversiones. Adicionalmente, la actuación pública puede cubrir el tramo de inversión no suficientemente atendido por el sector privado, aunque sin sustituirlo. En concreto, se recomienda que la inversión del gobierno sea indirecta, maximizando en la medida de lo posible la capacidad de arrastre sobre los in-

versores privados. En este contexto, se defiende la utilización del fondo de fondos, herramienta que ya ha sido empleada con éxito en varios países cuyas experiencias se resumen en el trabajo.

Siguiendo con el examen de los instrumentos de política tecnológica, **Damien Ientile** (ENS/Paris School of Economics) y **Jacques Mairesse** (CREST/UNU-MERIT) analizan la efectividad del sistema de incentivos fiscales a la I+D a partir de la revisión de estudios que han abordado esta cuestión en diferentes países. En concreto, comparan las características del diseño de la política estudiada en cada uno de ellos, los principales métodos de evaluación utilizados y los resultados obtenidos. Como señalan los autores, la forma de medir el impacto de este instrumento de política tecnológica debe depender del objetivo planteado para el mismo, que puede variar a lo largo del tiempo. Sin embargo, en la mayoría de los casos se evalúa el impacto del incentivo fiscal sobre la magnitud de la inversión en I+D, siendo la evidencia mucho más escasa en relación con otros resultados de interés para la política económica, tales como la probabilidad de realizar actividades de I+D, la obtención de innovaciones, la productividad o el bienestar social. Para completar el examen, Ientile y Mairesse llevan a cabo un ejercicio tentativo de meta-análisis en términos de los multiplicadores BFTB (*Bang to the buck*) estimados en los diferentes trabajos, que reflejan la rentabilidad por euro de incentivo fiscal. Aunque matizan que sus resultados deben tomarse con cautela, encuentran que los multiplicadores tienden a crecer a lo largo del tiempo, reflejando una mejora temporal en la eficiencia del sistema de incentivos. Asimismo, sugieren la presencia de un «sesgo de publicación», que sería positivo si la probabilidad de que se publique un artículo sobre este tema es creciente con el impacto estimado. Como principal conclusión, subrayan la importancia de que en el futuro los responsables de política hagan esfuerzos para estimular la comparabilidad y armonización de los métodos de evaluación de los incentivos fiscales a la I+D, lo que no sólo permitiría saber si este instrumento es eficiente, sino también responder a la pregunta de cuál es el diseño más eficiente.

Con el mismo propósito del trabajo anterior, **Patricia Valadez**, **Mikel Buesa** y **Joost Heijs** (IAIF-Universidad Complutense de Madrid) se centran específicamente en la incidencia del sistema español de incentivos fiscales a la I+D+i sobre las empresas manufactureras. En concreto, se proponen un doble objetivo. Por una parte, evaluar cuantitativamente la efectividad del sistema, tanto sobre la decisión de invertir en I+D como sobre su intensidad, mediante la estimación de un modelo econométrico que tiene en cuenta los problemas de selección muestral y de determinación simultánea de las decisiones de inversión en I+D y de aplicación de los incentivos fiscales. Por otra parte, pretenden estudiar la eficacia del diseño de los incentivos. Para ello, analizan los factores

que explican la decisión de las empresas de aplicar dichos incentivos. Los resultados obtenidos permiten corroborar la existencia de un efecto positivo de la desgravación esperada sobre la intensidad tecnológica empresarial, con una elasticidad de 0,73 para el conjunto de la industria. Asimismo, se obtiene evidencia de que las deducciones fiscales incrementan casi un 20 por 100 la probabilidad de que las empresas inviertan en I+D. Por lo que se refiere a la eficacia del mecanismo, Valadez, Buesa y Heijs encuentran que, en general, los beneficios fiscales son desaprovechados por una de cada diez empresas innovadoras. Sobre la base de estos resultados, y como prescripción de política, sugieren una mejora del diseño instrumental que permita que los incentivos fiscales constituyan una parte importante del elenco de medidas con las que se pretende que España converja hacia la frontera del conocimiento tecnológico.

Este grupo de artículos se cierra con el trabajo de **Elena Huergo** y **Francisco J. Velázquez** (Universidad Complutense de Madrid), quienes parten de considerar que el apoyo público a la I+D+i debe competir en los presupuestos públicos con otras partidas de gasto, y que el reparto final puede estar condicionado por el deseo de los gobiernos de satisfacer las demandas del contribuyente. Si esto es así, la opinión ciudadana sobre el papel de las administraciones públicas en relación con la I+D será un elemento a tener en cuenta en el diseño de la política tecnológica. Bajo este supuesto, Huergo y Velázquez analizan cómo determinadas características de los individuos afectan a su opinión sobre el apoyo público a la I+D. Para ello, utilizando información procedente de la *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*, proceden a estimar un modelo que consta de tres ecuaciones. En la primera se examinan los factores que influyen en el interés ciudadano por la ciencia y tecnología. La segunda relaciona la opinión sobre los beneficios sociales o individuales de la ciencia y tecnología con el interés manifestado por éstas. Finalmente, la tercera ecuación permite contrastar si esta opinión sobre la ciencia y tecnología está, a su vez, relacionada con la valoración del individuo respecto a las políticas públicas de apoyo a la I+D. Los resultados proporcionan evidencia a favor de que la formación e información en ciencia y tecnología contribuyen positivamente a que el ciudadano muestre un mayor interés por estos aspectos, lo que incide en que éste tenga una percepción más favorable de sus beneficios y, en última instancia, manifieste un mayor respaldo al apoyo público a la investigación y el desarrollo.

ESTUDIOS DE CASOS

El número incluye también dos artículos que examinan el comportamiento innovador de las empresas españolas a partir del estudio de experiencias concretas. **M.ª Ascensión Barajas** y **Pedro Redrado** (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial-CDTI) utilizan la técnica del análisis de casos múltiples para investigar en qué medida existe un pa-

trón cultural común a las empresas innovadoras españolas. Esta metodología cualitativa permite profundizar en determinados aspectos intangibles, difíciles de cuantificar y para los que es complicado recabar información en muestras amplias. En concreto, los cuatro aspectos que se analizan para identificar la cultura innovadora de las empresas son el estilo corporativo —identificado, fundamentalmente, con las capacidades del líder—, la gestión de los recursos humanos, los procesos de aprendizaje organizativo y la vigilancia tecnológica. Los resultados obtenidos sugieren que existen unos rasgos comunes a las empresas innovadoras relacionados con su cultura corporativa, especialmente en lo que se refiere al liderazgo del promotor o promotores en la asunción de riesgos, la valoración de los recursos humanos como activo fundamental y el estímulo de los procesos de aprendizaje, sobre todo en contextos internacionales.

Por su parte, **Juan Ramón García** (Servicio de Estudios Económicos del BBVA), **Luis A. Puch** (Universidad Complutense, FEDEA e ICAE), **Emma García** (Columbia University) y **L. Fernanda Gutiérrez** (Universidad de Oviedo y FEDEA) estudian específicamente el caso de Álava, cuyo gasto en innovación durante el periodo 2003-2007 fue del 4,2 por 100 del PIB, claramente superior a la cifra del conjunto del territorio nacional. El detallado análisis descriptivo realizado por estos autores pone de manifiesto que, si bien las cifras alavesas de I+D son comparables a las de la mayor parte de países europeos, Álava destaca básicamente por su gasto de inversión en maquinaria avanzada. Los datos también sugieren que este rasgo está asociado al peso extraordinario del sector de material de transporte en el sistema de innovación alavés. En la medida en que los equipos adquiridos incorporen mejoras tecnológicas, ello podría implicar que en este territorio los procesos de adopción de tecnología tienen una mayor relevancia respecto a las actividades de I+D que tradicionalmente se asocian con la creación de innovaciones. La existencia de un patrón sesgado hacia la adopción de innovaciones parece confirmarse cuando se examina la evolución del número de patentes y de los modelos de utilidad como indicadores de los resultados tecnológicos. Tal como señalan los autores, la aplicación de este marco de análisis de datos agregados a estudios de caso relacionados permitiría una mejor definición de políticas dirigidas al fomento del progreso tecnológico.

OPINIONES

La consciencia de la importancia que tiene el desarrollo de la cultura innovadora en la sociedad y en las empresas como mecanismo de incremento de la competitividad de la economía y, por deducción, del crecimiento económico y de su distribución territorial, ha hecho que desde FUNCAS se considerara la necesidad de conocer de primera mano la percepción, las opiniones y las medidas que sobre este aspecto tienen y propugnan aquellos que obstentan las competencias tecnoló-

gicas en el ámbito regional. Las opiniones expresadas ponen de manifiesto la relevancia que desde las comunidades autónomas se da a este tipo de medidas, el compromiso de sus gobiernos, pero también se deja entrever la dificultad que entraña el diseño de políticas tecnológicas que finalmente terminen en la incorporación de ese nuevo conocimiento a aplicaciones en el sistema productivo.

En definitiva, este número de PAPELES encara una problemática crucial para el futuro de nuestro país. En FUNCAS se es consciente de que muchos temas han quedado fuera del análisis, pero existe la certeza de que los temas tratados son del todo pertinentes. El deseable cambio de sistema productivo no tiene otra vía de solución que apostar de forma decida por la innovación. Pero, por otra parte, un proceso de consolidación fiscal indiscriminado, un sistema financiero sumido en un proceso de transformación, una sociedad —empresarios y trabajadores— ahogada por los problemas del día a día, pueden terminar desplazando los esfuerzos hacia las cosas más urgentes y olvidar la innovación que, aunque empieza a ser urgente, es, sobre todo, necesaria.

COLABORACIONES

I.
LA SITUACIÓN DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA

UN DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INNOVACIÓN EN ESPAÑA

Juan MULET MELIÁ

Director General de COTEC

Resumen

En este artículo se discuten los mecanismos para medir el proceso innovador de los países, así como la importancia del sistema de innovación como elemento aglutinante de todos los agentes y condicionantes que intervienen en dicho proceso.

El sistema español de innovación es pequeño para la dimensión de nuestra economía y deficientemente estructurado, cuando se compara con los ejemplos mundiales más eficientes. Esta situación, sin duda muy mejorable, no debe empañar el gran esfuerzo que el país ha hecho en la última década para acercarse a los valores europeos. La cuestión ahora es saber si nuestro sistema de innovación es ya un motor de la competitividad. Las cuestiones que deben ser abordadas más urgentemente, porque necesitan mayor plazo para su solución, son las que afectan al sistema educativo, a la calidad de nuestras instituciones científicas y al contenido tecnológico de nuestro tejido productivo.

Palabras clave: políticas de innovación, políticas de investigación, innovación industrial, investigación aplicada.

Abstract

Mechanisms to measure the innovation process ocurring in the countries as well as the importance of innovation system as an aggregating element for all the agents and determining factors involved in this process, are discussed in this paper.

The Spanish innovation system is small for the size of the economy of the country, and it is poorly structured when compared with the most efficient examples in the world. Although undoubtedly open to improvement, this situation should not detract from the great effort that the country has made over the last ten years to align with European values. The question now is to ascertain whether this system of innovation is a driving force of competitiveness. Topics such those affecting educational system, quality of our scientific institutions, and technological content of our productive fabric, need to be addressed earlier, because of their importance and they will take more time to be solved.

Key words: innovation policy, research policy, industrial innovation, applied research.

JEL classification: O31, O32, O38.

I. INTRODUCCIÓN

La innovación puede definirse como todo cambio que genera valor. En el ámbito empresarial ese valor se mide, por supuesto, en términos económicos. Y la razón que tiene una empresa para innovar es generar más valor para así aumentar la competitividad de sus productos y servicios. Una competitividad que debe demostrarse en los mercados internacionales, ya que si no tiene éxito en esos mercados el inevitable proceso de globalización hará que difícilmente pueda mantenerse en su mercado local.

Existen diversos condicionantes que hacen que una sociedad en su conjunto sea más o menos competitiva, desde los llamados condicionantes básicos (eficiencia de las instituciones, calidad de las infraestructuras, estabilidad macroeconómica, etc.) hasta los calificados como impulsores (educación superior, eficiencia de los mercados de bienes, de trabajo y financieros…). Pero, para la empresa, competitividad equivale básicamente a productividad, porque es muy poca la influencia que como entidad individual puede tener en los condicionantes e impulsores citados. Puesto que la productividad de la empresa es simplemente el cociente entre el valor de lo obtenido y el de los recursos aplicados, la innovación constituye una clara fuente de competitividad, ya que gracias a ella se reducen los recursos aplicados, aumenta el valor de lo producido o ambas cosas a la vez (WEF, 2009).

Muy raramente, la innovación es fruto de una casualidad. Por regla general, es consecuencia de un proceso más o menos sistemático, guiado por conocimientos que la empresa posee y que le permiten tanto idear la futura innovación como materializarla. Por esto, es más exacto definir la innovación como todo cambio, basado en el conocimiento, que genera valor.

Schumpeter ya enumeró en 1911 los cambios que podrían dar lugar a innovaciones porque son capaces de crear valor. Éstos eran la introducción en el mercado de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado; la puesta en práctica de un mejor proceso de producción de un bien o de provisión de un servicio; la apertura de un nuevo mercado; el acceso a nuevas fuentes de recursos humanos, materiales o inmateriales, y, también, nuevas formas de organizar el funcionamiento de la empresa. (Schumpeter, 1993)

Esta sencilla lista tiene una fácil lectura desde el punto de vista de los conocimientos que hacen posibles estos cambios. Los conocimientos derivados de las ciencias exactas y naturales soportarían las innovaciones tecnológicas, que tendrían su expresión en las mejoras de productos y en algunos aspectos de los servicios y de los procesos de producción o provisión. Y otros aspectos de las mejoras de los servicios y de los procesos de producción o provisión, o de las mejoras comerciales, dependerían más de conocimientos

propios de las ciencias socioeconómicas y humanas.

Una tecnología no es más que una técnica, una manera de hacer cosas útiles, que ha sido entendida, mejorada o creada gracias al conocimiento científico. Pero mientras que en el campo de las ciencias exactas y naturales hay una gran experiencia en la transformación del conocimiento científico en conocimiento tecnológico, es decir en tecnología, no ocurre lo mismo con las tecnologías que pueden provenir, y en muchos casos provienen, de las humanidades y de las ciencias socioeconómicas, ya que en este ámbito el concepto y la práctica de la investigación tecnológica, la que crea tecnología, no han sido tan asumidos como en el de las ciencias exactas y naturales. La necesidad, cada día mayor, de innovaciones comerciales y organizativas hará seguramente que, para todos los campos del conocimiento, exista su «tecnología» y su «investigación tecnológica».

El proceso de innovar es inseparable del concepto de empresa, porque su creación es en sí misma una innovación. Peter Drucker decía que nunca había conocido a ningún buen empresario que no fuera innovador (Drucker, 1993). Pero es evidente que la intensidad de la innovación es distinta según la empresa, llegando muchas veces incluso a parecer que está ausente de su quehacer. Esta innovación invisible, incluso para sus propios agentes, es la llamada «innovación oculta», no formalizada, y por tanto más difícil de detectar.

Los procesos de innovación que la empresa ha formalizado son los que han atraído la atención de los estudiosos de esta actividad empresarial. El *Manual de Oslo* de la OCDE de 2005 reúne el conocimiento convencional sobre este proceso, después de una serie de ediciones sucesivas, publicadas a medida que se fueron comprendiendo más y más las razones y las formas de innovar. La primera edición, que data de 1992, trataba sólo de la innovación tecnológica en el sentido clásico, es decir, la basada en las ciencias exactas y naturales, y sólo en los sectores manufactureros. La segunda edición, de 1997, ya incluía sectores de servicios, pero todavía se limitaba a la innovación clásica. Es ya en la última, de 2005, cuando se consideran, además de las innovaciones en todos los sectores, las basadas en otros tipos de conocimiento, y se definen las innovaciones «no tecnológicas», que se clasifican en organizativas y comerciales (OECD, 2005).

La formalización más completa por la empresa de su proceso innovador ocurre cuando implica a un departamento de I+D, que tendrá siempre el compromiso de emprender tareas de «desarrollo experimental», entendido como lo define la OCDE, es decir «trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes para la concepción y materialización de nuevos productos o procesos y de sus mejoras». Algunas veces, se implicará en actividades de investigación tecnológica, para crear tecnología que usará en su desarrollo experimental. Mucho más raramente, dedicará recursos a obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, que ayuden a su investigación tecnológica. Este departamento empresarial de I+D abordará así «investigaciones básicas orientadas». Hoy en día, han quedado atrás aquellos años en los que grandes empresas, monopolistas de hecho o de derecho, permitían a sus laboratorios dedicar recursos a la investigación no orientada, la emprendida con el simple interés de satisfacer la curiosidad del hombre. Esta investigación básica no orientada, que tantos beneficios ha aportado a la sociedad, ha sido asumida en su práctica totalidad por los establecimientos públicos de investigación y desarrollo.

Pero es verdad que muchas empresas innovan, crean o mejoran productos, procesos o servicios sin recurrir a verdaderos departamentos de I+D. Una posibilidad es formalizar grupos que se dediquen a concebir estas innovaciones y a gestionar el proceso de innovación, que podría incluir desde la generación de nuevo conocimiento hasta la primera materialización de la idea. Pero otra, muy frecuente, y que en cierta medida contradice los principios que guiaron los primeros estudios sobre la innovación, es la que confía ésta, de manera más o menos informal, a los departamentos de operación de las empresas. Éstos, en su quehacer diario, mejoran, y en ocasiones crean, productos, procesos y servicios que se incorporan a la oferta de la empresa, especialmente en las del sector servicios, pero no sólo en ellas. Es lo que antes hemos denominado «innovación oculta», o «innovación implícita en la actividad empresarial», que es difícilmente detectada por las encuestas que pretenden, con la metodología del *Manual de Oslo*, medir la actividad innovadora de una economía.

Entender el proceso de la innovación implícita es una tarea que está por hacer. Sería preciso conocer, si se quiere activar e impulsar su eficiencia, muchas cuestiones. Entre ellas, cómo es el proceso de adquisición del conocimiento que la hace posible, cómo es el entorno que la hace más frecuente y más productiva, cómo son los propios procedimientos de definición y de materialización de estas innovaciones. Éstas y otras cuestiones

serían la base para responder a preguntas tan elementales sobre si es conveniente esta forma de innovar o, por el contrario, es preferible impulsar procesos más formales. Y, en caso de su conveniencia, cómo deberían diseñarse las unidades de operación para que surgieran más innovaciones o cómo sería la formación reglada y continua del personal que debería implicarse en estos procesos hoy ocultos.

II. ¿QUÉ SABEMOS REALMENTE SOBRE LA INNOVACIÓN QUE SE REALIZA EN UN PAÍS?

En casi todos los países de la OCDE, los datos sobre su actividad innovadora proceden de las encuestas que se realizan siguiendo las pautas de la edición más reciente del *Manual de Oslo*. Esto permite comparar con cierta tranquilidad los valores de los diferentes indicadores con los de otros países de la misma área, pero no asegura que se esté midiendo toda la actividad innovadora del país. Es más que probable que no aflore en estas estadísticas la innovación implícita en la actividad empresarial, porque, por su propia definición, la empresa no la tiene identificada, y difícilmente la podrá incluir en su respuesta a la encuesta.

Pero también hay otras dificultades que obligan a relativizar los resultados que proporcionan las autoridades estadísticas, que sin duda garantizan el proceso de toma de datos y las operaciones posteriores para reflejar lo que realmente se mide. Quizá la limitación más importante viene de la inevitable dependencia del encuestado, porque es él quien define y califica las innovaciones de las que informa. En las innovaciones indudablemente radicales habrá siempre coincidencia, mientras que en las demás, en las incrementales, los criterios pueden ser muy diversos.

Por lo que se refiere a la evaluación de las actividades empresariales que conducen a la innovación, el *Manual de Oslo* procede a clasificarlas en tres grandes grupos. Uno se refiere a la generación y adquisición de conocimiento, otro a la preparación para la producción o provisión de nuevos o mejorados productos o servicios, y un tercero, a la reducción del riesgo comercial de la futura oferta.

La actividad de investigación y desarrollo corresponde al primer grupo y su valoración presenta pocas dificultades, porque son gastos bien definidos y, por regla general, bien contabilizados, tanto si se realizan internamente como si son subcontratados. Estas actividades, según los resultados obtenidos en todas las encuestas, son las de mayor coste, por lo que constituyen el *proxy* más frecuentemente utilizado en las estimaciones de actividad innovadora. La siguiente actividad en importancia económica en todas las encuestas es la adquisición de tecnología incorporada en los bienes de equipo y en los productos intermedios adquiridos. Y la razón de su importancia económica puede estar en su dificultad de medida. Es evidente que un bien de equipo debe valer más que el conjunto de sus componentes, porque es la tecnología que incorpora la que le convierte en lo que es, pero no está totalmente claro cómo debe valorarse este conocimiento. Con mucha frecuencia se opta por asignar el coste total del equipo o del producto intermedio a la actividad innovadora, sobrevalorándola. El último elemento de este primer grupo es la adquisición de tecnología en forma de patentes, licencias o *know-how*, cuyo valor puede ser el de mercado.

En el segundo grupo, el de preparación para la producción, se incluye la ingeniería, el diseño, la formación y los costes de las preseries. Todos ellos fácilmente valorables. Y en el tercer grupo se encuentran actividades muy específicas de cada sector para asegurar lo más posible el éxito comercial. Como ejemplo, pueden citarse los muestrarios que habitualmente fabrican las industrias textiles y del calzado.

Si bien los países de la OCDE usan la metodología del *Manual de Oslo* para sus encuestas, no siguen pautas parecidas ni en su frecuencia ni en el número ni en el tipo de empresas consultadas. Nuestro Instituto Nacional de Estadística tiene una larga experiencia en estas encuestas, que son anuales desde 2002, y que nuestra legislación hace de respuesta obligatoria. En otros países se realizan cada cuatro años, y su cumplimentación es voluntaria. Por todas estas razones, y dado el fuerte componente subjetivo de algunas de las respuestas más relevantes, no es posible conseguir una verdadera comparabilidad internacional.

En el caso de España, desde 2003 existe además el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), construido a partir de los datos sobre empresas que recogen las encuestas sobre innovación y la *Estadística sobre actividades de I+D* del INE, según las recomendaciones del *Manual de Oslo* y del *Manual de Frascati* respectivamente. Este panel ofrece observaciones continuadas en el tiempo de un colectivo de más de 12.000 empresas de todos los sectores de actividad y de todos los tamaños, en función del número de asalariados. El panel cuenta con más de 460 va-

riables que recogen información general y económica básica de cada empresa, de sus actividades y gastos para la innovación, de los resultados de esas actividades y de los factores que las obstaculizan.

El PITEC se creó con el objetivo de ofrecer un instrumento estadístico que permitiera realizar análisis longitudinales de la evolución de las actividades de I+D y de innovación tecnológica aplicando técnicas de panel, pudiendo obtener así estimaciones muy precisas de los cambios temporales en esas actividades, y también mostrar la heterogeneidad en las decisiones adoptadas por las empresas o en sus consecuencias. En definitiva el PITEC contribuye a conocer mejor el comportamiento innovador de las empresas, y ofrece en este sentido información complementaria a la que publica anualmente el INE sobre la innovación que se realiza en el país (COTEC, 2005).

Los resultados de las encuestas nacionales se están explotando por diferentes caminos, pero es necesario advertir que las conclusiones que se obtienen deben ser siempre tomadas con gran precaución, no sólo por las dificultades de la medida ya comentadas, sino también por el uso que se hace de los datos. Así por ejemplo, el CIS (*Community Innovation Survey*) simplemente agrega las estadísticas nacionales que han sido realizadas en momentos y a unidades de características muy diferentes (EUROSTAT, 2006), mientras que los *Scoreboard* buscan indicadores sintéticos, mezclando datos objetivos, obtenidos de registros, con opiniones necesariamente subjetivas, y con los resultados de las encuestas de innovación (UNU-MERIT, 2009). Por estos motivos, es frecuente que se obtengan conclusiones que pueden ser fácilmente cuestionadas.

III. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. EL SISTEMA DE INNOVACIÓN

Simplemente por razones históricas, la innovación clásicamente llamada tecnológica, la basada en conocimientos de las ciencias exactas y naturales, es la más estudiada y, por lo tanto, la más conocida. La primera edición del *Manual de Oslo* recopiló lo que se sabía en 1992, y se han sucedido trabajos empíricos y teóricos para entenderla. En su famoso artículo de 1982, titulado «¿Cuán exógena es la ciencia?», Nathan Rosenberg demostró que una fuente de conocimiento válida para la innovación eran los problemas que se presentaban en el día a día de la actividad empresarial (Rosenberg, 1981). Estos problemas, y las enseñazas obtenidas de ellos, debían ser conocidos por los que pretendían surtir de tecnología a la actividad productiva. De esta manera, puso en evidencia que en el proceso de innovación, además del flujo de transferencia de conocimiento desde los lugares de generación y del flujo financiero necesario para que esto ocurriera, los dos únicos flujos que se cuidaban en las políticas de fomento de la innovación del momento, había que tener en cuenta un tercer flujo que surgía de las unidades de producción y que presentaba sus problemas a los que profesionalmente se ocupaban de generar tecnología. También quedó claro que la información objeto de estos flujos podía precisar de traducción, en un caso para que el problema identificado por la unidad de producción fuera entendido por el investigador, y en el otro para que la tecnología pudiera ser aplicada por el ingeniero. Surgía así la explicación de la existencia de un nuevo agente en el proceso de innovación, que es conocido como órgano o infraestructura de soporte a la innovación. Este descubrimiento permitió, años más tarde, la aparición de un nuevo concepto, el de sistema de innovación, que se ha revelado como una herramienta muy útil para entender este complicado proceso.

Si se admite que la innovación ocurre dentro de un sistema, es decir, con la intervención de múltiples elementos, que a la vez pueden ser subsistemas, que interaccionan entre sí tanto para ayudar como para entorpecer el proceso innovador, es posible identificar y entender el papel de cada agente y comprender sus interacciones (Lundwall, 1992). El análisis de todo sistema comienza por su partición en susbsistemas, y de ello depende en buena parte la calidad del resultado obtenido.

Una partición que ha resultado conveniente para analizar el sistema español de innovación es la que identifica cinco subsistemas. El primero e imprescindible es el tejido productivo, porque sin empresas no puede existir innovación. El segundo es el sistema público de I+D, que es la mayor y mejor fuente de conocimiento. El tercero lo constituyen las numerosas organizaciones que ayudan al proceso, creando y transfiriendo conocimiento en los dos sentidos, pero con más especialización en el flujo procedente de los problemas del proceso productivo. El cuarto, las diferentes administraciones públicas, que actúan como financiadoras y como reguladoras y normalizadoras de la actividad técnica y económica. Y, finalmente, un quinto subsistema que incluye a todas aquellas instituciones que, no habiendo sido creadas para la innovación, resultan necesarias para que ésta tenga lugar. Se trata de un gran subsistema, llamado genéricamente «entorno», muy heterogéneo y

formado por lo menos por instituciones tan importantes como el sistema financiero, el educativo y también el mercado (COTEC, 2004).

La descripción de estos subsistemas debe completarse con la de las relaciones que existen entre cada uno de ellos, lo que obliga, por simplicidad, a que su número no sea elevado. La partición aplicada para el caso español es una solución de compromiso entre el número de subsistemas y de relaciones que se ha demostrado abordable.

Desde el punto de vista de la innovación, el tejido productivo debe ser analizado para conocer por lo menos su composición sectorial y su estructura por tamaños, porque son determinantes de su capacidad para generar conocimiento y para utilizarlo en sus estrategias. Como es lógico, son datos relevantes el gasto que suponen sus actividades de innovación y, dentro de ellas, las de I+D, así como el número y especialidad de sus investigadores y su personal auxiliar, que de alguna forma miden los llamados *inputs* de su proceso innovador. No menos interesantes son sus *outputs*, que se expresan fundamentalmente en la facturación en productos y servicios nuevos o mejorados, pero también en las patentes obtenidas y en los ingresos procedentes de licencias de su tecnología.

El sistema de I+D público estará definido por el número y las características de sus instituciones. Afortunadamente, los países de la OCDE tienen larga experiencia en medir su actividad científica. Utilizan desde 1963 la metodología de un *Manual* llamado de *Frascati*, que permite encuestar a todas las unidades nacionales de investigación, tanto públicas como privadas. La experiencia acumulada asegura una buena credibilidad de los datos obtenidos, que está reforzada por tratarse de una actividad razonablemente formalizada y, al ser cara, sometida a control tanto en el sector público como en el privado (OECD, 2002).

Los datos que caracterizan al sistema público son los de su gasto, el personal investigador y auxiliar implicado, y las disciplinas que les ocupan. Sus *outputs* son fundamentalmente las publicaciones científicas, los contratos de transferencia y consultoría con el sector público y privado, y también las patentes.

Cuanto más avanzado sea un sistema de innovación, mayor será el número y la variedad de las organizaciones que facilitan el proceso de innovación, proporcionando servicios de alto contenido tecnológico a las empresas. Éstas pueden ser de titularidad tanto pública como privada, pero siempre es su misión facilitar el uso de conocimiento en la concepción y materialización de productos y servicios. Toman muy diferentes formas, y entre ellas están los centros y parques tecnológicos, los órganos de transferencia de tecnología y las consultorías o fundaciones. Para conocer este subsistema, se debe proceder a la descripción de estas entidades y a la evaluación de los recursos que implican. Su eficiencia se mide fundamentalmente a través de los contratos de servicios que generan, aunque también pueden ser origen de publicaciones científicas o tecnológicas y de patentes.

En la actualidad, todos los niveles de la Administración han optado por intervenir en el proceso de innovación. Su justificación está tanto en los fallos del mercado del conocimiento como en el deficiente funcionamiento del sistema de innovación. Las intervenciones son históricamente de tres tipos. En primer lugar, las ayudas financieras, que toman forma de subvenciones, créditos blandos y exenciones fiscales. Segundo, el mantenimiento de organizaciones que pretenden hacer más fácil a las empresas el proceso de innovación, como es el caso de los centros públicos de I+D, pero también de centros y parques tecnológicos, y el de una institución tan antigua como el sistema de protección de los derechos de propiedad industrial e intelectual. La tercera vía de intervención, aunque de forma indirecta, es la capacidad reguladora de las administraciones, que se manifiesta en muchos de los objetos de la regulación, porque una regulación raramente es neutra para la innovación, ya que puede hacer más o menos atractiva la introducción de nuevos productos o servicios y sus mejoras. Recientemente, está tomando fuerza como instrumento de política de innovación la compra pública, que actuaría sobre la demanda, frente a los instrumentos clásicos, que lo han hecho sobre la oferta (COTEC, 2008).

La intervención de la Administración es siempre un proceso complejo, porque exige todo el rigor que se requiere para el uso del dinero público, y necesariamente responde a criterios ideológicos. Los estados modernos se han dotado de unos órganos administrativos especializados que proponen leyes y reglamentos, y gestionan complejos mecanismos de asignación y control de fondos públicos. La idoneidad, siempre muy difícil de evaluar, de estos actos administrativos sería la medida de la eficiencia de este subsistema, nunca la cantidad, porque es evidente que la burocracia es un seguro freno a la innovación.

El quinto subsistema es, como ya se ha dicho, muy complejo y

heterogéneo. En el momento actual, cuando la crisis ha hecho más necesario que nunca buscar nuevas fuentes de riqueza, especialmente para los países más desarrollados, este último subsistema ha atraído la atención que nunca tuvo. Y todo parece indicar que ha llegado el momento de aplicar más esfuerzos para lograr su mejor funcionamiento. Y hay muchas razones para ello. La empresa innovadora está fuertemente condicionada por su entorno. En él debe encontrar las mentes capaces de entender, crear y aplicar el conocimiento que dará lugar a la innovación. La financiación de estas actividades vendrá de este entorno y dependerá tanto de los recursos disponibles como de la habilidad de los financieros para evaluar las ventajas de las propuestas innovadoras. El mercado es la razón de ser de la empresa, y su propensión a innovar está determinada por la actitud de los compradores, tanto públicos como empresariales o individuales. La legislación, la normativa y, en general, la cultura no son menos importantes para el desarrollo de las oportunidades de innovar. No es pues extraño que después de lo ya conseguido con las políticas de innovación, que han actuado sobre la propia empresa y también sobre la generación de nuevo conocimiento y sobre los servicios tecnológicos, y ante la necesidad de explotar al máximo el potencial del conocimiento, que, utilizando las palabras de Vannevar Bush, parece no tener límites, se pretenda ahora actuar con más contundencia sobre el entorno (BUSH, 1945).

IV. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN

El sistema español de innovación es pequeño para la dimensión de nuestra economía y deficientemente estructurado cuando se compara con los ejemplos mundiales más eficientes. El indicador más fiable para comparaciones es, sin duda, el gasto total en I+D, que fue en 2008 de 14.701 millones de euros, sólo el 1,35 por 100 del PIB, cuando la media de la Europa de los 27 era el 1,85 por 100 en 2007. La descomposición de este gasto, tanto en su origen como en su destino, muestra la deficiente estructura de nuestro sistema (INE, 2010b). Nuestra investigación es financiada en un 45 por 100 por el sector privado, cuando el objetivo de la Unión Europea la sitúa en un 66 por 100. Y es ejecutada por las empresas en un 56 por 100, porcentaje muy inferior al 70 por 100 que registró, por ejemplo, Alemania, o al 72 por 100 de Estados Unidos (OECD, 2010).

El número de investigadores y su reparto entre el sector público y el privado también es diferente y peor del que sería deseable. En 2008 había en España un total de 131.000 investigadores, lo que suponía que se contaban 6,47 por cada 1.000 activos, cifra comparable con los 6,0 de la media comunitaria de los 27. Pero, por otra parte, los que trabajan en nuestra empresa representan sólo 2,5 por cada 1.000 activos, frente a los 3,9 de la media europea. Las diferencias con los otros grandes países europeos son, lógicamente, mayores. Alemania tenía 9,6 por cada mil activos, de los que 5,9 trabajaban en la empresa. Francia 11,7, con 6,4 empresariales. Así, por ejemplo, si el número y la distribución de los investigadores por población activa de España tuvieran que ser los de Francia, el número de investigadores totales debería multiplicarse por 1,6, pero el de los empresariales por 2,6 (INE, 2010b).

Esta situación, sin duda muy mejorable, no debe empañar el gran esfuerzo que el país ha hecho en la última década para acercarse a los valores europeos. Los investigadores de las empresas españolas, estimados en equivalentes a jornada completa, fueron 46.375 en el año 2008, y gastaron 8.074 millones de euros. Unas cifras todavía pequeñas cuando se las compara con las de los grandes países europeos, pero mucho mayores que las teníamos en España hace tan sólo diez años. Entonces, los investigadores de las empresas, contados de la misma manera, eran 12.009 y gastaban 2.144 millones de euros (INE, 2010b). El crecimiento medio anual acumulativo en ambos indicadores ha sido superior al 13,5 por 100 durante esta década. Y también la mayoría de los indicadores que se utilizan para evaluar la actividad innovadora de un país, han crecido de forma parecida para España, durante estos últimos diez años. En consecuencia, nuestro sistema de innovación parece haber salido de su infancia, porque se ha dotado de los elementos que caracterizan a los más avanzados y se pueden dar buenos ejemplos de colaboración entre ellos. Pero está todavía lejos de la madurez.

Los resultados de esta continuada aplicación de recursos dan también cuenta de este esfuerzo. La producción científica española, medida en publicaciones en revistas de prestigio mundial, ha pasado de unos 16.000 artículos en 1997 a casi 43.000 diez años más tarde, lo que supone un crecimiento anual acumulativo de casi el 12 por 100, que nos ha permitido originar en 2008 el 3,2 por 100 de todas las del mundo (COTEC, 2009). Algo parecido ha ocurrido con las patentes españolas concedidas a residentes en nuestro país. Un crecimiento anual acu-

mulativo de más de un 12 por 100, las ha hecho pasar de las 1.029 de 1997 a las 3.317 de diez años más tarde. Otro dato menos conocido es que las patentes triádicas, aquellas que se protegen simultáneamente en Europa, EE.UU. y Japón, son más o menos las que nos corresponden por nivel tanto de gasto en investigación como de publicaciones científicas, aunque sólo sean el 0,4 por 100 mundial. El valor añadido de los sectores de alta y media-alta tecnología también ha aumentado, pero sólo alrededor del 6 por 100 anual acumulativo entre los años 2000 y 2006 (INE, 2010b).

El efecto de este esfuerzo también es visible en el crecimiento, en número y en actividad, de las denominadas infraestructuras u organizaciones de soporte a la innovación. Se trata de entidades de ámbito público, semippúblico o privado que tienen capacidad para entender las necesidades de conocimiento de las empresas y para localizar, o generar en su caso, la tecnología que las satisfaga. Estas organizaciones facilitan la actividad innovadora de las empresas, proporcionándoles medios materiales y humanos para su I+D, expertos en tecnología, soluciones a problemas técnicos y de gestión, así como información y una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica. Son particularmente importantes en el caso de las PYME, y sobre todo para las de sectores productivos tradicionales, que acceden con más dificultad a información, recursos humanos y financieros e instalaciones para completar por sí mismas sus procesos de innovación.

Un tipo de entidad de soporte a la innovación muy característico es el centro tecnológico. Estos centros suelen surgir en el seno de asociaciones de empresas, habitualmente del mismo sector industrial, como respuesta a la creciente dificultad de asumir individualmente los costes de creación y mantenimiento de unas instalaciones técnicas cada vez más complejas. Con un carácter semipúblico o totalmente privado, están centrados fundamentalmente en la realización de ensayos y medidas, controles de calidad, trabajos de I+D contratada, etcétera.

Según datos de FEDIT, asociación que agrupa a la mayoría de los centros tecnológicos españoles, el número de sus centros asociados, que en 1996 eran 48, ascendía a 67 en 2008, y el número de sus empresas clientes ha experimentado en el mismo periodo un crecimiento similar, pasando de las 23.400 empresas de 1996 a las 31.500 de 2008 (FEDIT, 2009).

Otras entidades activas en el apoyo a la innovación, especializadas en la transferencia de la tecnología generada en las universidades y centros públicos de investigación, son las OTRI (oficinas de transferencia de los resultados de investigación). Nacieron en 1988 y recibieron carácter oficial con la creación de un Registro Oficial de OTRI en la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

Según los datos publicados por RedOTRI, el volumen de los servicios de I+D+i bajo contrato realizados por la red de OTRI de las universidades creció desde 122 millones de euros en 1996 hasta 546 millones en 2007. Otro indicador de su actividad de transferencia de tecnología, como es el número de patentes solicitadas, prácticamente se ha duplicado entre 2001 y 2007, pasando de 239 a 434 (RedOTRI, 2009).

Por último, otra importante categoría dentro de las infraestructuras de soporte a la innovación son los parques científicos y tecnológicos. Se trata de iniciativas urbanísticas de ámbito local o regional, destinadas a estimular la inversión en actividades de alta tecnología, fomentar la comunicación entre los sectores investigador e industrial y crear empleo mediante la concentración física de empresas con base tecnológica. Los parques pretenden crear un medio en el que se produzca un fenómeno de difusión de innovaciones y transferencia de tecnología que debiera culminar con el nacimiento, en el parque y sus inmediaciones, de un tejido de PYME innovadoras. La consecución de este fin supone la presencia en el parque, o en su entorno, de universidades o centros de investigación que generen un flujo de conocimiento útil para las empresas y de entidades dispuestas a financiar la creación de PYME innovadoras, asumiendo este riesgo. Actualmente, existe una clara tendencia a la creación de parques de dimensiones mucho menores y con una conexión muy fuerte con universidades, que son los denominados parques científicos.

La mayoría de estas instituciones están asociadas a la APTE (Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España). Esta asociación, que contaba con seis socios activos en 1988, tenía 32 activos en 2008 y otros 47 afiliados todavía no plenamente operativos. El número de empresas y entidades alojadas en los parques creció desde las 500 de 1997 hasta las 4.600 de 2008, que daban empleo a 128.000 personas, de las cuales casi 19.000 realizaban tareas de I+D. La facturación total de estas empresas ha crecido de forma parecida, desde poco más de 1.000 millones de euros en 1997 hasta más de 18.000 en 2008 (APTE, 2009).

En la evolución del sistema español de innovación, las adminis-

traciones, tanto las regionales como la Administración general del Estado (AGE), han desempeñado un importante papel como reguladoras de aspectos técnicos y jurídicos relacionados con la innovación y, en mucha mayor medida, como impulsoras de la actividad innovadora, estableciendo complejos mecanismos de ayudas financieras directas e indirectas. Así, todas las administraciones regionales destinan parte de sus presupuestos a la política de innovación. En 2009, el conjunto de las comunidades autónomas destinaron más de 2.600 millones de euros a esa política. Por su parte, la AGE, en la última década, ha multiplicado por tres los recursos de la partida 46, de investigación desarrollo e innovación, que en 2010 ascienden a más de 9.000 millones de euros. También fue muy notoria la introducción de incentivos fiscales a la innovación, considerados como los más generosos de los países de la OCDE, y más recientemente lo ha sido otra singular aportación, la inclusión de la posibilidad de la «compra pública de tecnología innovadora» en la Ley de contratos del sector público.

El instrumento de política de innovación por excelencia es el Plan Nacional de I+D, que tuvo su origen en la Ley de la Ciencia de 1986, y ha sido desarrollado desde entonces en sucesivas ediciones de cuatro años de duración. Su estructura y forma de gestión ha sido renovada en cada ocasión, y sin duda la transformación más importante ha sido la inclusión del Programa Ingenio 2010, que ha supuesto una nueva forma de desarrollar este tipo de política. La estructura y los resultados de la aplicación de este Plan son motivo de informes anuales muy prolijos, que son ampliamente difundidos, por lo que sería ocioso recogerlos aquí (SISE, 2010).

De los agentes que componen el quinto subsistema, el entorno, los más relevantes son el sistema educativo y el sistema financiero. Desde la enseñanza primaria y obligatoria hasta la superior son un determinante crucial de la capacidad innovadora de un país. Un sistema educativo eficaz para la innovación logra estimular las actitudes emprendedoras en la enseñanza primaria y obligatoria, forma en la etapa secundaria una cantidad suficiente de técnicos intermedios, que constituyen una fuerza de trabajo fundamental para las empresas innovadoras, y en la enseñanza superior pone a disposición del tejido productivo científicos, investigadores o gestores de calidad homologable internacionalmente. Por estos motivos, desde que la innovación es objeto de debate público, la mejora de nuestro sistema educativo es citada sistemáticamente como un factor imprescindible para elevar la capacidad innovadora española.

Un indicador muy básico para medir el esfuerzo en educación de cualquier país es el gasto dedicado a esta actividad en relación con el PIB. Según datos de Eurostat, España, con un 4,28 por 100 en 2006, último año con datos comparables internacionalmente, queda por debajo de la media de la UE15 (4,88 por 100), y muy alejada de los países más avanzados en este aspecto, como Dinamarca (7,98 por 100) Finlandia (6,14 por 100), Francia (5,58 por 100) o Estados Unidos (5,51 por 100), e incluso por debajo del esfuerzo realizado en España en 1995, que fue del 4,66 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Menor gasto relativo no debería implicar necesariamente menor calidad, pero las comparaciones internacionales disponibles tampoco dejan mucho margen para la complacencia. En una de las más difundidas, como es el programa PISA de la OCDE para la evaluación de estudiantes que acaban la enseñanza obligatoria, las puntuaciones logradas por los estudiantes españoles en las pruebas de ciencias, matemáticas y lectura se sitúan sistemáticamente en el tercio inferior de las de los países que participan en el programa (OECD, 2008). No existen programas similares de evaluación de la calidad de la enseñanza superior, pero las cifras de abandono de los estudios universitarios o de su excesiva prolongación en el tiempo tampoco son favorables a España. Y en las clasificaciones internacionales de calidad de las universidades no figura ninguna española entre las 100 primeras.

Por supuesto, las causas de esta situación deben buscarse también en aspectos culturales, mucho más difíciles de modificar, al menos a corto y medio plazo. Un indicador muy significativo de la importancia que la sociedad concede a la educación es el porcentaje de jóvenes entre 18 y 24 años que abandona los estudios, que en España alcanzó en 2008 el 32 por 100. Esta cifra sólo es superada por Portugal, y supone más del doble de la media de la UE27, que era inferior al 15 por 100. Además, evoluciona este indicador a peor, ya que el porcentaje de jóvenes españoles que abandonaron los estudios en 2000 estaba en torno al 29 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Otro aspecto cultural en el que España se diferencia de los países de nuestro entorno es que un porcentaje demasiado alto de los jóvenes que continúan estudios más allá de la etapa obligatoria consideran la enseñanza secundaria como un mero puente hacia la superior, y no como la base de su futura carrera profesional. El resultado de esta tendencia, com-

binada con la anterior, es un perfil de formación de los empleados españoles que difiere significativamente de los estándares europeos, y de los que necesitaría una economía innovadora. En 2008, el nivel de formación del 42,5 por 100 de los empleados españoles era inferior a secundaria, frente al 23,2 por 100 de media de la UE27, o el 14,4 por 100 de Alemania. En cambio, el 33,5 por 100 tenía estudios superiores, por encima del 26,9 por 100 de media UE27 o el 26,0 por 100 de Alemania. Este último sería un dato satisfactorio si no fuese porque los trabajadores que tienen como máximo nivel de formación la secundaria superior, estrato en el que se sitúan los técnicos intermedios, suponen sólo el 24,0 por 100 de los españoles, mientras que el porcentaje alemán es el 59,3 por 100 y la media europea el 49,6 por 100 (EUROSTAT, 2010).

Un buen indicador de la disponibilidad de financiación para actividades innovadoras, o también de la capacidad de absorción de la financiación disponible por los emprendedores para este tipo de actividades, es la evolución de los fondos de capital riesgo, especialmente los involucrados en las primeras etapas de creación de las empresas (capital semilla, *start-up*). Según los datos publicados por la Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI), la evolución de estos fondos en España, medida en volumen de fondos captados o invertidos, ha sido fulgurante, alcanzando en 2007 los 5.240 y 4.330 millones de euros respectivamente, desde unas cifras inferiores a los 500 millones en 1997, lo que representa un crecimiento medio anual superior al 25 por 100 (ASCRI, 2009).

Pese a este importante crecimiento, la inversión realizada en 2007 representaba aproximadamente el 0,42 por 100 del PIB, porcentaje aún inferior a la media europea, que en 2006 ya ascendía al 0,56 por 100.

Como ocurre en el conjunto de Europa, la mayor parte de las inversiones, el 56,2 por 100, se dedicó a operaciones apalancadas (MBO/MBI), el 24,7 por 100 a inversión en empresas en fase de expansión, y solamente un 4,6 por 100 a capital semilla y *start-up*, cifra que se mantiene sin superar los 200 millones de euros. No obstante, el número de operaciones realizadas en estas fases ascendió a 284, lo que representa casi el 34 por 100 del total.

El motivo de esta escasa inversión en las iniciativas más claramente innovadoras seguramente no sea la falta de disponibilidad de fondos, sino la ausencia de una demanda suficiente que permita a los inversores repartir razonablemente sus riesgos

V. NUESTRA INNOVACIÓN ANTE LA CRISIS

La evolución reciente del sistema español de innovación ha sido claramente positiva, y supone un significativo cambio en la historia de nuestra ciencia y de nuestra tecnología. La cuestión ahora es saber si nuestro sistema es ya un motor de la competitividad de nuestra economía, porque en su bajo nivel está nuestro mayor problema económico, en cuya solución la capacidad tecnológica tiene que jugar un papel importante.

Si cabía alguna duda, la actual crisis está demostrando que estamos muy lejos de alcanzar este objetivo, al tiempo que en la opinión pública se confirma el convencimiento de que nuestro sistema de innovación debe ser un pilar imprescindible en el nuevo modelo económico que, lo que ya se viene llamando la «nueva normalidad», exigirá.

Durante el largo periodo expansivo que ha precedido a la actual crisis, la economía española ha podido crecer al margen de su capacidad innovadora. En un entorno de financiación barata, la vivienda encontraba compradores tanto en el exterior como en el interior, y los sectores de bajo valor añadido, basados en mano de obra poco cualificada, podían todavía competir. Pero esto no podía ser sostenible. A medida que la economía iba creciendo, nuestra demanda exigía productos cada vez más sofisticados que no se fabricaban en España, y nuestros productos tradicionales eran cada vez más caros y, por lo tanto, menos competitivos, tanto en el mercado nacional como en el internacional. En consecuencia, año tras año nuestra balanza de pagos ha tenido un déficit del orden del 10 por 100 de nuestro PIB, que según demuestran los cálculos ha sido la causa del 40 por 100 de la abultada deuda externa bruta del país, que ha llegado a ser equivalente a 1,6 veces nuestro producto interior bruto.

Un análisis del déficit de la balanza de pagos muestra hasta qué punto esta fase expansiva ha cambiado nuestro país. Así, resulta que las importaciones de productos de alto contenido tecnológico han sido responsables en los años más recientes del 20 por 100 del incremento de nuestro déficit comercial. España necesita ya ser competitiva también en productos de alta tecnología. Y, por supuesto, debe seguir siéndolo en los sectores más tradicionales, generadores del resto del déficit. Esto hace afirmar que necesitamos con urgencia un sistema de innovación que incluya a muchas más empre-

sas capaces de ofrecer productos y servicios de más valor añadido, porque, para nuestro nivel de desarrollo económico e institucional, la única vía para mejorar la competitividad es el aumento de la productividad.

Nuestro sistema de innovación ha demostrado ya que es capaz de funcionar, pero deberá crecer, y de forma importante, para que la productividad de muchas más empresas crezca, y esto sólo ocurrirá cuando haya muchas más que basen su estrategia en el uso del conocimiento. En la actualidad, sólo el 1 por 100 de nuestro valor añadido bruto es generado por empresas de alta tecnología y escasamente el 4 por 100 por las de media-alta tecnología. En los sistemas de países avanzados estos porcentajes son, respectivamente, el triple y el doble. Pero, además, muchas de nuestras empresas son de pequeño tamaño. Sólo unas 4.000 pueden considerarse grandes, mientras que el 82 por 100 de nuestros trabajadores están empleados en PYME. El acceso al conocimiento de las pequeñas empresas es muy difícil, y más su integración en el sistema de innovación, quedando éste prácticamente reservado a las escasas pequeñas empresas que se dedican a los nichos de tecnología avanzada. Así resulta, según los datos disponibles, que las empresas españolas integradas en el sistema de innovación son sólo poco más de las 12.000, cuando lo razonable sería que pronto llegaran a las 40.000 y fueran capaces de duplicar el actual gasto empresarial en I+D, con lo que este indicador adquiriría el valor que corresponde a la dimensión de nuestra economía.

Cambios de este calado sólo serán posibles si se acometen dentro de una estrategia a largo plazo. Éste es el camino que están siguiendo ya otros países, bajo lo que se viene denominando «estrategias nacionales de innovación». Para España, las cuestiones que deben ser abordadas más urgentemente, porque son las que necesitan mayor plazo para su solución, son las que afectan al sistema educativo, a la calidad de nuestras instituciones científicas y al contenido tecnológico de nuestro tejido productivo.

En lo referente a la educación, en su etapa primaria deberá ésta asumir la responsabilidad de inculcar los valores y hábitos que hacen innovadora a una sociedad. Las enseñanzas de la formación profesional deberán ser simplificadas y redefinidas, partiendo de las necesidades empresariales. Habrá que cuidar también la calidad de la formación superior, porque de ella depende nuestra capacidad en el futuro de generar conocimiento, y de tomar decisiones empresariales y públicas que favorezcan el mejor aprovechamiento de la ciencia y la tecnología.

Tendremos también que plantearnos la calidad de nuestras instituciones científicas, y muy especialmente las relaciones entre universidad y empresa.

También deberá crecer el gasto de las empresas en I+D, lo que hará necesario aumentar el número de su personal técnico y, especialmente, el de sus investigadores. Y también deberá mejorar la gestión empresarial, que hoy en día todavía está muy alejada de los desafíos de la globalización.

Otro gran cambio estructural debe ser elevar el nivel tecnológico de las PYME. Porque necesitamos, por una parte, más tecnología en las de los sectores tradicionales y, por otra, más empresas de base tecnológica, que se esfuercen en triunfar en nichos de mercado de alto valor añadido. Y es claro que son los empresarios y los investigadores los que tienen la responsabilidad más inmediata de esta transformación.

Además de estos objetivos a largo plazo, una estrategia innovadora debe conseguir una pronta asunción de la importancia de la innovación en el sistema financiero y en la gobernanza de todas las administraciones públicas. Pero esto no será efectivo si no es toda la sociedad la que comprenda que el conocimiento es actualmente la mejor fuente de bienestar a la que nuestro país puede recurrir.

BIBLIOGRAFÍA

APTE (2009), *Directorio de Empresas e Instituciones 2009,* Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos, Málaga.

ASCRI (2009), *Informe anual ASCRI 2009,* Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo, Madrid.

BUSH, V. (1945), *Science - The Endless Frontier,* Washington.

COTEC (2004), *El sistema español de innovación: Situación en 2004,* Fundación Cotec, Madrid.

— (2005), *Panel de innovación tecnológica PITEC,* Fundación Cotec, Madrid.

— (2008), *La compra pública de tecnología innovadora en TIC. Libro Blanco,* Fundación Cotec, Madrid.

— (2009), *Informe Cotec 2009: Tecnología e innovación en España*, Fundación Cotec, Madrid.

DRUCKER, P. F. (1993), *La sociedad postcapitalista*, Apóstrofe, Barcelona.

EUROSTAT (2006), *Encuesta de innovación de la Comisión Europea: CIS4*, Eurostat.

— (2010), *Statistics: Education and Trainings* [en línea], Disponible en web: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes

FEDIT (2009), *Informe Anual 2008*, Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología, Madrid.

INE (2010a), *Estadística sobre actividades de I+D* [en línea], Madrid. Disponible en web: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path= por 1002Ft14 por 1002Fp057&file=inebase&L=0 >

— (2010b), *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* [en línea], Madrid. Disponible en web: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path= por 1002Ft14 por 1002Fp061&file=inebase &L=>

LUNDWALL, B. (1992) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning,* Pinter, Londres.

OECD (2002), *Frascati Manual,* OECD, París.

— (2005), *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, OECD, París.

— (2008), *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*, Santillana Educación, Madrid.

— (2010), *Main Science and Technology Indicators 2009/2,* OECD, París.

RedOTRI (2009), *Informe RedOTRI 2008*, Madrid.

ROSENBERG, N. (1981), «¿Es exógena la Ciencia?», en *Dentro de la caja negra: tecnología y economía,* El Hogar del Libro, Barcelona.

SCHUMPETER, J. A. (1993), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Transaction Publishers, New Brunswick.

SISE (2010), *Sistema Integral de Seguimiento y Evaluación* [en línea], Disponible en http://sise.fecyt.es/sise-public-web/

UNU-MERIT (2009), *European Innovation Scoreboard 2008: Comparative Analysis of Innovation Performance,* UNU-MERIT.

WORLD ECONOMIC FORUM-WEF (2009), *The Global Competitiveness Report 2009-2010* [en línea], Palgrave MacMillan, Hampshire. Disponible en web: <http://www.weforum.org/pdf/GCR09/GCR20092010fullreport.pdf>

LA ESTRATEGIA ESTATAL DE INNOVACIÓN, e2i. EL COMPROMISO PARA ACELERAR EL CAMBIO DE MODELO ECONÓMICO

Lourdes ARANA ULI

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

Resumen

El artículo comienza con un planteamiento del contexto global de la innovación, mostrando la relevancia de ésta en los ejercicios de prospectiva e informes sobre tendencias y orientaciones de respuesta a los retos de futuro.

Proseguiremos mostrando la situación de la innovación de España en el contexto europeo, la evolución de los principales indicadores de la I+D+i en España y el marco de iniciativas políticas nacionales encaminadas a afianzar la apuesta por el cambio de modelo económico, ya que la *Estrategia estatal de innovación* se encuadra en, y es coherente con, un conjunto de medidas orquestadas a tal fin.

Finalmente, presentaremos los ejes que articulan dicha estrategia estatal de innovación, que tiene como objetivo principal situar a España en el noveno puesto mundial de la innovación en 2015, destacando sus metas y las medidas que se han puesto en marcha para alcanzar dichas metas.

Palabras clave: Estrategia estatal de innovación, cambio de modelo económico, innovación en Europa.

Abstract

The article starts off with an approach to the global context of innovation, showing the importance of this in prospective exercises and reports on trends and guidelines in response to future challenges.

We will proceed to show the situation of innovation in Spain in the European context, the changes in the main R&D&I indicators in Spain and the framework of national political initiatives aimed at strengthening the commitment to a change of economic model, as the *State Innovation Strategy* blends into and is consistent with a set of measures developed for this purpose.

Lastly, we set forth the guidelines of this state innovation strategy, the main aim of which is to succeed in positioning Spain in ninth place in the world innovation ranking by 2015, underscoring its goals and the measures implemented in order to achieve these goals.

Key words: State innovation strategy, change of economic model, innovation in Europe.

JEL classification: O30, O32, O38.

I. INTRODUCCIÓN

ANALIZANDO diferentes enfoques de autores sobre lo que significa la definición de estrategias en el marco de las políticas públicas, destaco, por su oportunidad para enmarcar la *Estrategia estatal de innovación*, el defendido por Lindblom (1991). Según este autor, la estrategia tiene que ver con cómo concebimos nuestra particular aportación a la creación de futuro creando combinaciones e interacciones entre actores que contribuyen a transformar la realidad. La estrategia, para este autor, surge como forma de diseñar acciones bajo condiciones de acción recíproca entre actores de un mismo sistema. En el tema que nos ocupa en este artículo, la *Estrategia estatal de innovación* (e2i), el centro de atención no es sólo el uso eficiente de los medios, sino las acciones que pueden tomar otros agentes con capacidad de acción autónoma, afectando a la eficacia de las propias acciones desplegadas por los decisores públicos.

En una sociedad abierta como la nuestra, con poder distribuido, la estrategia de innovación aborda la necesidad de articular una estrategia a escala estatal como respuesta a la crisis y como modo de construcción del futuro, porque es evidente que hoy «la innovación no solo necesita de políticas, sino también, con más urgencia de directrices capaces de movilizar a toda la sociedad» (COTEC, 2010).

II. LA CARRERA DE LA INNOVACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA ECONOMÍA GLOBAL

El informe *Global Trends 2025* (1), al analizar el papel que tendrán lo que denomina «fuerzas emergentes» en el ámbito del liderazgo científico y tecnológico, concluye que, si bien la correlación positiva entre los resultados en ciencia y tecnología y el crecimiento económico se ha hecho evidente a lo largo del tiempo, el primer factor no actúa siempre como predictor del segundo. Éste es un hecho claro en el caso de España, donde, en los últimos años, el avance en I+D nos ha situado en la novena posición en el *ranking* mundial, con el 3,7 por 100 de la producción científica, posición coherente con el tamaño de nuestra economía y con los esfuerzos realizados en los últimos años, mientras que en lo que se refiere a innovación estamos todavía alejados de la posición que nos corresponde por tamaño y capacidades. La *Estrategia estatal de innovación*, e2i, tiene como meta romper esta brecha; impulsar decididamente la transferencia de tecnología y conocimiento al sector productivo y promover la innovación empresarial.

Según el informe *Global Trends 2025*, lo realmente significativo es la *efectividad de conjunto del sistema nacional de innovación*: el proceso por el cual el conocimien-

to se mueve hacia la comercialización. Los expertos que han participado en él destacan nueve factores que contribuyen a la eficacia de los sistemas nacionales de innovación: fluidez de capital, flexibilidad de la mano de obra, receptividad del Gobierno hacia la innovación, las tecnologías para la información y la comunicación, el desarrollo del sector privado, los sistemas legales de protección de derechos de propiedad intelectual, la disponibilidad de capital científico humano, la capacidad del mercado para absorber las innovaciones y una orientación cultural hacia el fomento de la creatividad. Se espera que China e India estén en diez años al mismo nivel que Estados Unidos en dos de estas dimensiones: capital científico (India) y receptividad del Gobierno hacia la innovación (China). Vivimos en un contexto en el que los países emergentes están mostrando de forma acelerada su capacidad para innovar y están liderando el cambio con mucha determinación en un número importante de especialidades. Como ha hecho notar el Secretario General de la OCDE en la reciente presentación de un seminario en Madrid (2), está produciéndose un paulatino desplazamiento de la riqueza desde el mundo desarrollado al mundo en desarrollo, en particular a las economías emergentes. Se estima que hacia 2030 los países que actualmente no pertenecen a la OCDE representarán cerca del 60 por 100 del PIB mundial.

La OCDE, en su documento *The OCDE Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow* (2010) vuelve a dar relevancia a la necesidad de aumentar el rendimiento del sistema en conjunto para garantizar el éxito de la política pública. El documento, que recoge la orientación necesaria para las políticas de innovación tomando la perspectiva de futuro, inicia su reflexión a partir de lo que es el elemento común de todos los marcos de recomendaciones y actuaciones para garantizar el desarrollo sobre nuevas bases: las lecciones aprendidas de la crisis económica global. Al apuntar la trayectoria de crecimiento sostenible, señala el imperativo de avanzar sobre nuevas fuentes de desarrollo. En el centro, la innovación, que proporciona la base para nuevas empresas al tiempo que nos permite afrontar los problemas apremiantes sociales, económicos y medioambientales a escala mundial que los gobiernos deben afrontar.

En sus conclusiones, a modo de camino a seguir en el que se enfatiza sobre la necesidad de dar un orden de prioridad en las políticas, una mejor conjunción entre las actuaciones y la adopción de medidas normativas que reflejen la cambiante naturaleza de la innovación, se apuesta por la hoja de ruta resumida en el cuadro n.º 1.

La orientación de las políticas del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), tanto en lo que se refiere a la *Estrategia estatal de innovación* como al proyecto de Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (cuyos elementos clave describiremos más adelante), guardan una relación estrecha con este «camino a seguir», señalado por la OCDE.

Hablar de innovación es hablar de modelo de desarrollo y, por lo

CUADRO N.º 1

ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DE LA OCDE

— Centrarse de manera más estratégica en el papel de las políticas a favor de la innovación para generar un crecimiento más fuerte, menos contaminante y más justo.
— Ampliar políticas para promover la innovación, además de la ciencia y la tecnología, para reconocer que la innovación implica una amplia gama de inversiones en activos intangibles y de participantes.
— Políticas de educación y capacitación adaptadas a las necesidades de la sociedad actual, para habilitar a la gente en toda la sociedad para que sea creativa, participe en la innovación y se beneficie de sus resultados.
— Mayor atención normativa a la creación y desarrollo de nuevas empresas y su papel en la creación de innovaciones claves y fundamentales, así como de nuevos empleos.
— Atención al papel fundamental de la investigación científica para permitir la innovación radical y proporcionar los cimientos para la innovación futura.
— Mejores mecanismos para promover la difusión y aplicación del conocimiento mediante redes y mercados con buen funcionamiento.
— Atención al papel del Gobierno al crear nuevas plataformas para la innovación; por ejemplo, mediante el desarrollo de redes de banda ancha de alta velocidad.
— Nuevas tácticas y mecanismos de gobernabilidad para la cooperación internacional en ciencia y tecnología para ayudar a enfrentar los problemas mundiales y compartir los costes y los riesgos.
— Sistemas para medir el concepto más amplio y más interconectado de la innovación y sus efectos para guiar la formulación de políticas.

Fuente: The OCDE Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow (2010).

tanto, de futuro. En los últimos meses, se han producido en el contexto europeo profundas reflexiones sobre nuestros principales retos. En este sentido, quiero destacar el informe al Consejo Europeo de Reflexión sobre el futuro de la UE 2030, recogidas en el documento «Proyecto Europa 2030, retos y oportunidades», en el que se hace un ejercicio de prospectiva que ha constituido una aportación relevante a la nueva estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador: «Europa 2020».

El Consejo Europeo, en sus conclusiones del 17 de junio de 2010 (3), adopta Europa 2020 como la nueva estrategia que contribuirá a que Europa se recupere de la crisis y salga más reforzada, en la que se aporta un marco coherente para que la Unión Europea movilice todos sus instrumentos y políticas para que los estados miembros actúen con una mayor coordinación.

El Consejo Europeo confirma así los objetivos principales y comunes de la UE (véase el cuadro número 2) que guiarán la actuación de los estados miembros y de la Unión en lo que respecta a: fomento de empleo, mejora de las condiciones para la innovación, la investigación y el desarrollo, cumplimiento de nuestros objetivos en materia de cambio climático y energía, mejora de los niveles educativos y fomento de la integración social, en particular mediante la reducción de la pobreza.

Durante la presidencia española de la Unión Europea del primer semestre de 2010 se han producido contribuciones importantes a este marco de actuación común. España ha trasladado a Europa la apuesta esencial que para el Ministerio de Ciencia e Innovación supone la *Estrategia estatal de innovación*, dando impulso político al futuro *Plan Europeo de Investigación e Innovación*. El último paso de este plan se ha dado el pasado 6 de octubre, con el anuncio de la Comisión Europea de sus planes para la creación de una «Unión por la innovación» como parte de la más genérica estrategia Europa 2020. La presidencia belga del Consejo de la UE prevé presentar una serie de conclusiones para su aprobación en la reunión del Consejo de Competitividad del 25 de noviembre. Las conversaciones mantenidas también servirán como materia prima para el debate, más amplio, sobre la innovación que los mandatarios de la UE celebrarán en diciembre.

La presidencia española de la UE ha venido trabajando intensamente en la reflexión política previa a dicho plan (5). El proyecto de conclusiones del Consejo sobre la creación de una Europa innovadora (6), a iniciativa de la presidencia, en el marco del desarrollo del *Espacio europeo de investigación,* fue recogido en el Consejo de Competitividad de la Unión Europea del 25 y 26 de mayo, el cual adoptó unas «Conclusiones sobre la creación de una Europa innovadora» en las que establece orientaciones políticas a la Comisión y los estados miembros sobre los aspectos prioritarios que debería recoger el futuro Plan, englobadas en cinco ejes: *financiación, mercados, gobernanza, regiones y personas*. Estos ejes coinciden, casi en su totalidad, con los planteados por la *Estrategia estatal de innovación* (e2i). España ha hecho un esfuerzo por llevar al ámbito europeo las políticas que está diseñando e implementando a escala nacional. La estrategia estatal está íntimamente ligada a la Unión por la Innovación de la UE, lo que permitirá a España trabajar en los mismos planos.

III. EL SISTEMA DE INNOVACIÓN: VARIABLES Y SU EVOLUCIÓN EN ESPAÑA (7)

1. Situación de España en los indicadores internacionales de innovación

Medir la innovación y la competitividad y establecer variables e instrumentos que permitan su

CUADRO N.º 2

PRINCIPALES OBJETIVOS EUROPA 2020

NUEVA ESTRATEGIA EUROPEA PARA EL EMPLEO Y EL CRECIMIENTO. PRINCIPALES OBJETIVOS UE-2020

— Procurar llegar a un índice de ocupación del 75 por 100 de los hombres y mujeres con edades comprendidas entre los 20 y los 64 años, incrementando la participación de los jóvenes, los trabajadores de mayor edad y los trabajadores con bajas cualificaciones, e integrando mejor a los inmigrantes en situación regular.

— Mejorar las condiciones para la investigación y el desarrollo, en particular con el objetivo de aumentar los niveles combinados de inversión pública y privada en este sector hasta el 3 por 100 del PIB. La Comisión elaborará un indicador que refleje la intensidad de la I+D y de la innovación.

— Reducir la emisión de gases de efecto invernadero en un 20 por 100 con respecto a los niveles de 1990, incrementar hasta el 20 por 100 la proporción de las energías renovables en el consumo final de energía, y avanzar hacia un aumento del 20 por 100 en el rendimiento energético (4).

evolución y comparación entre las economías a escala mundial viene siendo una labor a la que se dedican importantes esfuerzos, gracias a los cuales, disponemos en la actualidad de un conjunto exhaustivo que permite realizar la comparación internacional (8). Para enmarcar el estado de la competitividad española, me referiré al *European Innovation Scoreboard* de la Comisión Europea.

El *European Innovation Scoreboard (EIS)* (9) proporciona una evaluación comparativa del grado de innovación de los 27 estados miembros de la UE en virtud de la Estrategia de Lisboa, en el que se mide el desempeño de los sistemas nacionales de innovación a través del *Summary Innovation Index (SII)*. Se trata de un índice sintético que se calcula a partir de treinta indicadores individuales agrupados en siete dimensiones. El mayor peso en el índice lo tienen las variables relacionadas con la innovación empresarial y con los resultados de la innovación. Fruto del trabajo de ordenación, este *scoreboard* ofrece un *ranking* de los países en función de su *SII*. España ha bajado en la última edición al lugar 18 entre los miembros de la Unión Europea (17º en 2008).

En cuanto a los resultados:

— Se observa en España un rendimiento irregular en las siete dimensiones de evaluación que componen el *European Innovation Scoreboard*.

— Los indicadores de *recursos humanos* muestran cierta distancia a los valores promedios de los países europeos. En 2008, uno de cada tres residentes en España entre 25 y 64 años tenía educación terciaria (12º puesto), mientras que solamente uno de cada diez participaba en formación continua (8º puesto). El 60 por 100 de la población española entre los 20 y 24 años tiene al menos educación secundaria. En este indicador se encuentra entre los últimos países de la Unión Europea (puesto 27), superando solamente a Portugal y Malta.

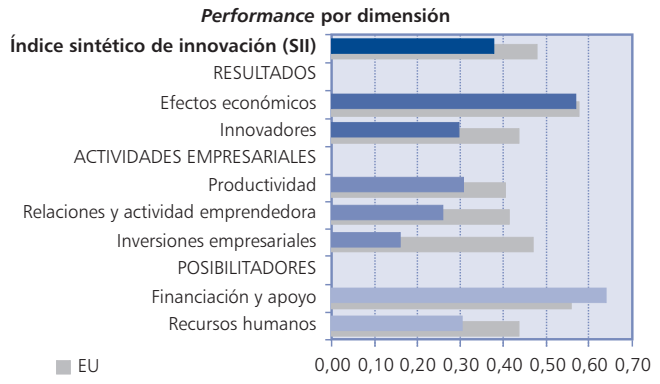
— Se pone en evidencia que España ocupa un puesto destacado entre los países en lo que se refiere la dimensión de la *financiación de la I+D+i*, tanto pública como privada. En la disponibilidad de crédito privado (1,98 por 100 del PIB, 4º puesto) y de capital riesgo (0,112 por 100, 8º puesto), así como el gasto público en I+D (0,61 por 100, puesto 13), España se encuentra entre los países más avanzados de la Unión Europea.

— En la dimensión de las *inversiones empresariales*, España muestra un comportamiento acorde con sus capacidades de innovación. Sin embargo, se encuentra muy por debajo de sus capacidades económicas (9ª potencia mundial) y, por lo tanto, tiene mucho potencial de mejora para alcanzar su nivel *natural*. En este sentido, el gasto privado en I+D alcanza el 0,74 por 100 del PIB nacional (16º puesto). Asimismo, la inversión de las empresas en *hardware* (TIC), *software* y servicios llega a ser el 1,5 por 100 del PIB (puesto 25º).

— En lo que se refiere a los indicadores de la dimensión de *vínculos e iniciativa empresarial*, lo que más llama la atención es el hecho de que solamente el 5 por 100 de las PYME innovadoras tiene acuerdos de cooperación con otras empresas (25º puesto). Esta cifra subraya la todavía existente cultura de desconfianza en la colaboración interempresarial en áreas estratégicas como es la I+D+i. En las co-publicaciones público-privadas, que muestran el grado de colaboración entre agentes públicos y privados, España ocupa, con 13,5 publicaciones por millón de habitantes, el 17º lugar entre los países europeos.

— En la dimensión de *relaciones y rendimientos*, España muestra un comportamiento acorde con sus capacidades de innovación. Los indicadores más preocupantes de este bloque para España son las patentes EPO (European

GRÁFICO 1
RESULTADO DE ESPAÑA EN LAS DIMENSIONES DE EVALUACIÓN DEL *EIS*



Patent Office) por millón de habitantes (33,4 patentes por millón de habitantes, puesto 16º) y los flujos en la balanza de pagos tecnológica (0,25 por 100 del PIB, puesto 18º). Sin embargo, en los indicadores que reflejan una «actividad innovadora escondida» el rendimiento español está entre los países más avanzados: 151,7 marcas comerciales por millón de habitantes (puesto 10º) y 95,3 diseños industriales por millón de habitantes (puesto 11).

— En el área de *empresas innovadoras*, España tiene un alto potencial de mejora. Apenas el 29,5 por 100 de las PYME españolas tienen innovación tecnológica en productos o procesos, y también el número de PYME en innovación no-tecnológica (29,5 por 100) está por debajo de la mayoría de los países de la Unión Europea.

— Una dimensión donde España está a la altura de los demás países europeos es la de los *efectos económicos de la innovación*. En la mayoría de estos indicadores España supera ampliamente su posición global en el índice. Así, nuestro país se encuentra en lugares destacados en la venta de productos nuevos para la empresa (8,5 por 100 del total de la facturación, 6º puesto), de productos nuevos para el mercado (7,5 por 100, 8º puesto), y exportaciones de media y alta tecnología (51,8 por 100 del total de las exportaciones, puesto 11º). Con respecto al último indicador, es importante señalar que, a pesar de contar con una aceptable proporción de exportaciones de tecnología media y alta, el nivel absoluto de las exportaciones es reducido y no compensa el valor de nuestras importaciones.

2. Evolución de las variables de la I+D+i en España

A pesar de su discreta posición, en los últimos años España ha experimentado un crecimiento destacado, por encima de muchos países europeos, en los principales indicadores de *input* y de *output* de su sistema nacional de innovación (FECYT, 2010). En el cuadro número 3 destacamos la tasas de crecimiento y posición relativa de ambos tipos de indicadores, mostrando, de forma resumida y comparada con la UE, los esfuerzos y resultados alcanzados.

CUADRO N.º 3

EVOLUCIÓN DE INDICADORES DE *INPUT* Y *OUTPUT* DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA

INDICADORES DE INPUT *Y DE* OUTPUT *DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INNOVACIÓN*

Indicadores de input*:*

— El Programa de Gasto 46 para I+D+i de los PGE (en millones de euros) se ha más que duplicado entre 2004 y 2009, aumentando en 5.909 millones de euros, hasta llegar a los 10.323 millones de euros. Estas cifras implican que, en 2008, España tuvo la mayor relación entre presupuesto público en I+D+i y el total del gasto presupuestado (2,43 por 100) de todos los países de la Unión Europea, y la segunda mayor relación entre presupuesto público en I+D+i y PIB nacional (1,00 por 100).

— El crecimiento del gasto en I+D en España es superior al observado en otros países de la UE: entre 2004 y 2008 dicho indicador ha aumentado un 64,34 por 100, hasta alcanzar los 14.701 millones de euros (1,35 por 100 del PIB). Este aumento equivale a 123 euros por ciudadano. Preocupante, en este sentido, es que la mayor parte del gasto todavía está siendo financiado por el sector público (55 por 100).

— Con respecto al acceso de las empresas a fuentes de financiación, España está entre los países de la UE con mayor disponibilidad de crédito privado (1,98 por 100 del PIB, 4º puesto en el *ranking* de los países de la UE) y de capital riesgo (0,112 por 100, 8º puesto). Sin embargo, hay que destacar que la financiación bancaria de proyectos de innovación todavía se encuentra en un estado incipiente, principalmente debido a la falta de modelos de evaluación de los proyectos de I+D+i en términos de riesgo y beneficio.

— El número de investigadores en el sistema español de innovación ha aumentado en un 31,6 por 100 entre 2004 y 2008, alcanzando en este último año las 352.611 personas.

Indicadores de output*:*

— Con una participación del 3,35 por 100 del total de las publicaciones científicas, España ocupa el noveno puesto mundial en producción científica.

— Las patentes han aumentado de manera importante en el periodo 2004-2008, alcanzando las 3.783 solicitudes en 2008 (tasa de crecimiento del 22 por 100).

— Nuestro país ocupa el 12º puesto en el *ranking* europeo de marcas comerciales (151,68 por millón de habitantes) y la 13ª posición en diseños industriales (95,33 registros por millón de habitantes).

— Un indicador de la «actividad innovadora escondida» son las concesiones de modelos de utilidad (que protegen las invenciones con menor rango inventivo que las protegidas por patentes), donde España se ubica en la posición 27ª del *ranking* de los países a nivel mundial, por delante de gran parte de los países de la Unión Europea.

— España está a la altura de los demás países europeos en cuanto a los efectos económicos de la innovación. Nuestro país se encuentra en un 3er lugar en la venta de productos nuevos para la empresa (8,5 por 100 del total de la facturación), 6º lugar en el *ranking* europeo de productos nuevos para el mercado (7,5 por 100), y en exportaciones de media y alta tecnología (51,8 por 100 del total de las exportaciones), 11º lugar.

IV. EL IMPULSO A LA INNOVACIÓN Y LA NECESIDAD DE COORDINAR LOS ESFUERZOS PARA CAMBIAR NUESTRO PATRÓN DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

En nuestro recorrido anterior, al repasar las variables que relacionan nuestra posición comparada con el resto de las economías del entorno europeo, hemos ido mostrando que un nuevo modelo económico basado en la innovación, además de ser una visión inequívocamente aceptada por todos, es una asignatura pendiente, al menos en algunos capítulos importantes, para la economía española.

La consecución de las metas en el terreno de la competitividad y de la innovación será necesariamente un proceso que involucre y comprometa a todos los actores del sistema español de ciencia, tecnología y empresa (el conjunto de las administraciones públicas, universidades y centros de investigación, empresas, proveedores de financiación, sindicatos, sociedad civil) y trasciende también a las interacciones entre ellos. Tradicionalmente, se considera que los determinantes del crecimiento son el capital físico, privado y público, y el capital humano, pero también son determinantes de primera magnitud los incentivos que tienen los agentes económicos para ser más eficientes y más innovadores. Estos incentivos, que condicionan las decisiones de los agentes, están afectados de forma decisiva por el marco normativo.

El imperativo de afrontar el futuro, participando en su construcción y respondiendo a los retos más urgentes a los que se enfrenta nuestra sociedad, junto con la necesidad de reformas vinculadas a la competitividad y el desarrollo de un nuevo modelo económico, constituyen el marco de referencia de las iniciativas políticas de reforma legislativa que el Gobierno de España aborda a través de la *Estrategia para la economía sostenible* y el proyecto de Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

En diciembre de 2009, el Gobierno de España aprobó la *Estrategia para la economía sostenible*, dando así los pasos previos necesarios para acelerar la transformación del modelo productivo. La estrategia contiene una serie de medidas de política económica de carácter tanto macroeconómico como microeconómico, así como de aspectos medioambientales y sociales que, en su conjunto, configuran un nuevo entorno para el desarrollo de actividades innovadoras. La *Estrategia para una economía sostenible*, articula un ambicioso y exigente programa de reformas que incorpora un conjunto de iniciativas legislativas, reglamentarias y administrativas que pretenden servir a un crecimiento sostenible *económicamente*, esto es, cada vez más sólido, asentado en la mejora de la competitividad, en la innovación y en la formación; *medioambientalmente*, que haga de la imprescindible gestión racional de los medios naturales también una oportunidad para impulsar nuevas actividades y nuevos empleos, y *socialmente*, en cuanto promotor y garante de la igualdad de oportunidades y de la cohesión social.

El Consejo de Ministros aprobó el anteproyecto de la futura Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación el 12 de marzo de 2010 (10). «Una iniciativa legislativa que aborda con valentía y ambición tres aspectos que, al menos durante la última década, con igual necesidad pero quizá menor urgencia que hoy, los agentes del sistema de ciencia y tecnología han señalado como decisivos para el progreso y convergencia de nuestras capacidades científicas y tecnológicas» (11).

Esta Ley nace de un compromiso con el desarrollo de una verdadera sociedad del conocimiento y el impulso a una economía más sostenible, y por ello incluye las acciones necesarias para desarrollar un entorno proclive a la innovación. En definitiva, el texto establece un nuevo marco y unas *reglas del juego* diseñadas para resolver las ineficiencias o principales cuellos de botella de nuestro sistema de investigación, desarrollo e innovación.

En primer lugar, la Ley aborda la eliminación de barreras y rigideces de nuestro sistema de I+D+i mejorando significativamente la movilidad de los investigadores.

En segundo lugar, el texto incorpora medidas dirigidas a lograr un sistema de I+D+i más eficiente y más eficaz. Un sistema más eficiente tanto en el funcionamiento de los agentes como en la gestión de los fondos públicos que la Administración general del Estado destina a I+D, mediante la conversión de las actuales unidades gestoras en una nueva estructura de gestión, la futura Agencia Española de Investigación. La Ley persigue también un sistema de I+D+i más eficaz en la medida en que facilita, orienta e incentiva los fines a los que se destinan los recursos públicos que alimentan dicho sistema, esto es: la generación de conocimiento, su difusión y su aplicación.

En tercer lugar, el proyecto de ley también aporta un nuevo modelo de *gobernanza* del sistema español de ciencia y tecnología, con la ambición de transformar las actuales relaciones entre administraciones, incluyendo instrumentos de coordinación y la planificación prospectiva de objetivos

compartidos a medio y largo plazo. Para ello, se define un instrumento básico: la Estrategia española de ciencia y tecnología, que sustituye a la ENCYT (2007-2015), y que la nueva Ley formaliza como marco de referencia temporal en el que se incorporarán las líneas generales de actuación de los planes estatales y autonómicos, así como los mecanismos y criterios de articulación de la Estrategia con las políticas sectoriales del Estado, de las comunidades autónomas y de la Unión Europea.

La inversión privada en I+D+i sigue siendo inferior a la que nuestro país necesita, a pesar de que también se ha avanzado razonablemente en éste ámbito, especialmente en los últimos cinco años. Resulta imprescindible involucrar a la ciencia y a la innovación en la recuperación y en el crecimiento económico. En este contexto, reforzar las conexiones entre el sistema público de ciencia y tecnología y el tejido empresarial es fundamental, como también lo es generar un entorno que facilite y estimule la actividad innovadora de nuestras empresas e instituciones. Respondiendo a estas cuestiones, el proyecto de Ley sanciona la existencia de la *Estrategia estatal de innovación* (e2i) y constituye el soporte jurídico para su desarrollo.

La *Estrategia Estatal de Innovación* (e2i) se fundamenta en el diagnóstico de la situación de la innovación en España, y determina y cuantifica los objetivos a medio y largo plazo que mejorarán la capacidad innovadora de nuestra economía. Constituye por ello el marco de actuación de la política del Gobierno en materia de innovación, para contribuir al cambio de modelo productivo en España a través del fomento y la creación de las estructuras que faciliten el mejor aprovechamiento del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico. Además, como he expresado anteriormente, el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) ha trabajado muy de cerca con la Unión Europea durante la Presidencia española, consiguiendo que la *Estrategia estatal* esté íntimamente ligada a la Unión por la Innovación de la UE, permitiendo así trabajar en los mismos planos.

V. LA ESTRATEGIA ESTATAL DE INNOVACIÓN, e2i

En coherencia con el carácter sistémico de la innovación, siendo ésta resultado de un proceso en el que intervienen un conjunto de factores, la *Estrategia estatal de innovación*, tiene una formulación multidimensional que implica a todos los agentes políticos sociales y económicos en la consecución de sus objetivos: Administración general del Estado a través de sus diferentes departamentos, comunidades autónomas, corporaciones locales, agentes sociales, empresas e instituciones financieras. La fortaleza de este enfoque descansa en su capacidad de alinear recursos y coordinar esfuerzos dirigidos hacia un objetivo común, favorecer la innovación.

La e2i se proyecta en el horizonte 2020 en línea con los objetivos de contenidos en la *Estrategia Europa 2020*, y se estructura en dos etapas. La primera, 2010-2015, pretende resolver la brecha actual entre la situación de la innovación en España y la que nos corresponde por nuestra capacidad científica y económica. La segunda, 2016-2020, en la que se buscará la convergencia con los países líderes en innovación. En términos de resultados, alcanzar estas metas en innovación supone para 2015:

— atraer 6.000 millones de euros anuales adicionales en actividad investigadora privada (1,9 por 100 del PIB);

— duplicar el número de empresas que hacen innovación, incorporando 40.000 empresas más, y

— generar medio millón de empleos nuevos en empresas de alta y media tecnología.

Todo lo anterior implica duplicar los parámetros de la innovación mediante el plan de acción que desarrolla esta estrategia, y que supone, ante todo, un cambio de filosofía, al pasar de un enfoque de proyecto a otro estructural, de tal manera que el reto será construir las estructuras que permitan que la actividad innovadora fluya sin necesidad de que las instituciones públicas tengan que actuar apoyando individualmente cada proyecto.

La e2i consta de cinco ejes: *generación de un entorno financiero proclive a la innovación; fomento de la innovación desde la demanda pública; proyección internacional; fortalecimiento de la cooperación territorial, y capital humano*. Estos ejes se representan gráficamente en un espacio continuo en forma de pentágono, formando una figura en el que todas las actuaciones se refuerzan mutuamente para alcanzar los objetivos fijados, en cuyo centro se sitúa el *conocimiento y su transferencia* desde los puntos en los que se genera (veáse gráfico 2).

Esta estrategia cuenta con medidas que ya están siendo implementadas en 2010, contribuyendo a la eficiencia del gasto en innovación que se ha comprometido por toda la Administración general del Estado en los Presupuestos Generales del Estado en este año, cifra que as-

GRÁFICO 2
PENTÁGONO DE LA INNOVACIÓN

ciende a más de 6.700 millones de euros.

Asimismo, se ha constituido un Comité de Seguimiento interministerial, presidido por el Ministerio de Ciencia e Innovación, que tendrá la misión, entre otras, de elaborar anualmente el plan de actuación de la *Estrategia* y presentar al Gobierno un informe sobre su cumplimiento.

1. El núcleo del pentágono: La transferencia de conocimiento

Aumentar el perfil tecnológico de la economía española supone un triple esfuerzo: el desarrollo de mercados de productos nuevos o tecnológicamente mejorados; la generación de tecnología, y el desarrollo y profundización de los mecanismos de transferencia, por lo que establecer y reforzar los sistemas que faciliten y promuevan la transferencia del conocimiento desde donde éste se genera hacia los sectores productivos constituye el núcleo sobre el que se asienta la *Estrategia estatal de innovación*, cuya ambición es poner a disposición de la industria y de la sociedad el conocimiento científico acumulado en el sistema español de investigación, desarrollo e innovación.

Además de mejorar el nivel de la innovación básica, atraer buenos científicos y aumentar la innovación realizada por la industria, es necesario mejorar los puentes entre ambos mundos. No se trata sólo de empujar a que las universidades hagan investigación más aplicada (centrada en resultados de corto plazo) o que las empresas integren en su cadena de valor esta investigación básica; se trata también de conseguir que las innovaciones de la investigación lleguen a la industria, estableciendo sólidos puentes, instituciones que hagan de interlocutores especializados y eficientes entre los científicos y las empresas, y que atraigan la inversión. Estas instituciones, las oficinas de transferencia de tecnología y los parques científicos, o las redes establecidas con fines coincidentes con los de las anteriores, deben jugar un papel importante en el desarrollo futuro y la competitividad del país.

En este terreno, es interesante destacar el papel que pueden tener los centros de I+D+i de las multinacionales por su efecto tractor para el desarrollo económico del país, hasta el punto de que, como señala un estudio reciente sobre los factores de atracción de este tipo de centros (Miravitlles *et al*., 2010), en la mayoría de países la localización de I+D estratégica y de excelencia por parte de filiales de las multinacionales ha pasado a formar parte de los objetivos de las políticas de apoyo a la innovación. En este estudio, se analiza la capacidad de atracción y retención de estos centros en España, reflejando que «la presencia de importantes distritos industriales o *clusters* geográficos y parques científicos y tecnológicos, motiva la atracción de centros de I+D+i hacia nuestro país». Volveremos a esta cuestión al tratar el eje de la estrategia relacionado con la proyección internacional.

Los *objetivos* de este eje de la e2i, por lo tanto, se centran en promover y facilitar la transferencia del conocimiento, así como su protección y puesta en valor, estableciendo medidas que apoyen la *creación y desarrollo de estructuras de transferencia*, *los programas de excelencia*, *el fomento de la colaboración público-privada* y *la protección de los derechos de propiedad intelectual.*

La función de transferencia y valorización del conocimiento consiste en el siguiente conjunto de medidas:

Apoyar a las estructuras de transferencia mediante ayudas financieras a las oficinas de transferencia de resultados (OTRI), articuladas a través del el programa INNCIDE (12), a las plataformas tecnológicas y a parques científicos y tecnológicos. Los parques, a menudo próximos a universidades y

otros centros científicos públicos, favorecen los entornos propicios de atracción de la innovación y la I+D en las empresas. De hecho, en la encuesta realizada a las agencias de promoción de la innovación (UNCTAD, 2005), la existencia de parques científicos es la segunda herramienta política más mencionada para atraer la inversión extranjera directa en I+D+i. El Programa INNPLANTA (13) articula esta iniciativa.

Apoyar los programas de excelencia en las universidades mediante ayudas financieras para contribuir a aumentar la excelencia en los campus universitarios, teniendo como principales objetivos mejorar la calidad de nuestras universidades mediante la especialización, la diferenciación y la internacionalización del sistema universitario español, lo que conducirá hasta la excelencia a los mejores campus, en beneficio del conjunto de la sociedad, teniendo como principales objetivos. El programa INNOCAMPUS (14), coordinado con el programa Campus de Excelencia Internacional, del Ministerio de Educación, es el instrumento que canaliza estas ayudas.

Fomentar la colaboración público-privada, a través de ayudas para la creación de proyectos de cooperación entre organismos de investigación y empresas encaminados a la realización conjunta de proyectos de I+D+i y a propiciar la existencia de un mecanismo estable de cooperación entre el sector productivo y los agentes de investigación, desarrollo e innovación.

La protección de los derechos de propiedad industrial, a través de un plan para la mejora de la posición competitiva de nuestras empresas en los mercados globales, que se desarrolla a través de cinco ejes: estímulo de la propiedad intelectual; internacionalización; protección y seguridad jurídica; fomento, protección y rentabilidad de las inversiones en nuevas tecnologías de lucha contra el cambio climático, y excelencia en la gestión mediante la potenciación de los servicios de la Oficina Española de Patentes y Marcas.

2. Eje: Entorno financiero proclive a la innovación

El primer eje de la estrategia incorpora actuaciones orientadas a lograr un entorno de financiación incentivador y facilitador de las actividades innovadoras. Los cambios necesarios para que en nuestro modelo productivo el progreso económico pivote sobre el conocimiento requieren de un sistema de innovación dinámico, en el que contemos con buenos centros de investigación, sólidos mecanismos de transferencia del conocimiento, iniciativas empresariales que afronten nuevos retos en línea con las necesidades sociales y, por supuesto, *financiación*. Un marco de financiación que apoye a las ideas innovadoras en todas sus fases —generación, puesta en marcha y desarrollo—, y que movilice la inversión privada hacia estas actividades, es el objeto de las iniciativas de la *Estrategia estatal de innovación* en este eje de actuación.

Los resultados de los análisis realizados sobre las barreras a la innovación señalan de forma reiterada hacia las dificultades de financiación como una de las principales. La naturaleza de las inversiones vinculadas a proyectos de I+D y de innovación conlleva unos niveles de incertidumbre mayores que los de la compra de maquinaria o la inversión en bienes, de modo que, tanto los accionistas como las entidades financieras que las financian, esperarán unos rendimientos mayores. Es una realidad en nuestra economía que el acceso a recursos financieros para los proyectos innovadores es más difícil para las empresas nuevas y pequeñas que para las empresas grandes ya consolidadas (Segarra y Teruel, 2010). Aunque en el proceso innovador las grandes empresas desempeñen un papel crucial, las pequeñas y medianas también juegan un papel relevante en la aplicación de nuevos conocimientos en el mercado; la e2i pone el énfasis en la necesidad de atender esta cuestión, mostrando una sensibilidad especial hacia las pequeñas empresas, sobre todo hacia aquellas que forman parte de los servicios intensivos en conocimiento en todas sus fases.

La *finalidad* de las actuaciones en el eje que atiende el entorno de la financiación es incrementar los recursos económicos disponibles para las actividades innovadoras, uniendo a la inversión del sector público el fomento de la inversión privada en I+D mediante la combinación de actuaciones tradicionales para dotar de recursos a los proyectos de I+D+i con otras actuaciones que atiendan las necesidades diferenciadas de financiación de sectores en los que pueden ser necesarios proyectos de demostración (15) extraordinariamente costosos, y de difícil financiación por mecanismos convencionales, o el apoyo al acceso a la financiación de las nuevas empresas de base tecnológica, cuyas necesidades específicas de capital semilla y capital arranque no están satisfechas en la actualidad.

Respondiendo a estos fines, las medidas e *instrumentos* contemplados en la e2i para facilitar el acceso de las empresas a la financiación de actividades innovadoras mejoran los instrumentos de financiación pública de la innovación, que gestiona mayoritaria-

mente el Ministerio de Ciencia e Innovación, a la vez que promueven la puesta en marcha de instrumentos diversos con participación del sector privado; así *la financiación bancaria o financiación ajena; los fondos de inversión en investigación y en innovación; el capital riesgo, y los mercados secundarios bursátiles* constituyen el conjunto de iniciativas previstas:

a) La *Financiación bancaria* mediante la firma de convenios específicos con instituciones financieras. La estrategia estatal de innovación fija un objetivo a 2015 de incrementar en 6.000 millones de euros la inversión privada en I+D, que es prácticamente duplicar esa cifra; un canal fundamental para desarrollar este objetivo es el crédito bancario. Para su instrumentación, el MICINN y el Instituto de Credito Oficial (ICO) suscribieron en junio de 2010 un convenio para financiar proyectos innovadores. Con este acuerdo, el ICO pone a disposición del MICINN los instrumentos financieros del Fondo de Economía Sostenible para la consecución de los objetivos de la *Estrategia estatal de innovación*. El Fondo de Economía Sostenible 2010-2011 está dotado con 20.000 millones de euros.

El acuerdo contempla el lanzamiento de una línea de crédito de apoyo a la financiación bancaria de proyectos de innovación mediante la línea de préstamos de mediación. A través de esta línea de préstamos, el ICO se compromete a financiar proyectos innovadores de empresas orientados a renovar su modelo productivo. Por su parte, el MICINN será el encargado de otorgar la calificación del proyecto innovador a fin de que pueda beneficiarse de la financiación solicitada, mediante un análisis técnico del proyecto que realizará el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

También contempla la cofinanciación directa de grandes proyectos. En el marco del programa de cofinanciación directa de proyectos del ICO, ambas instituciones se comprometen a realizar acuerdos de colaboración puntual para cofinanciar proyectos de grandes centros de competencia industrial, sumando las financiaciones. Gracias a este convenio se espera movilizar más de 1.000 millones de euros para incentivar a la banca comercial a financiar este tipo de operaciones.

b) Otro instrumento lo constituyen los *fondos de inversión en investigación e innovación*, con los que se apoya la constitución de fondos especializados basados en esquemas de co-inversión público-privada. Con ellos se persigue que el sistema privado invierta en investigación e innovación, ya que ésta, como expusimos anteriormente, estando afectada por un alto factor riesgo, necesita equilibrar este factor con expectativas de rentabilidad altas. Su comercialización se realizará a través de los canales financieros.

c) El *capital riesgo* de las primeras etapas, semilla y arranque, es el segmento más cercano a la innovación, y en el que, comparativamente con otros países europeos, España se encuentra en situación más desfavorable. Dentro del acuerdo con el ICO anteriormente citado, el Ministerio de Ciencia e Innovación ha diseñado un *proyecto de capital riesgo* para empresas innovadoras, mediante el cual el ICO y el MICINN desarrollarán una acción conjunta para apoyar el capital riesgo de primeros pasos destinado a promover la innovación, en la que el CDTI gestionará los fondos que se inviertan. Asimismo, el ICO se compromete, en el marco de su programa de actuación en capital riesgo, a desarrollar actuaciones de co-inversión, en colaboración con el MICINN, que promuevan el lanzamiento de nuevas empresas innovadoras y faciliten la participación estable del capital privado a largo plazo (16). De este modo, el Ministerio de Ciencia e Innovación cubre una necesidad que nuestro sector productivo venía reclamando, como es la necesidad de contar con un instrumento de financiación de capital riesgo adecuado a las peculiaridades de las PYME y a las nuevas empresas de base tecnológica. Este instrumento servirá además para impulsar la presencia internacional. Esta línea de capital riesgo operará de modo que ambas partes unan sus presupuestos para cubrir una franja de capital riesgo de entre 0,5 y 2 millones de euros por proyecto. Se trata, por tanto, de oportunidades notables, pero todavía de primeros pasos. El capital privado deberá ser mayoritario y, por tanto, tractor de las decisiones, y la función de la Administración será de acompañamiento. En este sentido, el CDTI aporta una conexión al flujo de nuevos proyectos innovadores, que se estima en más de 200 solicitudes anuales, y será la entidad gestora de ambas instituciones.

El cuadro n.º 4 destaca algunas conclusiones sobre el impacto económico y social del capital riesgo en España, que se recogen en el informe 2010 (ASCRI, 2010) de la Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (17).

d) Los *mercados secundarios bursátiles* constituyen el último instrumento del eje de financiación. La e2i apuesta por favorecer su desarrollo buscando facilitar a las empresas innovadoras el acceso a una alternativa de financiación vía recursos propios, incentivando la inversión privada en el capital de estas empresas. El mercado alternativo bursá-

CUADRO N.º 4

DESTACADOS DE INFORME ASCRI: IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL CAPITAL RIESGO EN ESPAÑA 2010

El capital riesgo actúa como *acelerador del crecimiento*:

— En relación con la *creación de empleo*, en el período estudiado, la plantilla agregada de las compañías respaldadas por el capital riesgo creció a una media del 15,2 por 100 anual, frente al 4,3 por 100 en el grupo de empresas comparables no financiadas por el capital riesgo («grupo de control»).

— También se mantiene un importante diferencial en *magnitudes de la cuenta de resultados*, como ventas y resultado bruto, con crecimientos en el entorno del 14 por 100, que duplican los observados en las empresas no participadas que forman el grupo de control.

— De igual modo, la distancia se mantiene en el *crecimiento de los activos totales*, en línea con el de ventas, destacando especialmente el diferencial observado en los activos tangibles, en los que las participadas por capital riesgo crecieron a un ritmo del 20,7 por 100 anual, en términos reales, frente a en las empresas del grupo de control.

— Estos diferenciales se agudizan más al separar la muestra por fase de desarrollo de las empresas participadas, marcándose crecimientos cuatro o más veces superiores en operaciones en expansión o arranque. De las 454 empresas representativas de la inversión en etapas iniciales, tan solo 29 no sobrevivieron, lo que representa un 6 por 100, mientras que la mortandad de las empresas nuevas creadas ronda en torno al 62 por 100, una vez pasados tres años desde el inicio de la actividad. La esperanza de vida de las nuevas empresas es mayor cuando han sido respaldadas por capital riesgo».

til (MAB) es un mercado dedicado a empresas de mediana capitalización, muy ligadas a la innovación, que buscan expandirse con una regulación a medida, diseñada específicamente para ellas, y con unos costes y procesos adaptados a sus características con la adecuada transparencia y liquidez para los inversores, en un contexto europeo de regulaciones bursátiles cada vez más exigentes. Su impulso desde el sector público es necesario para completar el conjunto de medidas de apoyo a la financiación a disposición de las empresas innovadoras. Este mercado alternativo bursátil es una salida natural para algunas participaciones de los fondos de inversión en I+D+i, aportándoles liquidez, por lo que el desarrollo conjunto de ambos instrumentos se verá reforzado.

3. Eje: Fomento de la innovación desde la demanda pública

Este eje persigue avanzar hacia una convergencia entre las prioridades políticas y los mercados innovadores, potenciando el efecto tractor de la compra pública de bienes y servicios innovadores, así como las regulaciones sectoriales en el tejido productivo.

En España, casi la mitad de la economía está gestionada desde el lado público; la licitación pública representa el 13 por 100 del PIB, y el gasto público, alrededor del 40 por 100. Las actuaciones de este eje de la estrategia apuestan por mercados en los que el sector público tiene un papel dominante, con amplias posibilidades para impulsar la investigación y la innovación no sólo a través del Presupuesto, sino que puede ir más allá utilizando el impulso a través de compras públicas innovadoras. Los mercados que prioriza la e2i están ligados con las necesidades sociales; necesidades que, por otro lado, son coincidentes con las recogidas en los objetivos *EU 2020*. La *compra pública innovadora*, se ve también facilitada mediante la Ley de Contratos del Sector Público e impulsada dentro del Proyecto de Ley de Economía Sostenible. En este sentido, se han identificado cuatro mercados de actuación prioritaria: *la economía de la salud asistencial*; *la economía verde*; *la industria de la ciencia* y *la modernización de la Administración*, y tres mercados singulares: *TICs, Turismo y Defensa*. Con las medidas instrumentadas en este eje, se pretende poner las condiciones para que, cuando las administraciones hagan explícitas sus necesidades, haya un colectivo de empresas españolas en condiciones de competir en calidad y precio con otras.

Las oportunidades que se generan en este ámbito afectan a un amplio conjunto de empresas e instituciones especializadas, para las que el efecto tractor que ejerce la compra pública puede ayudar a mejorar su competitividad y su proyección internacional. El Ministerio de Ciencia e Innovación elevará al Gobierno la propuesta anual de compra pública innovadora, en la que se fijará el porcentaje de los presupuestos de los departamentos y organismos que deberá dedicarse a la contratación de bienes y servicios de carácter innovador.

Adicionalmente, en relación con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), en tanto que sector horizontal de importancia estratégica, es relevante destacar la coordinación entre la *Estrategia estatal de innovación* y la Estrategia 2010-2015 del Plan Avanza 2, en lo referente a la competitividad del sector TIC y a la forma-

ción en TIC de los trabajadores. A su vez, la Estrategia del Plan Avanza 2 se enmarca en la «Agenda Digital para Europa», una de las siete iniciativas principales de la *Estrategia Europa 2020*, y tiene como objetivo fundamental coadyuvar, a través de las TIC, al cambio de modelo económico, promoviendo un incremento de la competitividad y la productividad y favoreciendo la igualdad de oportunidades.

Respondiendo a estos fines, se han puesto en marcha medidas e *instrumentos* para reforzar la compra pública innovadora. El programa INNFLUYE (18) se presenta como un conjunto de foros de encuentro, liderados por la industria, que integran a todos los agentes del sistema ciencia-tecnología-empresa, capaces de definir la visión a corto, medio y largo plazo y de establecer una ruta estratégica en I+D+i. A través del programa INNPACTO se apuesta por políticas públicas orientadas a la demanda para crear un sistema científico-tecnológico preparado para abordar nuevos retos. A estos dos programas, se suma una convocatoria específica en 2010 para el mercado de industria de la ciencia.

Entre las actuaciones en marcha se prevé la elaboración de una guía en la que se definan los ámbitos de desarrollo de esta estrategia en los sectores seleccionados, y se establezcan los indicadores de gestión que permitan dar visibilidad y realizar el seguimiento de la compra pública innovadora. Esta guía recogerá la información correspondiente a los distintos departamentos ministeriales.

Para el fomento de la contratación pública de empresas innovadoras y, mediante acuerdos específicos para los sectores elegidos, el Ministerio de Ciencia e Innovación impulsará, junto con los ministerios sectoriales, las políticas de contratación pública innovadora con especial atención hacia las PYME innovadoras.

En octubre de 2010, el Consejo de Ministros, mediante acuerdo para el fomento de la innovación desde la demanda pública, anticipa el compromiso de la Administración previsto en el proyecto de Ley de Economía Sostenible, con la adquisición preferente de bienes y servicios innovadores. El Ministerio de Ciencia e Innovación será el encargado, en colaboración con el Comité de Seguimiento de la Estrategia Estatal de Innovación, de determinar los bienes y servicios susceptibles de ser contratados bajo esta fórmula de compra pública innovadora, del desarrollo de los mecanismos oportunos para su eficaz desarrollo y de la elaboración de un mapa guía de las actuaciones de compra pública innovadora previstas en los diferentes ministerios con objeto de darlo a conocer a los potenciales suministradores.

Asimismo, será este Ministerio el encargado de elevar al Gobierno la propuesta anual de compra pública innovadora, en la que se fijará el porcentaje de los presupuestos de los departamentos y organismos que deberá dedicarse a la contratación pública de este tipo. Además, elaborará un informe anual de seguimiento de los resultados obtenidos y desarrollará acciones piloto de compra pública innovadora en el contexto de la denominada «industria de la ciencia», en colaboración con los organismos públicos de investigación (OPI), universidades y centros tecnológicos.

4. Eje: Proyección internacional

La globalización económica aboca a las empresas a plantearse, desde su creación, una dimensión internacional y unos objetivos de desarrollo e innovación acordes con este alcance global. Las actuaciones en el eje de proyección internacional de la e2i tienen por *finalidad* facilitar que las empresas innovadoras incorporen la estrategia internacional en sus desarrollos y pongan en valor en los mercados internacionales los productos desarrollados, alcanzando, gracias a la innovación, un mejor posicionamiento de la economía española en el contexto global y una mejora en la balanza de pagos tecnológica. Otra dimensión de las actuaciones previstas para el fomento de la inversión en I+D+i financiada y ejecutada por el sector empresarial en España es llevar a cabo una labor activa de atracción de empresas de capital extranjero, de fondos extranjeros de capital riesgo y de redes extranjeras de «ángeles de los negocios» (*business angels*).

Respondiendo a estos fines, la e2i contempla los siguientes tipos de *medidas* e instrumentos:

a) Medidas para *facilitar la internacionalización de las empresas innovadoras*, actuando en la promoción de la innovación en la acción exterior española, contribuyendo a la aprobación y desarrollo del Plan Europeo de Investigación e Innovación, impulsando el desarrollo de un programa iberoamericano de innovación y promoviendo acuerdos bilaterales de colaboración con terceros países.

b) El *Programa Marco de I+D de la Unión Europea* es un instrumento clave de cooperación tecnológica europea, ya que promueve un intenso intercambio tecnológico y de conocimientos entre todos los países miembros. El aumento de la participación española en este programa, por su importancia y el volumen de los

fondos manejados, constituye en sí mismo un objetivo de primera magnitud. El posicionamiento de España en la definición del futuro VIII Programa Marco se verá favorecido por la existencia de la e2i, puesto que ésta contiene y define un conjunto coordinado de actuaciones.

c) En el marco de la *cooperación al desarrollo,* el crecimiento de las economías basadas en el conocimiento y la innovación debe servir para reducir la brecha entre el mundo desarrollado y los países en vías de desarrollo, siendo la ciencia y la innovación medios privilegiados para contribuir a la resolución de las carencias de una parte importante de la población mundial, y facilitadores de la cohesión social y de la lucha contra la pobreza, tal como España ha impulsado durante el semestre de su presidencia de la Unión Europea en 2010. En los procesos de selección de los proyectos de cooperación impulsados desde España, se promoverá la introducción de criterios de evaluación del componente innovador, considerando también como criterio el impulso de proyectos de cooperación al desarrollo que faciliten aportar las tecnologías en las que España tiene una posición puntera (agua, energía, salud e, incluso, construcción), lo que, a su vez, redundará en el fortalecimiento de nuestro propio tejido productivo y del empleo.

d) El último conjunto de medidas del eje lo constituyen las orientadas a *atraer a España empresas innovadoras y a captar fondos procedentes del exterior* para financiar proyectos innovadores e intensivos en tecnología, ya que, como destaca el estudio anteriormente citado sobre los factores de atracción de de los centros de I+D+i de las multinacionales en España, «las filiales extranjeras que llevan a cabo I+D e innovación en España generan grandes externalidades (efectos *spillovers*) transfiriendo recursos y conocimiento a otros agentes domésticos con los que mantienen fuertes vínculos (proveedores y clientes locales, universidades y centros de investigación públicos y privados, etc.). Éstas, además, ejercen un papel fundamental en el desarrollo de los recursos humanos, fomentando el empleo en actividades de I+D e innovación, ayudando a su formación y capacitación y también ofreciendo posibilidades de retorno a España a aquellos investigadores que tuvieron que marchar al extranjero para poder desarrollar su carrera investigadora ('fuga de cerebros invertida'). Todo esto, sin duda, contribuye enormemente a generar un clima y una cultura innovadora tan necesaria para la competitividad de cualquier país» (Miravitlles *et al.*, 2010).

5. Eje: Fortalecimiento de la cooperación territorial

Este eje está orientado a buscar el consenso entre administraciones para lograr una difusión de la innovación en todo el territorio y a todo el tejido productivo, reconociendo el papel esencial de las comunidades autónomas y las administraciones locales en el desarrollo de la innovación. En nuestro país, la innovación tiene una distribución desigual, como se constata en los datos del INE referidos a 2008 (INE, 2008). Estos datos reflejan que el gasto en innovación continúa caracterizándose por una fuerte concentración (dos comunidades autónomas, Madrid y Cataluña, suman el 48,9 por 100 del gasto). Por primera vez en España, tenemos una estrategia compartida de innovación «inclusiva», que contribuye a potenciar las capacidades científicas e innovadoras de cada territorio y que acompañará a las diferentes administraciones según sus necesidades y estado de desarrollo, respetando sus respectivas competencias y facilitando espacios de gestión compartida que articulará en dos niveles: autonómico y local.

A esos efectos, se promoverán medidas que permitan vertebrar el dinamismo de las comunidades autónomas en el impulso de la innovación, materializadas en convenios de cogestión y cooperación. El objetivo de estos convenios es cooperar y coordinar las actuaciones de los gobiernos central y regional en materia de innovación, con la meta común de elevar el nivel de innovación de las empresas, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e incrementar la competitividad empresarial. Con estos convenios, el Ministerio de Ciencia e Innovación está desarrollando una política de cooperación y fomento de la innovación que aspira a que cada comunidad autónoma impulse su propio pentágono de la innovación, proceso en el que el papel de la Administración general del Estado es el de promover una arquitectura institucional eficaz y coordinada en favor de la innovación española. Asimismo, se consolidarán, contando con la colaboración de todas las administraciones públicas, los servicios en red de información y asesoramiento a empresas y emprendedores en materia de innovación. Esta red facilitará el impulso a la inversión privada en I+D+i, y la consecución de la mayor eficacia posible del apoyo público. En este sentido, el Ministerio de Ciencia e Innovación prevé completar el mapa de comunidades autónomas en el primer semestre de 2011.

A su vez, en el ámbito local se plantea una actuación dirigida principalmente a encauzar los pro-

yectos municipales que se consideran líderes en innovación. La implicación de las administraciones locales se articula a través del Fondo Estatal para el Empleo y la Sostenibilidad Local, y la distinción de ciudades de la ciencia y la innovación y la Red de Ciudades de la Ciencia y la Innovación (red INNPULSO). Con este distintivo, el Ministerio de Ciencia e Innovación quiere reconocer y prestigiar a aquellos ayuntamientos que, con independencia de su tamaño, están realizando un importante esfuerzo en el ámbito de la innovación, contribuyendo desde la esfera local al cambio de modelo productivo.

6. Eje: Capital humano

Este vector pone el foco en el capital humano para la innovación, ya que son las personas quienes finalmente ejecutan la I+D y realizan las actividades innovadoras. Las actuaciones vinculadas a esta dimensión de la estrategia combinan esfuerzos para la mejora en *la formación* de los recursos humanos y en *la provisión de talento innovador* a las empresas españolas. De este modo, se articulan instrumentos para la formación en ámbitos tanto de gestión (por ejemplo, creación de patentes, internacionalización de la I+D, oportunidades públicas de financiación, etc.) como de especialización científico-tecnológica.

La atracción de talento investigador e innovador al sector empresarial tiene un efecto directo inmediato como consecuencia de la mayor capacidad de innovación que supone para las empresas, y uno indirecto a medio plazo, derivado de la disposición de interlocutores válidos técnicamente para establecer nexos de unión con entidades de investigación y otras empresas innovadoras tanto nacionales como internacionales.

Estos objetivos deben contribuir también a mejorar la presencia de las mujeres (su integración horizontal en ciencias experimentales e ingeniería y su integración vertical en todos los campos) a través de programas específicos que tomen en cuenta la dimensión de género como transversal a cualquier política de recursos humanos.

Entre los instrumentos para alcanzar los objetivos de *incorporación de talento al tejido productivo* de este eje está el pionero programa INNCORPORA, que recoge la doble vertiente destacada (formación e incorporación de talento innovador a las empresas), contemplando nuevas contrataciones de tecnólogos y su formación inicial, durante tres años, para realizar proyectos de I+D+i. A través de los itinerarios de formación comunes que se establecen, se favorece la creación de comunidades de afines, grupos formados en la innovación, capacitados técnicamente y listos para cooperar en cualquier entorno, mejorando la I+D+i y la competitividad de las empresas a las que pertenecen. Estas ayudas están dirigidas a empresas, centros tecnológicos, centros de apoyo a la innovación tecnológica, asociaciones empresariales y parques científicos y tecnológicos, todos ellos en el sector privado. La primera convocatoria del programa INNCORPORA ha resuelto financiar la contratación y formación de 235 expertos en innovación, y sus ayudas ascienden a más de 27 millones de euros en préstamos y 750.000 euros en subvenciones.

Los esfuerzos desplegados en la estrategia incorporan también los elementos que van a contribuir *a un cambio cultural*, cambio que pasa por fomentar la vocación científica desde edades tempranas, valorar el talento emprendedor e innovador de nuestros jóvenes, y movilizar el trabajo de nuestros científicos y tecnólogos en la difusión y divulgación de la ciencia y la innovación para el fomento de la cultura científica. La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), tiene una contribución directa en esta dimensión de la e2i, dando cobertura a las competencias del Ministerio de Ciencia e Innovación en materia de comunicación y divulgación de la cultura científica y de la innovación. Divulgar es uno de los vectores estratégicos de la Fundación, con el objetivo de potenciar el impacto en la sociedad de las diferentes iniciativas para desarrollar la cultura científica y de la innovación. Las principales líneas de actuación en este ámbito persiguen realizar o apoyar actuaciones concretas de divulgación y comunicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como estimular y potenciar estructuras estables en red de divulgación y difusión de la ciencia y la innovación, contando además con un Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC), primera agencia de noticias científicas en español, de ámbito estatal y pública, cuyas noticias reflejan, en especial, los trabajos que la comunidad científica española produce en instituciones públicas y privadas tanto nacionales como internacionales.

La e2i también se marca como objetivo e instrumento de acción *promocionar los planes de calidad y excelencia* aplicados a la innovación de una manera sistemática y global. El Ministerio de Ciencia e Innovación lanzará a principios de 2011 un nuevo programa, denominado Severo Ochoa, dirigido a la promoción de las unidades españolas de investigación de excelencia a partir de un proceso de acreditación transparente y amparado en las mejores prácticas internacionales. Esta acreditación se-

rá temporal y tendrá una validez de cinco años, pero sus beneficiarios podrán optar a renovarla y sometiéndose cada cinco años al proceso de evaluación (19). La acreditación sólo podrá lograrse superando estándares muy exigentes de cantidad y calidad de la producción científica, de atracción de talento internacional y de captación competitiva de recursos de origen internacional. Al mismo tiempo, se exigirá que estas unidades cuenten con mecanismos adecuados de control y rendición de cuentas.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

En el contexto actual de la economía española, no sólo las acciones desplegadas, sino también la propia acción de anunciar la intención de que podemos actuar de una u otra forma, desencadenan, a su vez, múltiples acciones e intenciones que pueden multiplicar su eficacia. Este artículo ha pretendido contribuir a este efecto multiplicador que provoca dar a conocer de forma estructurada las acciones e intenciones que despliega la *Estrategia estatal de innovación*, e2i, en la que tanto sus metas para 2015 como los ejes que la componen, y la finalidad del conjunto de medidas de cada uno de ellos, han sido el fruto de un profundo diagnóstico de la situación de la innovación en España, identificando tanto los retos actuales como los de futuro en un marco de competitividad global en el que la innovación juega el papel central del progreso de las economías nacionales. El pentágono de la e2i, como el título del artículo señala, constituye el compromiso para acelerar el cambio de modelo económico necesario en España, y es un hito histórico en la política de ciencia y tecnología de nuestro país.

NOTAS

(1) *Global Trends 2025*. Informe realizado por el National Intelligence Council (NIC) que recoge la visión de futuro a largo plazo ofreciendo tendencias globales en un horizonte de quince años.

(2) Ángel Gurría, durante la inauguración en Madrid del seminario internacional «Más allá de la crisis: el futuro del sistema multilateral», 4 de octubre de 2010.

(3) Consejo Europeo 17 de junio de 2010, Documento EUCO13/10.

(4) La UE se ha comprometido a adoptar una decisión para pasar a una reducción del 30 por 100 en 2020 con respecto a los niveles de 1990 como oferta condicionada a un acuerdo mundial y global para el periodo posterior a 2012, siempre y cuando otros países desarrollados se comprometan a unas reducciones de emisiones semejantes y los países en desarrollo contribuyan suficientemente, según sus responsabilidades y capacidades respectivas.

(5) Las recomendaciones extraídas de la Conferencia Concord 2010, de los días 3 y 4 de marzo, sobre la eficacia de la I+D empresarial en Europa y las de la conferencia celebrada en Bilbao los días 27 y 28 de abril de 2010 sobre los «Desafíos europeos a la innovación» han sido incorporadas a la agenda política del MICINN y llevadas al Consejo de Competitividad celebrado el 25 y 26 de mayo de 2010, en el que el consejo de ministros europeos de investigación adoptó una serie de conclusiones con los aspectos esenciales que deberá incluir el Plan Europeo de Investigación e Innovación.

(6) Documento ST10266/10- Consejo de la Unión Europea.

(7) Las fuentes de información para los datos en este apartado, salvo las excepciones, que se citarán oportunamente, provienen del *Libro de indicadores del sistema español de Ciencia y Tecnología 2008* (publicación 2010) que elabora anualmente la Fundación Española de Ciencia y la Tecnología (FECYT). Los indicadores de ciencia, tecnología e innovación incluidos en esta publicación pueden consultarse en la dirección web: http://icono.fecyt.es. Las fuentes de información empleadas para su elaboración provienen fundamentalmente de organismos oficiales nacionales: Instituto Nacional de Estadística (INE), Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), Ministerio de Economía y Hacienda, Ministerio de Ciencia e Innovación y Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Los datos relativos a la posición española en el entorno de la Unión Europea, América Latina y países OCDE proceden de organismos oficiales internacionales de I+D+i: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Oficina Estadística Europea EUROSTAT y Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT).

(8) El marco de referencia en la elaboración de estos indicadores y el punto de partida de la mayoría de trabajos y estadísticas que evalúan la I+D y la innovación son respectivamente el *Manual de Frascati* y el *Manual de Oslo* de la OCDE.

(9) *Ranking* de referencia en cuanto a la innovación de los países de la UE. Elaborado por el *Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology* (UNU-MERIT) de la Universidad de Maastricht para la Comisión Europea.

(10) Proyecto de Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

(11) Cristina Garmendia Mendizábal, ministra de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, «Una ley para la ciencia y la innovación del siglo XXI», artículo publicado en el núm. 17 de la *Colección Mediterráneo Económico: Innovación y desarrollo económico*.

(12) Tiene como objetivo favorecer la transferencia de conocimiento mediante el fortalecimiento y consolidación de las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI). En concreto, esta convocatoria financia planes estratégicos de transferencia (PETRA) de las OTRI. En 2010 se han aprobado 25 proyectos, con una financiación prevista total de 7,7 millones de euros.

(13) INNPLANTA tiene como objetivo facilitar la implantación o mejora de infraestructuras científico-tecnológicas, destinadas a actividades de investigación y desarrollo, para las entidades instaladas en parques científicos y tecnológicos, y también para la adquisición de equipamiento científico.

(14) INNOCAMPUS apoya actuaciones plurianuales, encuadradas dentro de los planes estratégicos de las universidades, en el ámbito de la excelencia y la innovación en I+D+i, y la transferencia de conocimiento, incluida la formación avanzada de investigadores de excelencia internacional.

(15) Son aquellos que tienen como finalidad demostrar la viabilidad de nuevas tecnologías que ofrezcan ventajas potenciales desde un punto de vista económico, pero que no pueden comercializarse directamente.

(16) Esta línea de financiación forma parte de las acciones financiadas contempladas en el plan *Innovación 2010*, de la Secretaría General de Innovación del MICINN, bajo la denominación «Programa Invierte». La colaboración entre el ICO y el MICINN para el desarrollo de estas actuaciones se llevará a cabo mediante la suscripción de acuerdos específicos, que desarrollarán los aspectos concretos de tales actuaciones.

(17) Encabezado por el profesor José Martí Pellón. Realizado a partir de datos para la muestra de 1.035 empresas representativas de inversiones realizadas entre 1995 y 2004, con datos hasta 2007.

(18) INNFLUYE es uno de los instrumentos contemplados para reforzar este eje de la estrategia, y su finalidad es el apoyo a la creación y consolidación de plataformas tecnológicas nacionales. En la actualidad, la Red de Platafor-

mas Tecnológicas Nacionales está compuesta por 49 plataformas tecnológicas en once sectores industriales y en cinco áreas estratégicas.

(19) A partir de 2011, se acreditarán anualmente un máximo de diez unidades, hasta llegar a un máximo de cuarenta en 2014. Una vez alcanzado este número máximo de cuarenta, aquellas unidades que finalicen su acreditación habrán de competir con el resto de candidatos del sistema si aspiran a renovar su estatus.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENTIDADES DE CAPITAL RIESGO, ASCRI (2010), *Impacto económico y social del capital de riesgo en España 2010*.

COTEC (2010), Informe COTEC, *Tecnología e innovación en España*.

FECYT (2010), «Aspectos destacados del sistema español de innovación. Octubre de 2010», Observatorio Español del Conocimiento y la Innovación ICONO, de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT, http://icono.fecyt.es.

INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2008), *Estadística sobre actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico 2008*.

LINDBLOM, Charles E. (1991), *El proceso de elaboración de políticas públicas*, MAP, serie Administración General, Madrid.

MIRAVITLLES MATAMOROS, P.; GUITART TARRÉS, L.; ACHCAOUCAOU IALLOUCHEN, F., y NÚÑEZ CARBALLOSA, A. (2010), *Factores de atracción y retención de los centros de I+D+i de las multinacionales extranjeras en España*, Fundación I+E y Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), http://icono.fecyt.es

NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL -NIC (2010), *Global Trends 2025*.

OCDE (2010), *The OCDE Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*, http://www.oecd.org.

SEGARRA BLASCO, A., y TERUEL CARRIZOSA, M. (2010), «Obstáculos de las empresas para innovar», en *Análisis de la ciencia y la innovación en España*, Luis Sanz y Laura Cruz Castro (comps.), Instituto de Políticas y Bienes Públicos del CSIC, Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

UNCTAD (2005), *UNCTAD Survey of IPAs (Investment Promotion Agencies).*

EL SISTEMA DE INNOVACIÓN ESPAÑOL: LA OPINIÓN DE LOS EMPRESARIOS

José Ramón SANZ

Cámara de Comercio e Industria de Madrid, y Fundación Numa

Resumen

Este artículo trata de contribuir al interesante debate sobre la Ley de la Economía Sostenible, que incluye la Ley de la Ciencia y la Tecnología, y sobre el futuro del sistema nacional de I+D+i. Se aporta la opinión de los empresarios con base en los resultados del informe «Análisis comparativo del sistema español de I+D+i», de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid, que muestran la ineficiencia del actual sistema nacional de I+D+i. Desde esta perspectiva, proponemos cuatro ejes de actuación: 1) plan de optimización de la gestión del sistema nacional de I+D+i; 2) medidas complementarias de aplicación inmediata con impacto a corto plazo en la competitividad; 3) nuevo modelo de gestión del conocimiento, y 4) incremento de la cualificación de los recursos humanos.

Palabras clave: sistema nacional de I+D+i, entorno competitivo empresarial, eficiencia.

Abstract

This article sets out to make a contribution to the interesting debate on the Sustainable Economy Act, which includes the Science and Technology Act, and on the future of the national R&D&I system. We offer the opinion of the industrialists on the results of the report "Comparative analysis of the Spanish R&D&I system" by the Madrid Chamber of Commerce and Industry, which show the inefficiency of the present national R&D&I system. From this standpoint we put forward four main courses of action: 1) plan for optimizing the management of the national R&D&I system; 2) supplementary measures for immediate application with an impact on competitiveness in the short run; 3) new knowledge management model, and 4) raise the qualification level of the human resources.

Key words: national R&D&I system, competitive business environment, efficiency.

JEL classification: O30, O32, O38.

I. INTRODUCCIÓN

EN vista de la desconfianza que genera el continuo aumento del paro, todo apunta a que la recuperación de España de los efectos de la crisis financiera mundial no vendrá dada por el consumo interno. A esto hay que sumar el colapso que vive la actividad económica ante la magnitud del déficit público, que provoca graves dificultades de financiación a empresas y consumidores, y el endeudamiento de las familias.

En este contexto, la única posibilidad de crecimiento reside en el incremento de las exportaciones al mercado exterior. Urge, pues, recuperar la competitividad a través de nuevos productos y servicios, más atractivos y de mayor valor añadido, que puedan competir a escala mundial en calidad y precio.

El estudio realizado por la Cámara de Comercio e Industria de Madrid, en colaboración con la consultora Deloitte, pone de manifiesto la ineficiencia y la falta de competitividad del sistema nacional de I+D+i para generar propiedad intelectual y aplicaciones.

Ante un déficit público insostenible, conviene preguntarse si es acertado seguir aumentando el gasto para sostener un sistema nacional de I+D+i ineficiente y, sobre todo, si existen otras alternativas en nuestro entorno. En el presente artículo se analizan los resultados comparativos de treinta países, identificando las mejores prácticas de los países *best in class (BIC).* Su objetivo es aportar soluciones en pro del desarrollo de un marco eficaz que permita que el trabajo y los sacrificios de científicos, empresarios y trabajadores creen riqueza económica y social.

II. ANÁLISIS DEL ENTORNO DE OPINIÓN SOBRE LA POLÍTICA DE I+D+i

El estado de opinión oficial se sintetiza en los siguientes epígrafes:

1. La existencia de un alto grado de complacencia ante la posición que ocupa la ciencia española en el mundo

Pero la realidad es que nuestra reputación científica a escala mundial no parece soportar semejante triunfalismo. Salvo honrosas excepciones, la labor de nuestros investigadores ejerce un imperceptible impacto sobre la economía española y goza de escasa influencia y predicamento en los mentideros científicos de la comunidad internacional. Así lo refleja la baja producción de documentos por parte de las universidades españolas. Mientras que la media europea se sitúa en unos 5.000 documentos anuales, el 67 por 100 de nuestras universidades generan menos de 3.000 y sólo el 2 por 100 alcanza los 10.000. La calidad de esa producción, establecida con base en el número de ci-

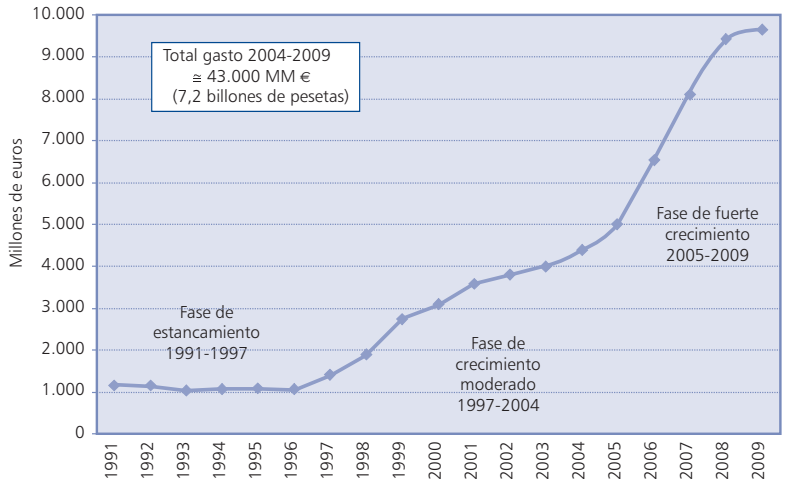
tas que registran esas publicaciones, tampoco juega a su favor. Para un pequeño porcentaje es media (entre 4 y 8 citas) y no figura en su expediente ninguna publicación de calidad alta o excelente, según el análisis del *ranking* de calidad investigadora realizado por Scimago basandose en los datos de Scopus.

2. La atribución del atraso español a dos motivos ya recurrentes en el discurso oficial

La siempre insuficiente aportación presupuestaria, a pesar del enorme crecimiento experimentado en los últimos años. El desembolso del presupuesto público (p.46), tan abultado que asciende a más de 38.777 MM€ (6,5 billones de pesetas) en los últimos cinco años, ha servido para financiar las actividades más bien filantrópicas de I+D+i que llevan a cabo las instituciones públicas. Como se aprecia en el gráfico 1, la partida 46 para I+D+i del Presupuesto ha pasado de 5.018 (2004) a 9.662 (2009) millones de euros, lo que supone casi duplicar este gasto público en tan solo seis años. Evidentemente, este presupuesto se nutre de los impuestos aportados por empresas, trabajadores y ciudadanos, pero eso no ha redundado en una participación real de estos agentes en los órganos de decisión que definen la estrategia y controlan su gestión.

La falta de compromiso e inversiones por parte del sector privado. Esta segunda afirmación no se ajusta a la realidad. Según datos del INE, el sector privado realizó en 2007 el 55,9 por 100 del total de la inversión, es decir, doce puntos más que el sector público. La inversión privada ha crecido en los últimos años en un porcentaje medio de dos dígitos, alcanzando en 2007 la cantidad de 7.453 millones de euros (1,24 billones de pesetas). La prioridad del sector privado es mejorar su posición competitiva y su cuenta de resultados, lo que se traduce en un incremento de la actividad económica, el empleo y el volumen de impuestos. El abultado desembolso del presupuesto público (p.46), que asciende a más de 38.777 MM€ (6,5 billones de pesetas) en los últimos cinco años, ha financiado las actividades de I+D+i que llevan a cabo las instituciones públicas, y proviene de los impuestos aportados por empresas, trabajadores y ciudadanos, si bien estos agentes no tienen una participación real en los órganos de decisión que definen la estrategia y controlan su gestión.

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN DE LA PARTIDA 46 DEL PRESUPUESTO (1991-2009)



3. El convencimiento y aceptación generalizada de que el objetivo prioritario de la innovación tecnológica ha sido y es incrementar la competitividad

En todos los enunciados iniciales de motivos de la Ley de la Ciencia y la Tecnología (borrador cero), así como en cualquier proyecto o política destinada a fomentar y financiar actividades de I+D+i, se repite a modo de insistente coletilla: «innovación para mejorar la competitividad y con ella el empleo…». Pero lo cierto es que España ha perdido competitividad y grado de participación en la gran tarta mundial de la exportación, donde mantenemos un déficit comercial endémico que se agrava especialmente en términos de balanza comercial tecnológica.

Sobre este fracaso pesan dos causas de fondo. En primer lugar, se tiene una visión estrecha y trasnochada que circunscribe la I+D+i sólo y mayoritariamente a ámbitos productivos de alta tecnología, dejando fuera a sectores industriales y de servicios que tradicionalmente han oficiado como nuestra gallina de los huevos de oro. Es el caso, por ejemplo, de la industria del automóvil o el turismo. En segundo lugar, esta perspectiva tan

limitada y restrictiva también excluye del sistema nacional de I+D+i la innovación en procesos de gestión, cuando los expertos coinciden en que esta ventaja competitiva es la más duradera, por su largo proceso de implementación. En este sentido, el sector privado, representado por todo tipo de consultoras, ha evitado el estancamiento de España en la materia, si bien su capacidad para generar conocimiento en este campo carece del justo reconocimiento institucional.

4. Apoyo reiterado a las PYME

Los líderes políticos y sociales manifiestan su reiterado apoyo a las PYME en aras del peso y posición que ocupan en la estructura económica de nuestro país como generadoras del 80 por 100 del empleo. Sin embargo, en la práctica, los proyectos europeos, nacionales y autonómicos suelen estar presididos por grandes empresas, condenando a las PYME a ejercer de meras comparsas en calidad de subcontratistas de compañías de mayor tamaño. En base a datos del INE, la única política que ha permitido a las PYME mantener una participación paritaria con las NO PYME es el acceso a las deducciones fiscales por actividades de I+D+i. No obstante, la deducción estimada del análisis de los proyectos objeto de informes motivados en 2007 es de 222,7 MM €, cifra irrelevante comparada con los 9.662 MM € de la partida 46 de ese mismo año.

De este estado de opinión oficial se desprende una visión filantrópica o «sin ánimo de lucro» en el desarrollo del concepto I+D+i, ya que está más orientado a crear «conocimiento *per se*» que valor económico y empleo. Por nuestra parte, concluimos que la generación de propiedad intelectual y el desarrollo de aplicaciones para nuevos productos y procesos más competitivos, canalizados a través las empresas que componen nuestro sistema productivo, son la única apuesta segura a la hora de gestar empleo, riqueza y nuevos recursos impositivos con los que mantener en pie el orden democrático que vio la luz en 1978. Lamentablemente, a pesar del compromiso y dedicación de científicos y empresarios, el sistema nacional de I+D+i sólo produce valor de forma tangencial, y deja mucho que desear en cuanto a su nivel de eficiencia. De momento, y bajo su actual concepción, sólo nos ha reportado ciertas «victorias morales» que se «venden» bien, pero no han ayudado a evitar la actual tasa oficial de paro, que ronda el 20 por 100.

Por último, las políticas de apoyo a la I+D+i han excluido sistemáticamente la aplicación a nuestro sistema productivo de la tecnología existente y adquirida en cualquier parte del mundo y, por tanto, no aprovecha las potenciales oportunidades económicas que comportan un período de maduración más corto.

III. CLAVES DEL ENTORNO COMPETITIVO DE LAS EMPRESAS

Las empresas no tienen garantizados sus ingresos ni la financiación de sus operaciones y/o proyectos de inversión, pero desde su éxito son capaces de crear riqueza en forma de empleo e impuestos que contribuyen a sostener al Estado a escala nacional, autonómica y local, y a financiar sus actividades (servicios a los ciudadanos, pensiones…) e inversiones, incluida la docencia universitaria y el sistema nacional de investigación, desarrollo e innovación.

El acceso a la financiación resulta fundamental para las empresas que quieren seguir creciendo y siendo competitivas. Su continuidad, que atraviesa momentos difíciles porque la deuda pública creciente absorbe en gran medida la liquidez del sistema financiero, depende del apoyo de sus accionistas y de su capacidad para competir en los mercados financieros, entre ellas y con el sector público.

Riesgo, retorno, eficiencia y perspectivas de crecimiento son los principales criterios que baraja el mercado financiero a la hora de tomar decisiones en materia de asignación de recursos, aprobación de créditos y fijación de costes y plazos. Precisamente, estas mismas pautas, así como la filosofía competitiva, impregnan la vida empresarial en la gestión de sus operaciones y la elección de sus proyectos de inversión en general y de I+D+i en particular.

En los proyectos de inversión en I+D+i se contemplan los siguientes conceptos:

— *Periodo de maduración.* Se define como el plazo necesario desde el inicio de las inversiones hasta su total amortización a través de los nuevos flujos de caja positivos.

— *Retorno.* Las empresas precisan que su inversión se concrete en algún momento en flujos de caja. De ahí la necesidad de aplicar el conocimiento para que pueda convertirse en productos y procesos operativos o de gestión, cada día más competitivos y eficientes, que generen nuevos ingresos.

— *Riesgo y periodo de maduración.* Los proyectos de investigación (I) se caracterizan por un riesgo alto y un período de ma-

duración largo, lo que se traduce en un impacto positivo en la situación competitiva y la cuenta de resultados de la empresa a largo plazo. Por el contrario, los proyectos de desarrollo (D) e innovación (i) implican menor riesgo y resultados positivos a medio y corto plazo.

Las empresas tratan de minimizar los riesgos que asumen con una gestión excelente, y todas sus decisiones se orientan hacia un objetivo común: maximizar el retorno de sus inversiones. Sólo desde este enfoque, que se distancia de la filantropía o financiación de actividades sin ánimo de lucro, pueden dar respuesta a su responsabilidad de crear riqueza.

Compromiso de servicio de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid

Vivimos en un sistema económico globalizado, hoy inmerso en una crisis profunda y sin precedentes que afecta con especial dureza a nuestro país. Subirse al tren del progreso con un billete de vuelta seguro y sostenible pasa necesariamente por un aumento de la competitividad. La consecución de este objetivo, ineludible para la España del siglo XXI y su Estado del bienestar, demanda sobre todo un sistema de innovación (I+D+i) eficiente que implique en su organización y gobierno a todos los agentes públicos y privados. La Ley de la Economía Sostenible aprobada, que incluye la Ley de la Ciencia y la Tecnología, constituye una excelente oportunidad. En definitiva, la gestión eficiente de los recursos públicos que se destinan a la innovación (I+D+i) es deseable e imperativa para un Estado que compromete su política de recaudación y gasto en la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos.

A partir de este estado de opinión sobre la política de I+D+i y de las empresas, y en cumplimiento de su vocación de servicio a las instituciones públicas y a los empresarios, la Cámara de Comercio e Industria de Madrid aborda el análisis del sistema español de I+D+i desde el punto de vista del empresario, cuya perspectiva no puede ser otra que la de la productividad. No en vano el aprovechamiento eficiente de los recursos con el fin de generar beneficios constituye la esencia del espíritu empresarial, así como la principal motivación a su vocación y capacidad para crear riqueza económica y social.

IV. EL SISTEMA ESPAÑOL DE I+D+i DESDE LA PERSPECTIVA DEL EMPRESARIO

1. El estudio sobre las mejores prácticas en I+D+i: metodología, fases y resultados

El estudio encargado por la Cámara de Comercio de Madrid a la consultora Deloitte (1) tiene como objetivo determinar las mejores prácticas existentes en el mundo a través de un procedimiento de *benchmarking*, para que permitiera identificar los mejores países o *best in class* (*BIC*) basándose en la comparación de sus sistemas de I+D+i en lo que se refiere a resultados y eficiencia, definida ésta como el retorno obtenido con la aplicación de recursos humanos y financieros (cociente entre *output* e *input*).

Es preciso resaltar que este modelo de análisis y las ratios elegidas son habituales en todo tipo de entidades e instituciones públicas orientadas a la creación de valor y que cuentan con organizaciones altamente eficientes en el uso de los recursos que gestionan y administran, así como en las empresas privadas, donde la eficiencia estratégica y operativa es una cuestión de supervivencia.

El estudio se ha realizado en las siguientes fases:

1.ª fase. Definición de parámetros de *input* y *output* para el cálculo de la eficiencia.

2.ª fase. Cálculo y análisis de los resultados de eficiencia.

3.ª fase. Identificación de los mejores países (*BIC*) por sus resultados y eficiencia.

4.ª fase. Análisis de los sistemas nacionales de I+D+i de los países *BIC* para identificar sus mejores prácticas.

5.ª fase. Conclusiones del estudio y análisis de eficiencia del actual sistema nacional de I+D+i de España.

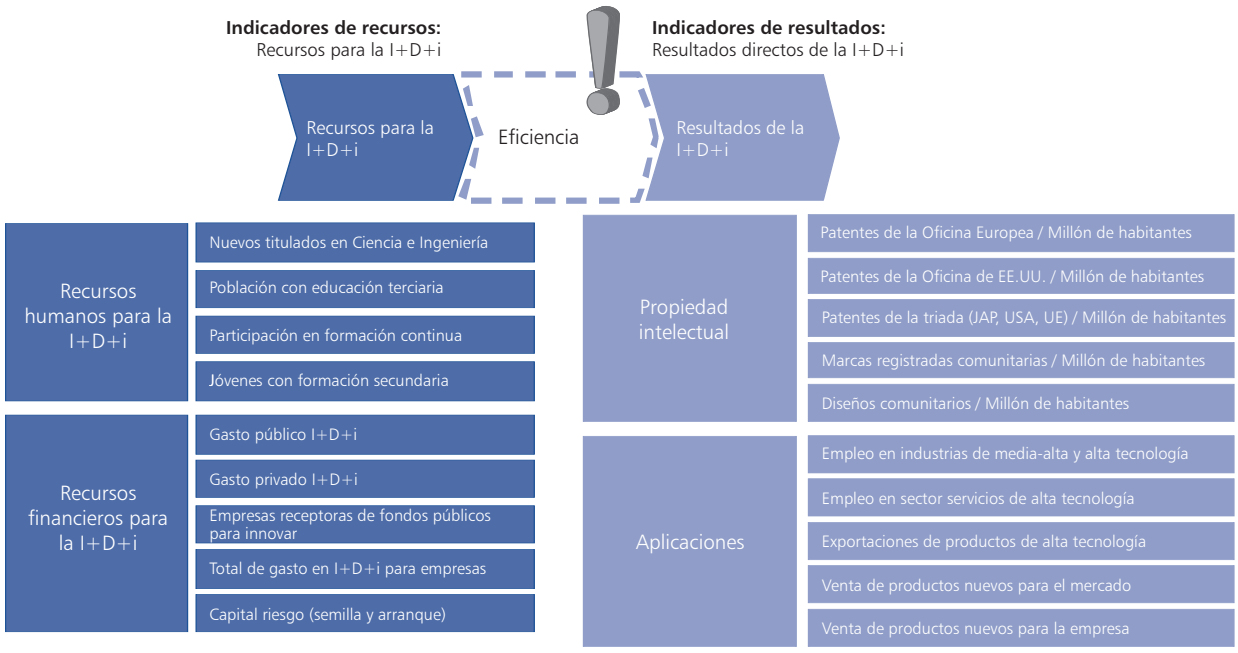
6.ª fase. Sugerencias para la mejora de la competitividad de España y de la eficiencia del sistema nacional de I+D+i.

En lo que resta de este apartado se presenta una exposición detallada de cada una de las cinco primeras fases y de sus resultados. Las recomendaciones que se recogen en la fase 6.ª del estudio se comentan en el apartado V.

1.ª fase. Definición de parámetros para el análisis de resultados y el cálculo de la eficacia

En esta fase se revisan y comparan los indicadores de I+D+i de España frente a los de una selección de treinta países (UE-27 menos Malta, Chipre y Luxemburgo, más Suiza, Islandia, Noruega, Turquía, EE.UU.

GRÁFICO 2



y Japón). El gráfico 2 presenta la clasificación de los indicadores revisados y habitualmente utilizados:

2.ª fase. Cálculo y análisis de resultados y eficiencia

Para analizar la eficiencia de los sistemas nacionales de I+D+i en la generación de resultados se ha utilizado el método del *Data Envelopment Analisis*, ya que permite medir simultáneamente la eficiencia en torno a los ejes de propiedad intelectual y aplicaciones. Una unidad se considera *eficiente* cuando produce más de uno de los resultados definidos sin generar menos que el resto y sin consumir más recursos, así como cuando genera los mismos resultados utilizando menos de uno de los recursos y no más del resto. Las unidades eficientes constituyen la frontera de eficiencia.

Siguiendo esta definición, se ha realizado el cálculo y el análisis de resultados y eficiencia de países líderes a escala mundial, con especial énfasis en la UE por su competencia natural y de proximidad con nuestro país. El objetivo en esta fase era identificar a los mejores y evaluar la posición relativa de los resultados y eficiencia de España frente a ellos.

3.ª fase. Identificación de países BIC

A partir de los resultados de eficiencia, se eligen los países más eficientes (*BIC*) para estudiar sus sistemas nacionales de I+D+i. En este sentido, Suecia, Finlandia, Japón, Suiza y Alemania deben representar para España los modelos de futuro a medio y largo plazo.

4.ª fase. Análisis de los sistemas nacionales de I+D+i de los países BIC *para identificar sus mejores prácticas*

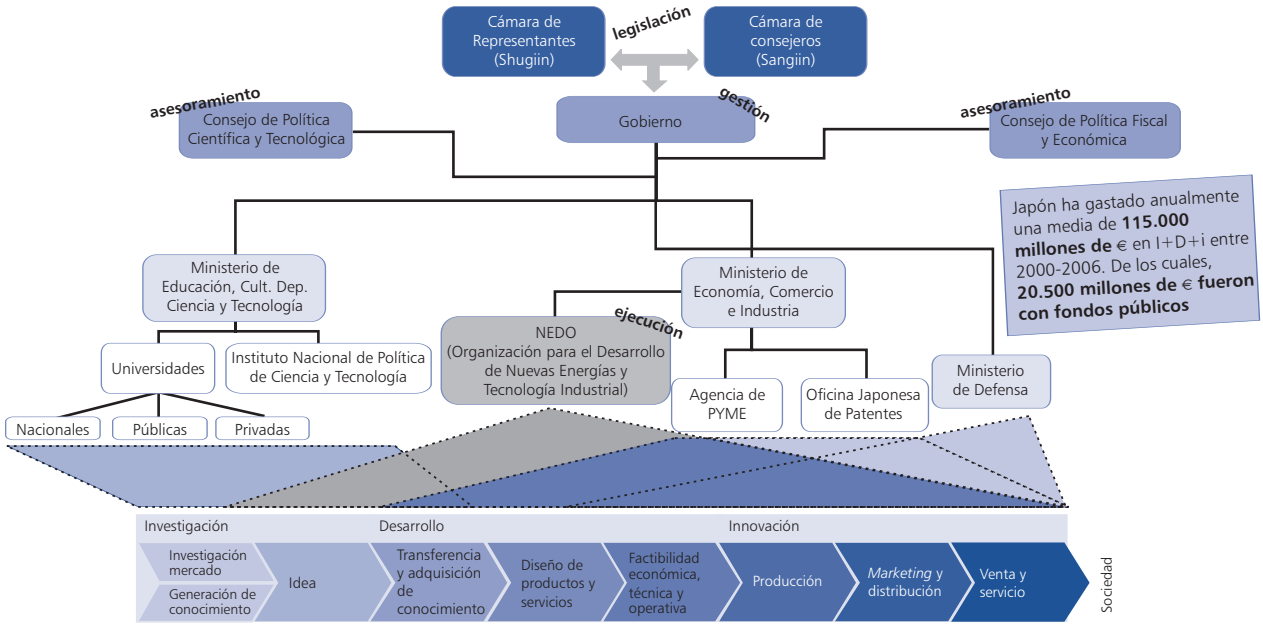
Para el análisis de los sistemas nacionales de I+D+i se ha utilizado el modelo generalmente aceptado de análisis de la cadena de creación de valor, ya que los resultados y la eficiencia sostenida de los países *BIC* pueden y deben ser una referencia para España de cara a competir con éxito en los mercados europeos y mundiales. Así por ejemplo, el gráfico 3 muestra la estructura del sistema nacional del I+D+i de Japón.

Las mejores prácticas se identifican como aquellos elementos comunes que presentan los países *BIC* (Alemania, Suiza, Japón, Suecia y Finlandia) y que han mostrado su eficiencia continuada durante los últimos años. A continuación se enumeran.

— Diseño y enfoque de estrategias a largo plazo de I+D+i, que tienen su punto de mira en la creación de valor económico tangible.

— Apoyo a sus «sectores tradicionales», y no sólo a los llamados de alta tecnología.

GRÁFICO 3
JAPÓN. SISTEMA NACIONAL DE I+D+i



Fuente: OCDE, Eurostat.

— Sistemas de gestión que integran a priori a todos los agentes de la cadena de valor involucrados en el desarrollo de un proyecto (universidades, centros de investigación públicos y privados, *clusters* y empresas), siempre desde el respeto a sus respectivos roles y el aprovechamiento de las particularidades que pueden resultar más fructíferas en cada fase, aplicando el concepto tradicional de ingeniería simultánea para la gestión de proyectos.

— Políticas de apoyo a los distintos agentes que mantienen la coherencia con la estrategia general trazada a largo plazo y que no responden, en ningún caso, a necesidades políticas coyunturales o partidistas.

— Sistemas de evaluación sistemática que no sólo influyen en los resultados finales, sino también en el avance del calendario de los proyectos y el ejercicio de las responsabilidades de las entidades y personas implicadas. Para ello, definen planes de acción ante posibles desviaciones e ineficiencias observadas en su gestión, junto con acciones disciplinarias frente a un inadecuado desempeño de sus compromisos. Así mismo, contemplan el abandono del proyecto si, llegado el caso, se constata su inviabilidad económica y/o la imposibilidad de alcanzar los objetivos en los plazos previstos.

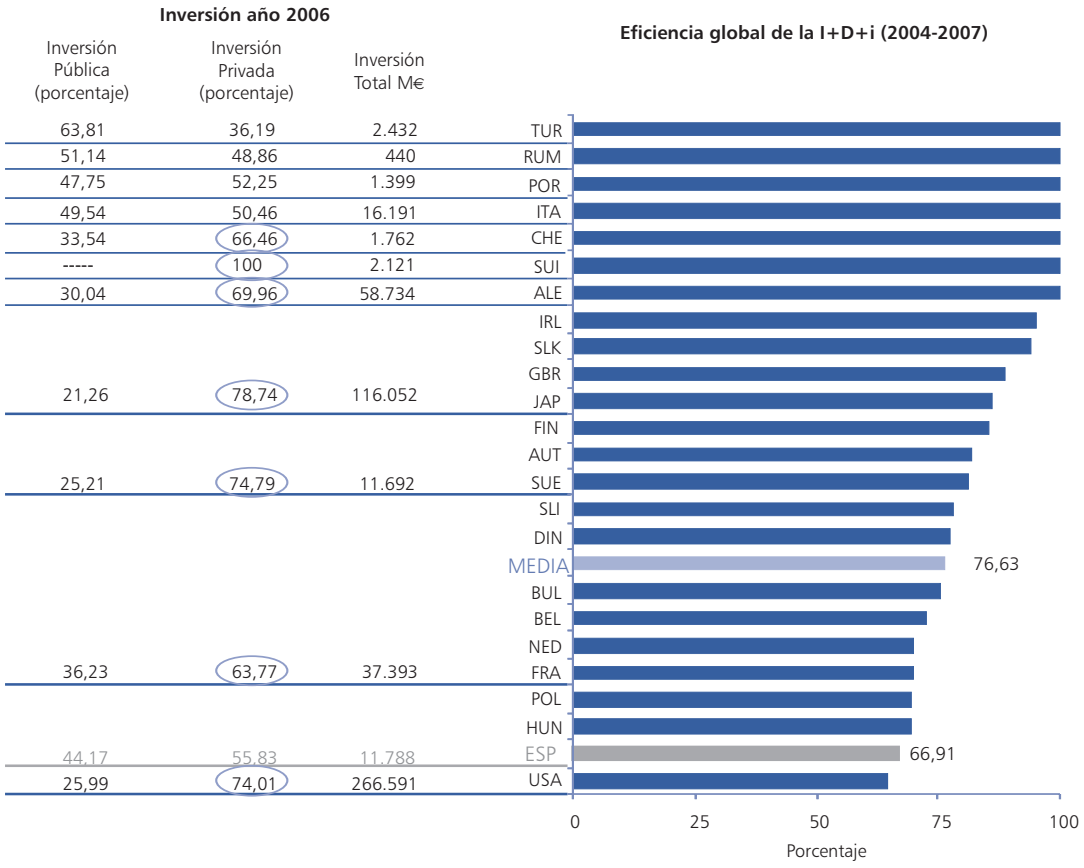
— Sistemas de vigilancia mundial para identificar oportunidades que constituyen un verdadero ejemplo de política de innovación, ya que les permite reaccionar e incorporar sus hallazgos de forma inmediata a sus planes estratégicos y a sus sistemas nacionales de I+D+i en pro de una mejora continua de sus prácticas.

— La presencia de la empresa es paritaria en los órganos de decisión estratégica y de control. En algunos países como Alemania, el ámbito empresarial se reconoce como un espacio de creación de conocimiento. De hecho, la legislación alemana exige experiencia profesional contrastada para acceder a oposiciones de catedrático.

5.ª fase. Conclusiones del estudio y análisis de eficiencia del actual sistema nacional de I+D+i de España

Los resultados de eficiencia global del sistema de I+D+i español que se muestran en el gráfico 4 ponen de manifiesto varios aspectos. En primer lugar, que España ocupa el puesto 23 entre los países objeto del estudio, con una eficiencia del 67 por 100. Para ser plenamente eficiente, debería in-

GRÁFICO 4
INVERSIÓN EN I+D+i Y RESULTADOS DE EFICIENCIA GLOBAL

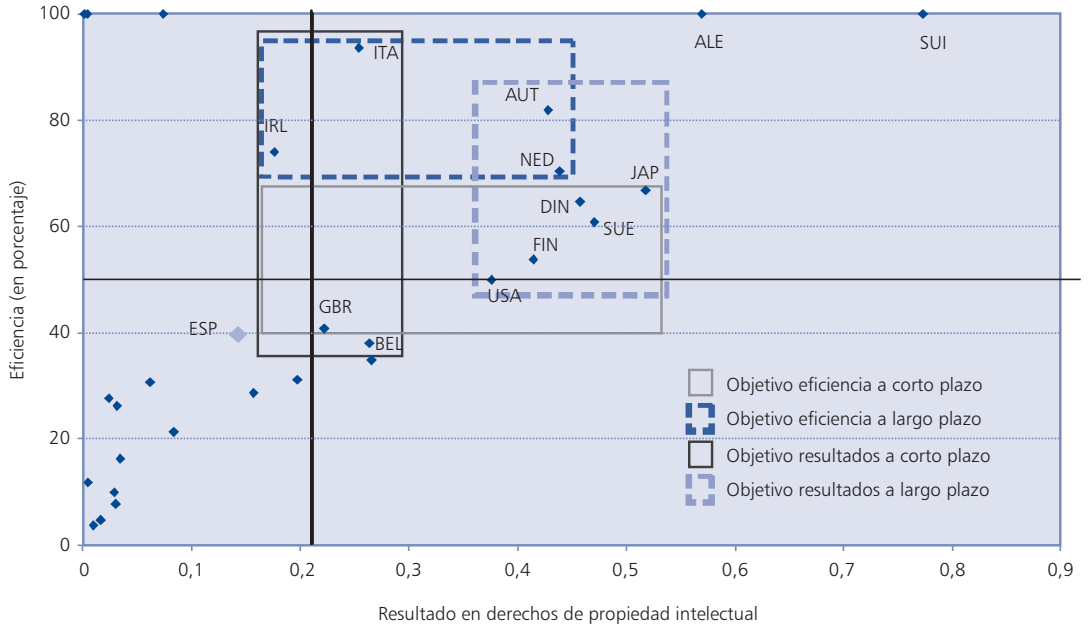


crementar cerca de un tercio sus resultados actuales con el mismo consumo de recursos (humanos y financieros), es decir, que podría ser un 33 por 100 más eficiente. En segundo lugar, Alemania y Suiza mantienen una eficiencia plena y se consideran los *best-performers* en cuanto a la cantidad de resultados relativos de I+D+i. Con niveles inferiores de recursos y resultados, Italia, Chequia, Portugal y Turquía se muestran más eficientes que España. En tercer lugar, un mayor volumen de inversión no es garantía de mejores resultados económicos tangibles y tampoco de un incremento de la eficiencia. El informe demuestra, a su vez, que la eficiencia no depende del tamaño del PIB de los países, ni de sus presupuestos generales y concretos de I+D+i. En cuarto lugar, a mayor peso de la inversión privada, mayor eficiencia. En efecto, los datos comparativos anuales sobre los porcentajes de gasto público y privado arrojan otra conclusión importante: cuanto mayor es el peso de la I+D+i realizado por las empresas, mayor es la eficiencia económica y social de sus sistemas nacionales.

En consecuencia, sólo una estrategia realista, basada en políticas que aseguren la creación de valor económico tangible y medible, así como una gestión rigurosa y excelente de los proyectos de I+D+i, genera resultados y aumenta la eficiencia.

El estudio detallado de los diferentes factores que intervienen en la eficiencia global del sistema nacional de I+D+i evidencia que España es un país ineficiente en comparación con otros países de su entorno competitivo en lo que se refiere a la producción y aplicación del conocimiento generado. En efecto, en cuanto a la *eficiencia de los recursos humanos*, España ocupa el puesto 23, con un grado de eficiencia del 59 por 100, que podría aumentar hasta un 41 por 100. Respecto a la *eficiencia de los recursos financieros*, España ocupa el puesto 18, con un grado de eficiencia del 67 por 100, que podría aumentar hasta un 33 por 100. En relación con la *eficiencia de generación de propiedad intelectual*, con

GRÁFICO 5
MATRIZ DE EFICIENCIA GLOBAL EN DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



un grado de eficiencia del 40 por 100, España muestra uno de los cocientes más bajos en la generación de derechos de propiedad intelectual (véase el gráfico 5).

En este factor, cabe señalar que los *best-performers*, o países con eficiencia plena en propiedad intelectual, son Alemania y Suiza, al igual que Portugal, Rumanía y Turquía, aunque con niveles inferiores de recursos y resultados. Por su parte, para ser plenamente eficiente en la generación de los derechos de propiedad intelectual, España tendría que multiplicar por más de seis sus patentes europeas, por once las patentes aceptadas en EE.UU. y casi por doce las de la triada. No obstante, en contraste con estos datos, España se posiciona por encima de la media en el lanzamiento de nuevas marcas y diseños industriales registrados. Detrás de Alemania, también ocupa la segunda posición en el *ranking* europeo en materia de nuevos productos que resultan de la innovación de los ya existentes. Ambos logros germinan en la empresa, lo que demuestra la eficiencia del no desdeñable esfuerzo inversor desplegado por nuestros empresarios, así como su capacidad para aceptar riesgos y gestionar nuevos retos en un entorno institucional manifiestamente mejorable.

Por otra parte, en la *eficiencia de generación de aplicaciones*, España ocupa el puesto 21, con un grado de eficiencia del 65 por 100 (podría aumentar hasta un 35 por 100), situándose detrás de países competidores como Polonia, Hungría, Francia e Irlanda (véase el gráfico 6). Para alcanzar niveles eficientes en la aplicación del conocimiento tendría que aumentar un 63 por 100 el empleo en industrias *hi-tech* y un 34 por 100 el de servicios de alta tecnología, así como multiplicar por más de cuatro sus exportaciones de alta tecnología.

Por último, el análisis comparativo de la eficiencia en generación de propiedad intelectual y en *aplicaciones de los sistemas de I+D+i* pone de manifiesto que España, con sólo un 40 por 100 de eficiencia, está muy lejos de nuestros principales competidores. Así, el número de patentes concedidas al año a instancias de Europa representa un decepcionante 20 por 100 de la media de los países europeos, aunque, como ya se ha señalado, estos datos contrastan con una eficiencia del 65 por 100 en generación de aplicaciones. Pero este mejor resultado no evita que España se sitúe entre los países menos eficientes en derechos de propiedad intelectual y en aplicaciones (véase el gráfico 7).

En consecuencia, el análisis de la *eficiencia global* de la I+D+i coloca a España en el puesto 23, con una eficiencia en generación de aplicación del conocimiento del 66,91 por 100. Para ser plenamen-

GRÁFICO 6
MATRIZ DE EFICIENCIA EN APLICACIONES DEL CONOCIMIENTO

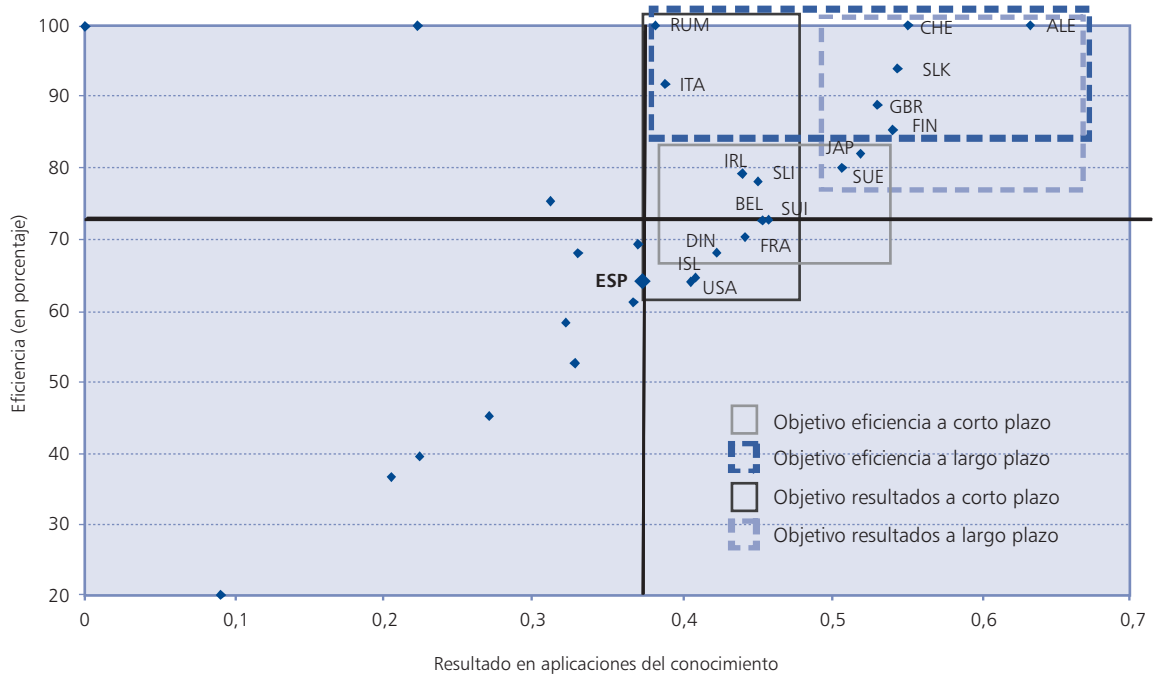
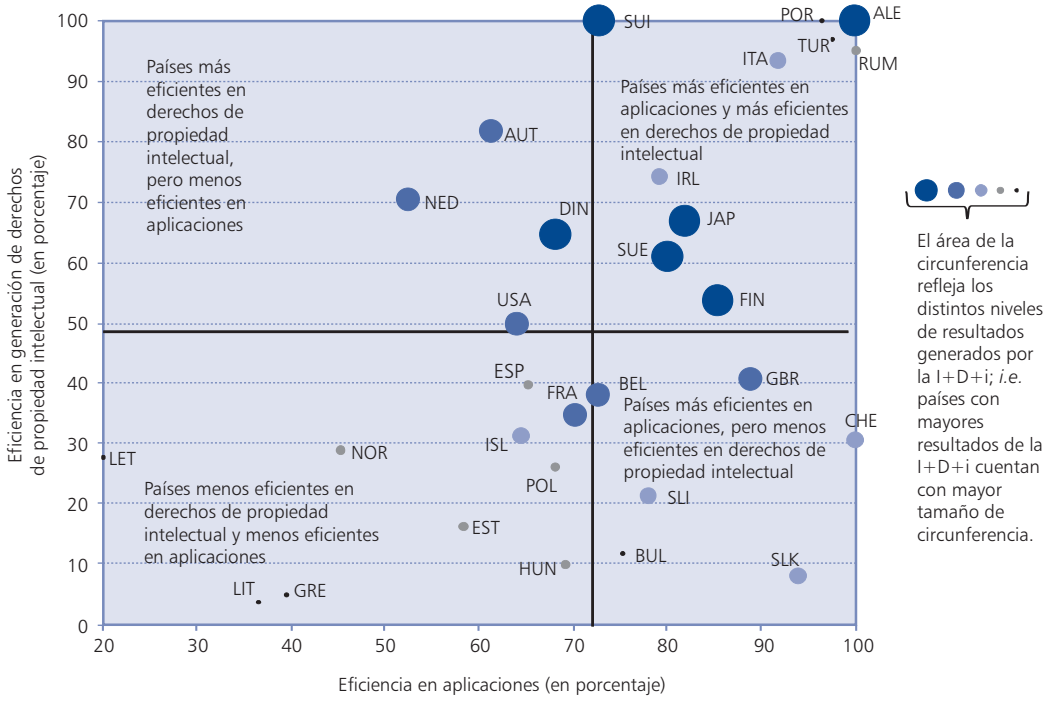


GRÁFICO 7
MATRIZ DE EFICIENCIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y APLICACIONES



te eficiente, tendría que incrementar casi en un tercio sus actuales resultados sin aumento de los recursos humanos y financieros actuales.

2. ¿Por qué las políticas de I+D+i de mayor éxito en el mundo fracasan en España?

Es cierto que el sistema nacional de I+D+i ha reparado en el exterior para luego proyectar en España políticas de marcado éxito en otros países. Pero el análisis de los resultados de su aplicación presenta una gran ineficiencia absoluta y relativa con respecto a esos mismos países. Dos razones generales pueden inferirse: el inadecuado diseño de los procedimientos de aplicación de dichas políticas y un insuficiente rigor en su aplicación.

Un claro ejemplo de esta situación es el diseño y aplicación de las deducciones fiscales de I+D+i, cuyo efecto como política dinamizadora ha sido muy limitado. No obstante, hay que decir en su favor que se distingue como la de mayor acceso para las PYME. Su corto alcance es consecuencia de la ambigüedad que exhiben los criterios de calificación de proyectos, definidos desde una óptica filantrópica y políticamente correcta. Además, el art. 70.3 de la Ley de Gestión Tributaria de 17 de Diciembre de 2003 creó una gran inseguridad jurídica al establecer un periodo de quince más cuatro años de plazo abierto a inspección, a lo que hay que sumar su compleja gestión y el elevado coste de los informes motivados.

Para cerrar este apartado, y a modo de síntesis, cabe señalar que el estudio realizado por la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y la consultora Deloitte demuestra la alarmante ineficiencia del actual sistema nacional de I+D+i para mejorar la competitividad de España y producir los cambios tecnológicos sobre los que cimentar un crecimiento sostenible.

La baja eficacia de las cuantiosas sumas de dinero invertidas —38.777 MM € (6,5 billones de pesetas) entre 2004 y 2009— y el volumen de recursos humanos utilizados colocan a España en una preocupante posición competitiva desfavorable. Este factor añadido, de carácter propio, demorará nuestra salida de la crisis e implicará importantes costes sociales. Sobre todo para algunos sectores industriales y de servicios, como el automóvil o el turismo, que, por tradición, han sido exportadores y generadores de puestos de trabajo, y por tanto estratégicos para la economía, el empleo y la financiación de las instituciones democráticas.

Esta constatación descalifica los mensajes políticamente correctos con los que se ha bombardeado a la opinión pública española durante los últimos años.

V. SUGERENCIAS PARA LA MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD DE ESPAÑA Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA NACIONAL DE I+D+i

Para contribuir a este debate, proponemos (*6.ª fase*) una serie de medidas que consideramos necesarias y urgentes para que España alcance un nivel de competitividad que permita un crecimiento sostenido. En primer lugar, se propone un camino crítico para España hacia la competitividad desde la Innovación. En segundo lugar, se plantean medidas estructurales de carácter general. Por último, se discute un nuevo modelo de crecimiento sostenible y cuatro ejes de actuación simultánea para su implementación: 1) plan de optimización del actual sistema nacional de I+D+i; 2) medidas complementarias de aplicación inmediata; 3) nuevo modelo de gestión del conocimiento, y 4) cualificación de los recursos humanos.

1. Camino crítico para España hacia la competitividad desde la innovación y prácticas comunes a los mejores países en eficiencia (*BIC*)

España tiene que encarar un doble objetivo: mejorar la eficiencia y aumentar el volumen de sus resultados. Definimos camino crítico como la hoja de ruta de los mejores países a seguir para ser plenamente eficiente, tanto en la gestión del conocimiento como en las inversiones financieras y de recursos humanos implicados en la generación de aplicaciones y derechos de propiedad intelectual, a fin de mejorar la competitividad de las empresas en el mercado global.

Los países *Best in Class* nos señalan el camino crítico (hoja de ruta) en la mejora de la eficiencia en I+D+i. Por ello, proponemos la siguiente hoja de ruta para España (gráfico 8):

— Primer paso. Suecia, Finlandia y Japón.

— Segundo paso y estrategia a largo plazo. Alemania y Suiza, con su decidida apuesta por el sector privado, que realiza el 70 por 100 de las inversiones totales alemanas y el 100 por 100 de las suizas.

2. Medidas estructurales de carácter general

La crisis financiera mundial ha puesto de manifiesto en toda su

GRÁFICO 8
CAMINO CRÍTICO

crudeza las debilidades de nuestro modelo de crecimiento y los desequilibrios estructurales que lastran la competitividad de nuestras empresas. Estos factores constituyen un *handicap* para salir de la crisis, pero también para aprovechar el nuevo ciclo de crecimiento mundial que traerá su superación.

3. Nuevo modelo de crecimiento sostenible

La Historia se empeña en recordarnos que las crisis internacionales siempre han propiciado cambios radicales en el equilibrio político y económico entre los países, dando vida a nuevos órdenes mundiales. Economías emergentes, como Rusia, China, India y Brasil, cobran protagonismo e influencia en el marco que alumbrará la actual recesión sobre tres premisas fundamentales:

— Competitividad sin barreras a escala mundial.

— Libre circulación de las personas y, con ellas, del conocimiento.

— Acceso libre e inmediato al conocimiento disponible en cualquier parte del mundo.

En este nuevo orden mundial, los países líderes serán aquellos que puedan aportar:

— Un sistema político e institucional dinámico, eficiente y competitivo, con competencia para propiciar en cada momento las condiciones de desarrollo necesarias para sus empresas y ciudadanos.

— Capacidad para localizar, adquirir y aplicar el conocimiento existente a su sistema productivo y al incremento de la cualificación de sus recursos humanos.

— Un sistema educativo al servicio de la sociedad cuya prioridad sea forjar ciudadanos comprometidos, preparados y con vocación emprendedora, y que permita a éstos sentirse capacitados para encontrar su oportunidad en cualquier parte del mundo.

En la actual coyuntura, en la que nadie cuestiona la necesidad de políticas sociales, empresarios y profesionales, en su doble condición de consumidores y contribuyentes, comparten una certera intuición: ha llegado el momento de acometer profundos cambios estructurales en el ámbito político, institucional, educativo, económico y laboral en pos de un nuevo modelo de crecimiento sostenible que encaje en el emergente orden socio-económico mundial que nacerá de esta crisis global.

Consideramos un buen ejemplo a seguir el modelo de crecimiento sostenible que describe el profesor Gámir (2007) en su libro *Innovación y productividad*, en el cual arroja luz sobre un pregunta clave: ¿El cambio tecnológico es un factor de crecimiento sostenible? Sus argumentos son rotundos. «…El progreso técnico es un factor clave en el crecimiento sostenido a medio y largo plazo..». «…No es el avance técnico *per se* el que influye en el crecimiento económico a largo plazo, sino su aplicación y difusión en el proceso productivo...». «…Las economías más dinámicas no van a ser las que generen nuevas tecnologías, sino aquellas que sean capaces de aplicarlas con mayor rapidez…»

Desde esta perspectiva, proponemos cuatro ejes de actuación que pueden y deben implementarse al mismo tiempo como necesarios y complementarios:

1) *Plan de optimización de la gestión del actual sistema nacional de I+D+i* con base en las mejores prácticas desarrolladas por los países líderes, cuyo impacto repercu-

tirá a corto plazo en los resultados económicos y sociales y, por tanto, en la eficiencia del sistema.

2) *Medidas complementarias de aplicación inmediata* con impacto a corto plazo en la competitividad.

3) *Nuevo modelo de gestión del conocimiento* desde una concepción que apuesta por la creación de valor y la aplicación del conocimiento al sistema productivo.

4) *Incremento de la cualificación de los recursos humanos* que intervienen en todas las fases de la cadena de valor.

3.1. *Plan de optimización de la gestión del actual sistema nacional de I+D+i*

Optimizar la gestión del actual sistema nacional de I+D+i conlleva la necesidad de adoptar y aplicar rigurosamente las mejores prácticas empleadas con éxito en los países más eficientes, o *BIC*. Las referencias son Suecia, Finlandia y Japón (primer paso), junto con Alemania y Suiza (segundo paso). Entre las medidas a tomar destacan:

a) Diseño y enfoque de estrategias a largo plazo de I+D+i inspirados en la creación de valor económico tangible, lo que se aleja radicalmente de la perspectiva filantrópica que sesga nuestro modelo actual.

b) Sistema de gestión que, desde el inicio de cada proyecto, integre en la toma de decisiones a todos los agentes de la cadena de valor implicados (universidades, centros de investigación públicos y privados, *clusters* y empresas) para que aporten lo mejor de sí mismos en cada momento del proceso.

c) Políticas de apoyo a los distintos agentes que perseveran en ser fieles y coherentes con la estrategia general establecida en el tiempo. Es la única forma de evitar repartos puntuales que responden a intereses y/o necesidades políticas de partidos o *lobbies*.

d) Sistemas de evaluación que tomen el pulso al proyecto a lo largo y ancho de su desarrollo. Se plantean con base en:

— Resultados y factibilidad.

— Plazos y metas tecnológicas y económicas establecidas en su calendario.

— Responsabilidad de todos y cada uno de los agentes involucrados.

— Planes de acción ante ineficiencia o desviación en la gestión de los proyectos, así como acciones disciplinarias frente a un inadecuado uso y/o desempeño de cargos y responsabilidades. También deben abordar la posibilidad de abandonar un proyecto inviable o gestionado ineficazmente, con independencia de la fase de desarrollo en la que se encuentre.

e) Registro de proyectos fallidos que sirvan de eficaz herramienta en el análisis previo sobre su factibilidad técnica, comercial y económica.

f) Sistemas de vigilancia a escala mundial que tienen por misión innovadora captar e identificar potenciales oportunidades para hacerlas propias y mejorar así sus sistemas y prácticas de una manera continua.

3.2. *Medidas complementarias de aplicación inmediata*

Dado que el nivel medio de eficiencia de los proyectos de I+D+i ronda el 70 por 100 en lo que se refiere a la creación de propiedad intelectual y aplicaciones, es prioritario someter a un proceso de evaluación todos los proyectos en curso con objeto de reducir la aportación de gasto público a los agentes públicos del sistema nacional de I+D+i (partida 46) en un 30 por 100. Este porcentaje de ahorro podría dedicarse a mejorar los resultados a corto plazo mediante la puesta en marcha de las siguientes medidas:

a) Deducciones fiscales a las actividades de I+D+i con criterios de calificación de proyectos orientados a la aplicación y creación de valor. Aquí también se plantea la necesidad de acabar con la inseguridad jurídica que hoy emana del artículo 70.3 de la Ley General Gestión Tributaria del día 17 de diciembre de 2003 a través de una disposición derogativa.

b) Medidas fiscales para fomentar la aplicación real de la tecnología y el conocimiento al sistema productivo español a través de:

— Compra de patentes.

— Contratación de profesionales de países líderes de la UE y del mundo como vehículo para adquirir tecnología aplicable y competitiva.

— Establecimiento de alianzas entre empresas españolas y líderes sectoriales mundiales.

c) Creación de sociedades de explotación en algunos centros tecnológicos públicos, donde los *clusters* (2) sectoriales tendrían una participación mayoritaria y estarían al frente de su gestión, garantizando así que ésta fuera profesional e independiente, si bien Estado y comunidades autónomas se mantendrían como propieta-

rios de sus activos. Estos centros tecnológicos aunarían los siguientes objetivos:

— Oficiar como punto de encuentro de todos los agentes públicos y privados de la cadena de valor de un sector industrial o de servicios.

— Favorecer la vinculación entre el colectivo científico, contratado en régimen de exclusividad y dedicación completa, y los profesionales de las empresas. Este escenario propiciaría de forma natural la transferencia y la aplicación del conocimiento al sistema productivo y su transformación en valor económico y social a través de las actividades empresariales.

— Los fondos públicos europeos, nacionales y autonómicos continuarían financiando la ampliación y conservación de sus activos, aunque sus gastos corrientes serían sufragados por el cobro de los servicios prestados a las empresas sin limitación monosectorial.

d) Congelación de la partida 46 del Presupuesto hasta la constatación fehaciente y cuantificada de un nivel de eficiencia mínimo en la creación de valor económico del 85 por 100 en forma de propiedad intelectual y aplicaciones.

3.3. *Nuevo modelo de gestión del conocimiento*

El nuevo modelo de gestión del conocimiento se basa en la cadena de valor, y adopta una visión estratégica y fiel a los principios comunes de los países líderes en el mundo, tal y como se muestra en el gráfico 9.

a) La visión estratégica se debe centrar en el cambio tecnológico continuo mediante la aplicación del conocimiento al sistema productivo. Esto implica, por una parte, el acceso al conocimiento más competitivo disponible en cualquier parte del mundo. Por otra parte, la creación de conocimiento a través de proyectos orientados hacia la creación de valor económico y social tangible y medible.

b) Elementos clave del nuevo sistema nacional de I+D+i:

— Estructuración de todas las fases de creación de valor en un proceso único y global, integrando a los diferentes agentes, respetando su perímetro de actuación y aportación.

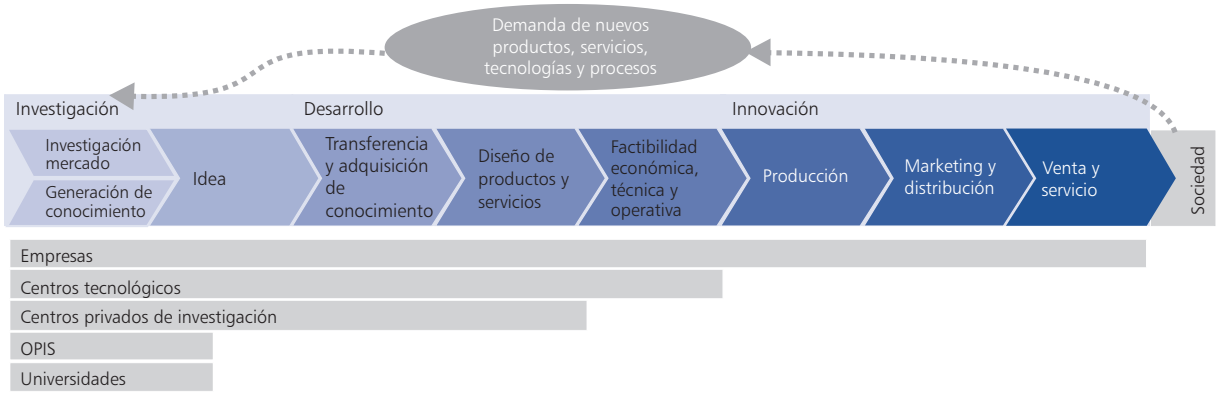
— Aprobación de proyectos que incluyan un plan completo hasta su comercialización, así como criterios de factibilidad tecnológica, comercial y económica.

— Los agentes públicos y privados competirán en igualdad de condiciones a la hora de acceder a la asignación de recursos económicos institucionales para abordar sus proyectos.

— Movilidad total y libre del personal científico desde las instituciones públicas a los agentes privados, con equiparación en los sistemas de evaluación y retribu-

GRÁFICO 9
NUEVO MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO (I+D+i)

El sistema de gestión del conocimiento engloba los recursos u *orígenes del conocimiento*, su aplicación con los resultados y sus correspondientes efectos sobre las empresas, la economía en general y los ciudadanos y consumidores en su conjunto.



Fuente: Elaboración propia.

ción de méritos científicos y económicos que hagan real y factible dicha movilidad.

— La aplicación rigurosa y valiente de las mejores prácticas de los países *best in class.*

— La estructura de órganos de gestión de la Ley de la Ciencia y la Tecnología (borrador cero) parece acertada, pero deberá apostar por una presencia absolutamente paritaria de la Administración, los colectivos científicos del sector público a su servicio y los empresarios. Es la única forma de dejar atrás esa visión caduca de un sector público cerrado y opaco, más propia de la primera mitad del siglo XX que del presente y el futuro.

— Se considera imprescindible la *creación de una comisión intergubernamental, presidida por el Vicepresidente Económico del Gobierno*, cuyo cometido consistirá en coordinar los planes estratégicos de los diferentes ministerios y comunidades autónomas implicadas en el nuevo sistema nacional de I+D+i, así como ejercer un control y un seguimiento sobre la factibilidad y los resultados económicos de los proyectos.

3.4. *Cualificación de los recursos humanos que intervienen en todas las fases de la cadena de valor*

En efecto, el incremento de la cualificación del factor humano es un elemento clave y definitorio de la competitividad y el crecimiento sostenible. Se sale del ámbito de este estudio demostrar la ineficiencia del sistema educativo español en su conjunto, y no sólo de la enseñanza universitaria, pero se percibe un amplio consenso sobre su fracaso ante el desafío de formar a nuevos ciudadanos con capacidad para crear empresas y valor económico y social. La situación de crisis y el nuevo orden mundial en ciernes exigen avivar el debate en torno a la reforma del sistema educativo español en general y especialmente el universitario. Para contribuir al mismo, sugerimos:

1) La reforma de la Ley de Universidades para garantizar una presencia real y paritaria de empresas y sindicatos de clase mayoritarios en sus órganos de gobierno. Sólo de esta forma la universidad podrá abrirse y servir a la sociedad.

2) La necesidad de exigir a investigadores y docentes experiencia profesional contrastada para acceder a los puestos de profesor titular y catedrático, una medida que sigue dando muy buenos resultados en Alemania.

3) La especialización de las universidades.

4) La reforma del sistema de retribución y sus criterios, hasta ahora básicamente orientados a la publicación en los medios especializados desde una concepción que no concede el mismo valor a la creación de patentes que a la producción de artículos.

5) La excedencia sin penalización para su carrera docente y científica cuando el científico o doctor decida incorporarse a la empresa para contribuir a la maduración económica de su proyecto de investigación.

6) La definición de un plan de carrera para el personal docente y científico con objeto de que se enfoque y especialice en una sola actividad, investigación o docencia, en cada etapa de su trayectoria profesional.

7) La potenciación y reconocimiento social de la formación profesional, estableciendo dos posibles vías de acceso a la licenciatura que gocen de igual valoración: educación secundaria o formación profesional.

8) Cursos y masters de grado. Para resolver el grave problema del tránsito de la fase universitaria a la profesional, deben estructurarse bajo los siguientes criterios:

— Se aprobarán y darán continuidad basándose en criterios de factibilidad económica y demanda real.

— Al menos un 50 por 100 del claustro de profesores deberá estar compuesto por profesionales en ejercicio, procedentes del sector privado.

— El 30 por 100 de la actividad académica se reservará para prácticas en empresas.

— Incluirán en su programa otros ámbitos importantes, como las herramientas de gestión o el desarrollo de habilidades directivas.

VI. CONCLUSIÓN

El informe «Análisis comparativo del sistema español de I+D+i» de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y la consultoría Deloitte demuestra la ineficiencia del actual Sistema Nacional de investigación, desarrollo e innovación.

Esta constatación descalifica los mensajes políticamente correctos con los que se ha bombardeado a la opinión pública española en los últimos años, y *contribuye al interesante debate sobre la Ley de la Economía Sostenible, que incluye la Ley de la Ciencia y la Tecnología, y sobre el futuro del sistema nacional de I+D+i.*

Es de rigor preguntarse de qué alternativas podemos echar mano en medio de una tormenta económica y financiera global, con una tasa de paro en torno al 20 por 100 y una pérdida constante de competitividad como credenciales patrias.

La única respuesta posible pasa necesariamente por asumir y comprometerse con un cambio radical sobre el que sentar las bases de nuestro futuro, pero también del de nuestros hijos y nietos. Es importante que los cuatro ejes estratégicos propuestos (plan de optimización del actual sistema nacional de I+D+i., medidas complementarias de aplicación inmediata, nuevo modelo de gestión del conocimiento y cualificación de los recursos humanos) sean planteados y ejecutados simultáneamente. Y debemos acometer la aventura desde la conciencia de su complejidad. Sin duda, el pánico o el egoísmo por parte de algunos agentes económicos y *lobbies* sectoriales provocarán convulsiones gremiales, sociales y políticas. Por eso, llegar a buen puerto exige un gran pacto de Estado entre partidos políticos, sindicatos y empresarios, donde tampoco pueden faltar los representantes del sector académico y científico público y privado. En 1977 se firmaron los Pactos de la Moncloa, ¿por qué no plantear ahora un pacto por la innovación, la competitividad y el crecimiento sostenido?

Los verdaderos empresarios construimos nuestros negocios basándonos en principios y valores como la eficiencia, el rigor, la exigencia y el trabajo duro. Hacemos uso de nuestra riqueza e influencia con responsabilidad y somos capaces de asumir cualquier reto con reflexión y prudencia, y, en esta crisis más que nunca, con generosidad y sin límite de esfuerzo. Creo que pocas veces se nos ha presentado una oportunidad de tanta trascendencia para nuestras familias, nuestras empresas, nuestros trabajadores y nuestro país. Hoy más que nunca hay que *estar a la altura de las circunstancias, seguros y confiados en salir adelante una vez más. No necesitamos una revolución, pero sí una profunda reforma, que debemos exigir y en la que debemos emplearnos a fondo.*

NOTAS

(1) En este apartado se discuten los resultados recogidos en el informe de DELOITTE (2009).

(2) Se entiende por *cluster* la asociación de empresas con intereses alineados, en cuyos órganos de gobierno, y con independencia del tipo de vehículo mercantil utilizado, no está presente la Administración del Estado o de las comunidades autónomas.

BIBLIOGRAFÍA

ASTRÖM, T. (2006), «Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments: The "Policy Mix" project», *Country Review: Sweden*.

CASPER, S. (2002), «Managing competences in entrepreneurial technology firms: A comparative institutional analysis of Germany, Sweden and the UK», ESRC Centre for Business Research, University of Cambridge, *Working Paper n.º 230*.

CINCERA, M.; D. CZARMITZKI, y S. THORWARTH (2009), «Efficiency of public spending in support of R&D activities», DG for Economic and Financial Afflirs, Comisión Europea.

COELLI, T.J.; D.S. PRASADA RAO; C.J. O'DONNELL, y G.E. BATTESSE (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (segunda edición), Springer.

CREST Policy Mix Working Group (2006), *Policy Mix Peer Reviews*, The Report of the CREST Policy Mix Working Group, Ken Guy, Wise Guys Ltd.

DELOITTE (2009), «Análisis comparativo del Sistema Español de I+D+i», http://www.camaramadrid.es/asp/pub/pub.asp?p=2&id=184.

DI MAURO, F., y K. FOSTER (2008), «Globalisation and competitiveness of the Euro Area», *ECB Occasional Paper 97*.

EDQUIST, C., y B. A. LUNDVALL (1993), «Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation», en R. R. NELSON y N. ROSENBERG (eds.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press.

FABERGER, J., y M. SRHOLEC (2007), «National innovation systems, capabilities and economic development», *Working Paper on Innovation Studies 20071024*.

GÁMIR, L. (2007), *Innovación y productividad*, Lid Editorial Empresarial.

GARDINER, B.; R. MARTIN, y P. TYLER (2004), *Productivity and Economic Growth across the European Regions*.

HEIJS, J. (1998), *Regional technology policy and innovation systems: A comparative study of Germany and Spain*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.

HOLLANDERS, H. y A. ARUNDEL (2007), «Differences in socio-economic conditions and regulatory environment. Explaining variations in national innovation performance and policy implications», *INNO-metrics Thematic Paper*.

HOLLANDERS, H. y F. C. ESSER (2007), «Measuring Innovation efficiency», *INNO-metrics Thematic Paper*.

— (2008), *Measuring Innovation Efficiency*, publicado por ProInno Europe - Innometrics.

KECH, O. (1993), «The national system for technical innovation in Germany», en R.R. NELSON y N. ROSENBERG (eds.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford University Press.

KOCHER, M.G.; M. LUPTACIK, y M. SUTTER (2006), *Measuring Productivity of Research in Economics: A Cross-Country Study Using DEA*, Socio-Economic Planning Sciences, Elsevier.

LEE, H.-Y., y Y.-T. PARK (2005), «An International comparison of R&D efficiency: DEA approach», *Asian Journal of Technology Innovation*, 13, 2.

MARKLUND, G.; R. NILSSON; P. SANDGREN; J.G. THORSLUND, y J. ULLSTRÖM (2004), «The Swedish national innovation system 1970-2003, a quantitative international benchmarking analysis», *VINNOVA analysis VA 2004:1*.

ODAGIRI, H., y A. GOTO (1993), «The Japanese system of innovation: Past, present and future», en R.R. NELSON y N. ROSENBERG (eds.), *National Innovation Systems:* A Comparative Analysis, Oxford University Press.

PRO INNO Europe (2004, 2005, 2006, 2007, 2008), *European Innovation Scoreboard*.

RADAUER, A.; J. STREICHER, y F. OHLER. (2007), «Benchmarking national and regional support services for SMEs in the field of in-

tellectual and industrial property», *PRO INNO EUROPE Paper n.º 4*.

RAMMER, C. (2007), «Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments: The "Policy Mix" project», *Country Review: Germany*.

SHARMA, S., y V. J. THOMAS (2008), «Intercountry R&D efficiency analysis: An application of data envelopment analysis», *Scientometrics*, vol. 76, n.º 3, septiembre.

SCHIMANK, U. (2005), «A comparative perspective on changes in University Governance in Europe», public Lecture in Australian National University.

WOOLGAR, L. (2006), «Monitoring and analysis of policies and public financing instruments conducive to higher levels of R&D investments: The "Policy Mix" project», *Country Review: Japan*.

COLABORACIONES

II.
DETERMINANTES DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

¿QUIÉN GENERA EL CONOCIMIENTO EN ESPAÑA?

Walter GARCÍA-FONTES

Universitat Pompeu Fabra y Barcelona Graduate School of Economics

Resumen

Este artículo presenta una panorámica sobre las fuentes de generación de conocimiento en España. Después de introducir el concepto de sistema de ciencia y tecnología, y de describir su estructura y composición para España, se presentan los principales resultados de los actores más relevantes. Esta descripción se complementa con el análisis de una encuesta realizada en el año 2003 a los inventores con patentes registradas en el período 1994-1996.

Se concluye que el sistema de generación de conocimiento español, si bien es similar al de los países tecnológicamente más avanzados en cuanto a su estructura y en cuanto a los actores que en él participan, adolece de algunas insuficiencias en lo referente a la generación de nuevo conocimiento en el sector empresarial, las universidades y los organismos públicos, especialmente en la transferencia de conocimiento y la generación de resultados comercializables. Con base en esto, se sugieren algunas ideas para la política científica y tecnológica.

Palabras clave: sistema de ciencia y tecnología, transferencia de conocimiento, inventores.

Abstract

This article offers an overview of the sources for knowledge generation in Spain. After introducing the concept of science and technology system and describing its structure and composition in Spain, we present the main results for the most important actors. This description is supplemented with the analysis of a survey carried out in 2003 on inventors with patents registered during the period 1994-1996.

We conclude that Spanish knowledge-generating system, despite being similar to the systems of the technologically most advanced countries with regard to its structure and to the actors taking part in it, suffers from some shortcomings related to the generation of new knowledge in the business sector, the universities and the public organizations, especially in the transfer of know-how and the generation of marketable results. On the basis of this, we put forward some ideas for scientific and technological policy.

Key words: system of science and technology, transfer of know-how, inventors.

JEL classification: O31, O34, O38.

I. INTRODUCCIÓN

ESTÁ ampliamente aceptado entre los economistas que el crecimiento de la productividad y de la calidad de vida en el capitalismo moderno se basa en la posibilidad de un flujo sostenido de nuevas ideas que puedan traducirse en conocimiento efectivo para las economías industrializadas. Existen diversos estudios empíricos que han encontrado una relación positiva sistemática entre la productividad total de los factores y la investigación industrial, así como entre las invenciones patentadas y la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) a través de las empresas y las industrias. Estos resultados no son sorprendentes, ya que todas estas variables son indicadores del cambio tecnológico.

No todas las ideas e inventos incrementan el cambio tecnológico y contribuyen al aumento de la productividad, sino sólo aquellas que son factibles de ser comercializadas. En las sociedades modernas se puede hablar de la existencia de un sistema de ciencia y tecnología que cuenta con diversos actores, que son los que generan las ideas susceptibles de convertirse en innovaciones de diverso tipo, desde productos y maneras de producir radicalmente nuevos hasta mejoras incrementales de los productos y técnicas ya existentes. En el sistema de ciencia y tecnología es donde se genera el nuevo conocimiento y donde operan diversos agentes que acaben decidiendo la factibilidad de este nuevo conocimiento para su comercialización.

Podemos utilizar como definición de sistema de ciencia y tecnología la sugerida por Metcalfe (1995), como un «conjunto de distintas instituciones que, en forma conjunta e individualmente, contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías, y que proveen un marco dentro del cual los gobiernos formulan e implementan políticas para influir en el proceso de innovación. Como tal, es un sistema de instituciones interconectadas para crear, acumular y transferir el conocimiento, las habilidades y los artefactos que definen a las nuevas tecnologías». En este artículo se repasan las fuentes principales de estas ideas, conocimientos e inventos en la economía española, y se presentan algunos datos descriptivos de la aportación de los diferentes componentes del sistema de ciencia y tecnología. Para descripciones más exhaustivas de las fuentes de generación de conocimiento científico y tecnológico en la economía española, véase por ejemplo Cotec (2009).

Este panorama de las fuentes de generación del conocimiento se complementa con una visión novedosa en base a los principales resultados de una encuesta a inventores españoles, es decir, personas que aparecen como inventores principales en patentes registradas en la Oficina Europea de Patentes, obtenida en el seno de un proyecto europeo más amplio (Giuri *et al.*, 2007). La utilización de esta encuesta permite obtener información directa de la generación y explotación del conocimien-

to tecnológico a través de los inventores registrados. Esta información permite complementar los datos provenientes de las encuestas de innovación del Instituto Nacional de Estadística. El colectivo de inventores registrados en patentes permite una descripción más detallada que la que dan los datos agregados de las características del conjunto de científicos y tecnólogos que generan el conocimiento en España. Los principales resultados muestran que, si bien la composición del colectivo de inventores en España es similar a la del conjunto europeo, el uso del conocimiento generado en las universidades y laboratorios de investigación es menor, y la adscripción de los inventores a pequeñas y medianas empresas es mayor.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en el apartado II se introduce el concepto de sistema de ciencia y tecnología, que se describe para el caso español en el III; en el IV, se caracteriza al colectivo de personas registradas como inventores en las patentes españolas, mientras que el apartado V presenta los comentarios finales.

II. EL PROCESO DE GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO

Se atribuye a Schumpeter la visión del proceso de generación de conocimiento como un proceso lineal compuesto de tres etapas. En una primera etapa se describe el proceso de invención, es decir, de generación de nuevas ideas de todo tipo. Algunas de estas ideas desembocan en el desarrollo de nuevos productos o procesos de producción susceptibles de ser comercializados, y esto da pie a una tercera etapa que conduce a la difusión. Este modelo de generación de nuevo conocimiento se ha llamado el modelo lineal, debido a su carácter secuencial.

La visión más moderna del proceso de generación de conocimiento plantea un modelo en el cual las distintas fases —invención, innovación y difusión— presentan múltiples interacciones y se retroalimentan. Según proponen Kline y Rosenberg (1986), existiría un proceso simultáneo de generación de conocimiento motivado por las oportunidades de los mercados. Esta presión de los mercados generaría los incentivos para la generación de conocimientos básicos de tipo científico que resuelvan los problemas técnicos que puedan obstaculizar las mejoras en productos y formas de producir.

Un concepto que es útil para identificar las principales fuentes de generación de conocimiento es el de sistema de ciencia y tecnología. Este concepto, sugerido por Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993) y Patel y Pavitt (1994), sugiere que el sistema nacional de ciencia y tecnología es el principal motor de generación de nuevo conocimiento. Un sistema nacional de innovación se puede pensar como una red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden el nuevo conocimiento tecnológico. Se definen como un sistema nacional porque a los elementos y las relaciones que generan el nuevo conocimiento potencialmente útil desde el punto de vista económico los une un vínculo de tipo institucional, o están circunscritos a un Estado en particular, y a su vez ejercen un impacto importante sobre las empresas localizadas en ese mismo territorio.

El análisis de los sistemas de ciencia y tecnología se basa en identificar los principales flujos de conocimiento, con el objetivo de mejorar los resultados de la economía del conocimiento, es decir, la producción, distribución y uso del conocimiento y la información (OECD, 1996).

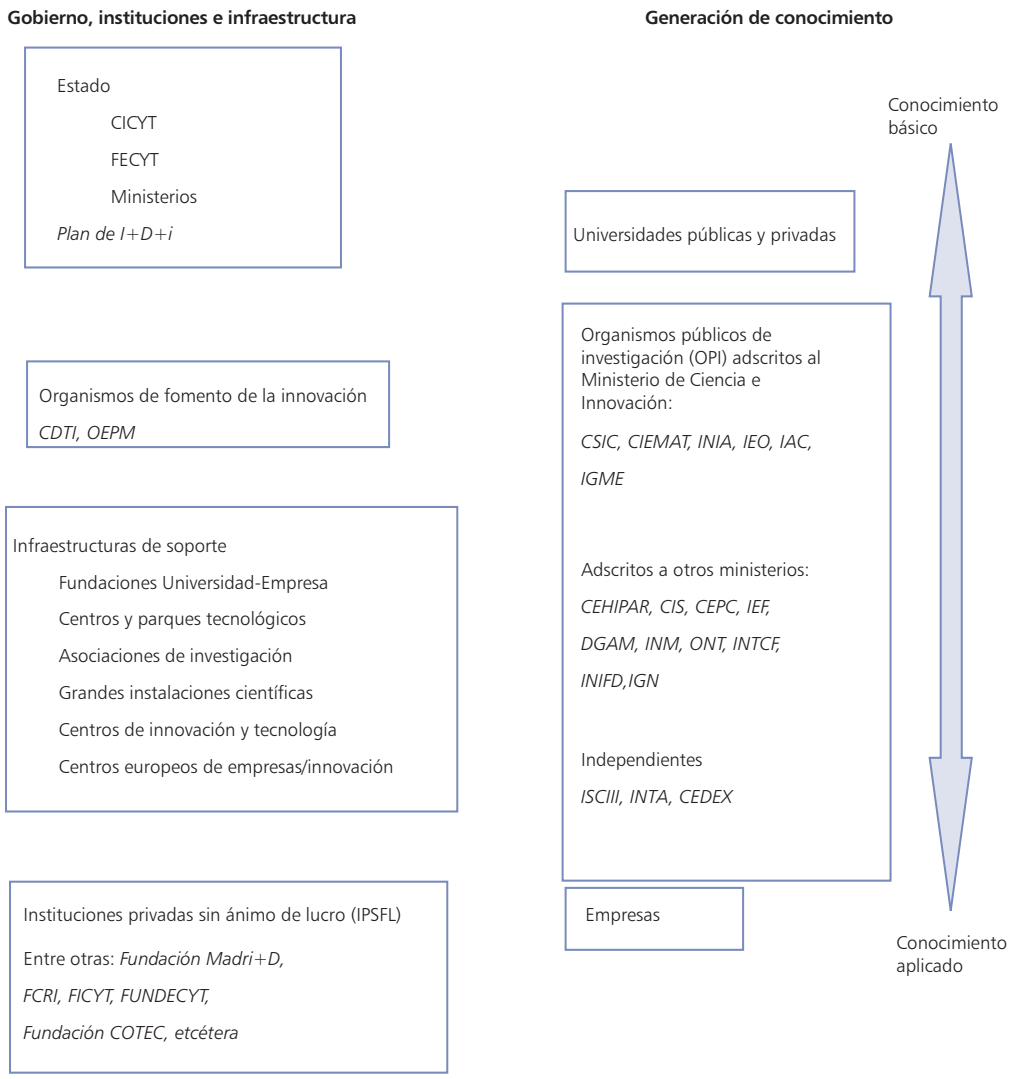
El sistema de innovación se puede describir a través de sus componentes, que se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo con la naturaleza de sus objetivos e incentivos. En primer lugar, tenemos al sector privado, que evalúa las inversiones necesarias para conseguir productos y procesos innovadores de acuerdo con su rentabilidad y con el impacto de estas inversiones en el aumento de las ventas, los beneficios y la cuota de mercado. En segundo lugar, tenemos a los centros públicos de investigación y de educación superior, cuyos incentivos son diferentes a los privados en cuanto que están relacionados con la reputación y promoción de los investigadores involucrados, pero que proveen además formación avanzada para que sus graduados se integren al sector productivo, y a la vez generan conocimientos científicos y técnicos que pueden representar oportunidades para su aplicación industrial o pueden resolver diversos obstáculos a los que se enfrenta la innovación en la esfera privada. Por último, las administraciones públicas, a través de la regulación o intervención directa, pueden influir sobre el entorno innovador de los sectores privado y público.

III. EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPAÑOL

El gráfico 1 resume los principales componentes del sistema de ciencia y tecnología español, según los define la Ley de la Ciencia de 1986.

Los investigadores relacionados con las actividades de I+D de-

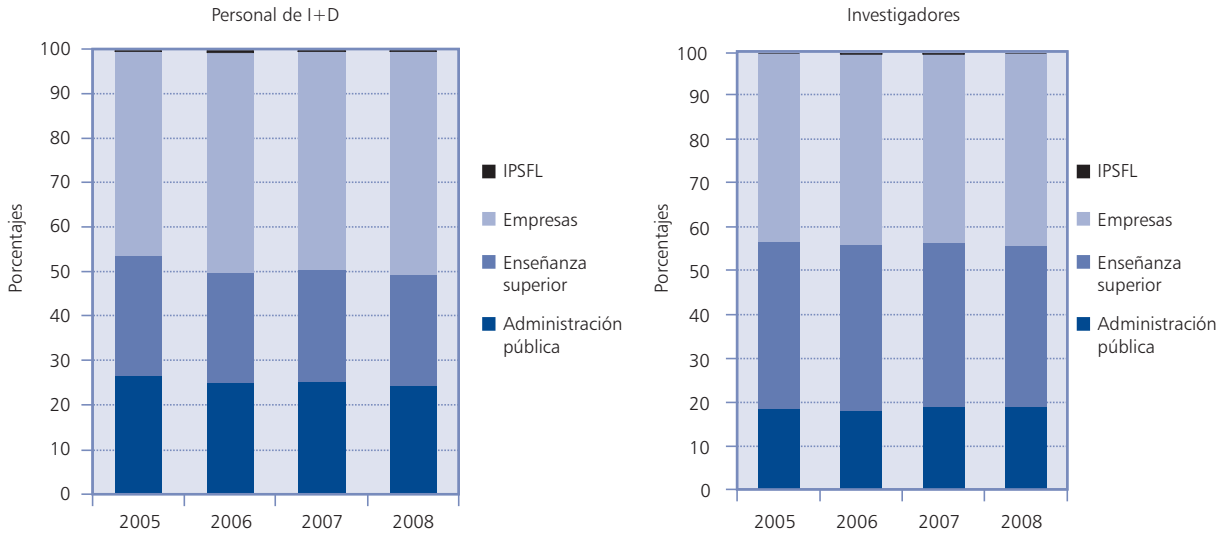
GRÁFICO 1
SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Siglas: CICYT (Comisión Ministerial de Ciencia y Tecnología), FECYT (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología), I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación), CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial), OEPM (Oficina Española de Patentes y Marcas), FCRI (Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació), FICYT (Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Aplicada y la Tecnología), FUNDECYT (Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Extremadura), COTEC (Fundación para la Innovación Tecnológica) , CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), INIA (Instituto Nacional de Investigación Tecnológica Agraria y Alimentaria), IEO (Instituto Español de Oceanografía), IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias), IGME (Instituto Geológico Minero de España), CEHIPAR (Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo), CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas), CEPC (Centro de Estudios Políticos y Constitucionales), IEF (Instituto de Estudios Fiscales), DGAM (Dirección General de Armamento y Material), INM (Instituto Nacional de Meteorología), ONT (Organización Nacional de Trasplantes), INTCF (Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses), INIFD (Instituto Nacional de Investigación y Formación sobre Drogas), IGN (Instituto Geográfico Nacional) , ISCIII (Instituto de Salud Carlos III), INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas).
Fuente: FECYT.

sempeñan su labor en diversos organismos del sistema de ciencia y tecnología. Como muestra el gráfico 2, la mayor parte del personal investigador relacionado con I+D se encuentra empleado en el sector empresas, que muestra un leve crecimiento durante los últimos años, mientras que el resto se reparte por partes prácticamente iguales entre la enseñanza superior y la Administración pública, y una parte residual en las fundaciones sin ánimo de lucro. Si consideramos, en cambio, la dis-

GRÁFICO 2
RECURSOS HUMANOS EN EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Fuente: Estadísticas sobre actividades de I+D (INE).

tribución de todo el personal relacionado con I+D en el sistema, vemos que para las empresas la distribución es similar, mientras que tenemos una proporción de personal más grande en la universidad, y en forma equivalente menor en la Administración, debido a la inclusión del profesorado en esta categoría.

La generación de conocimiento se realiza entonces en un determinado marco institucional sujeto a un marco regulador y a unas políticas específicas, y a través de la participación de diversos agentes.

A continuación presentamos un panorama de los principales resultados del proceso de generación de conocimiento. Entre los múltiples indicadores sobre la actividad de generación de nuevo conocimiento, nos centramos en cuatro indicadores específicos de la generación de conocimiento: las publicaciones científicas, la transferencia de conocimiento generado en las universidades, las patentes y la generación de nuevos productos, procesos productivos y formas de organización y gestión en las empresas.

1. Resultados científicos

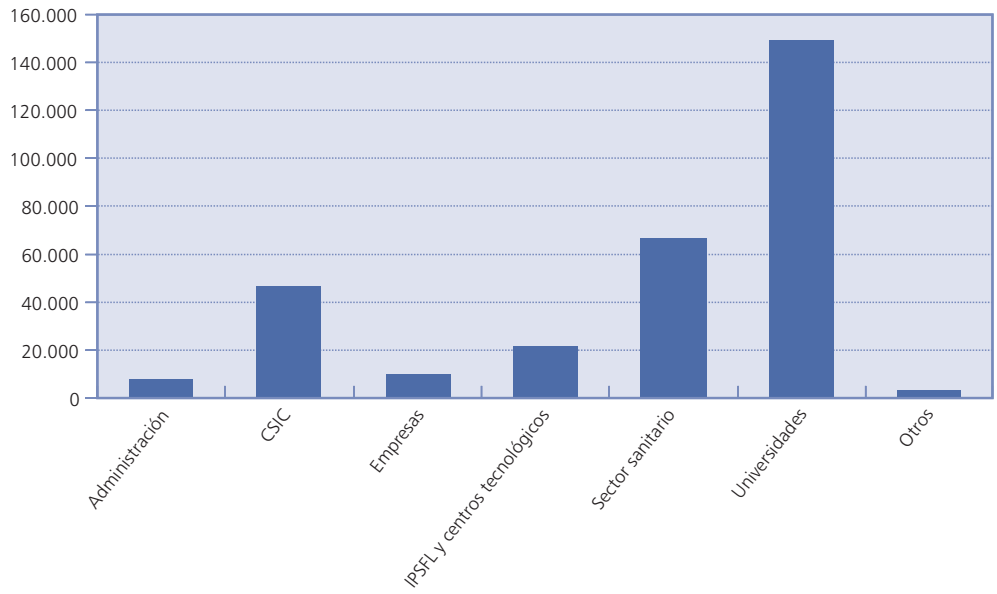
La publicación de resultados científicos refleja el volumen de generación de conocimento básico del sistema de ciencia y tecnología español. El gráfico 3 muestra los principales generadores de publicaciones científicas en el sistema de ciencia y tecnología español.

El principal generador de publicaciones científicas, que podemos asociar con el conocimiento de tipo básico son las universidades, que contabilizan, junto con el CSIC, prácticamente un 80 por 100 de las publicaciones, seguidos del sector sanitario. Las empresas generan únicamente un 4 por 100 de las publicaciones científicas. Comparado con los Estados Unidos, Japón o los países europeos con sistemas de ciencia y tecnología más competitivos, la proporción de publicaciones de los sectores académicos (universidades y CSIC) es más alta, y las publicaciones provenientes de empresas privadas más baja.

2. Transferencia de conocimiento por las universidades

Si bien una de las principales misiones de las universidades y centros de investigación es la creación y difusión del conocimiento básico, un aspecto importante de la generación de conocimiento en los sistemas de ciencia y tecnología más avanzados es la transferencia de conocimiento hacia las industrias y el sector tecnológico.

GRÁFICO 3
GENERADORES DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INTERNACIONALES (2000-2007)



Fuente: Elaboración propia a partir de *Informe COTEC 2009*, con base en Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC (diciembre 2008).

En el sistema español se ha intentado potenciar este aspecto de la generación de conocimiento mediante diversas iniciativas dirigidas al apoyo a las oficinas de transmisión de resultados de la investigación (OTRI) de las universidades, y mediante diversos incentivos a la creación de empresas a partir de resultados de la investigación universitaria (*spin-offs*) y la adjudicación de licencias para el uso de estos resultados.

En el gráfico 4 se puede observar la evolución de la transferencia de conocimiento generado desde las universidades. Respecto al número de universidades que firmaron algún tipo de contrato de licencia en años recientes, se puede apreciar un crecimiento sostenido, aunque las universidades españolas aún están lejos de los niveles de transferencia de conocimiento a través de licencias de otros sistemas más desarrollados. En lo que respecta a la creación de empresas a partir de la transferencia de resultados de la investigación, también se observa un crecimiento importante, aunque aún es modesto el volumen de empresas creadas, y el volumen de negocio es reducido.

3. Patentes

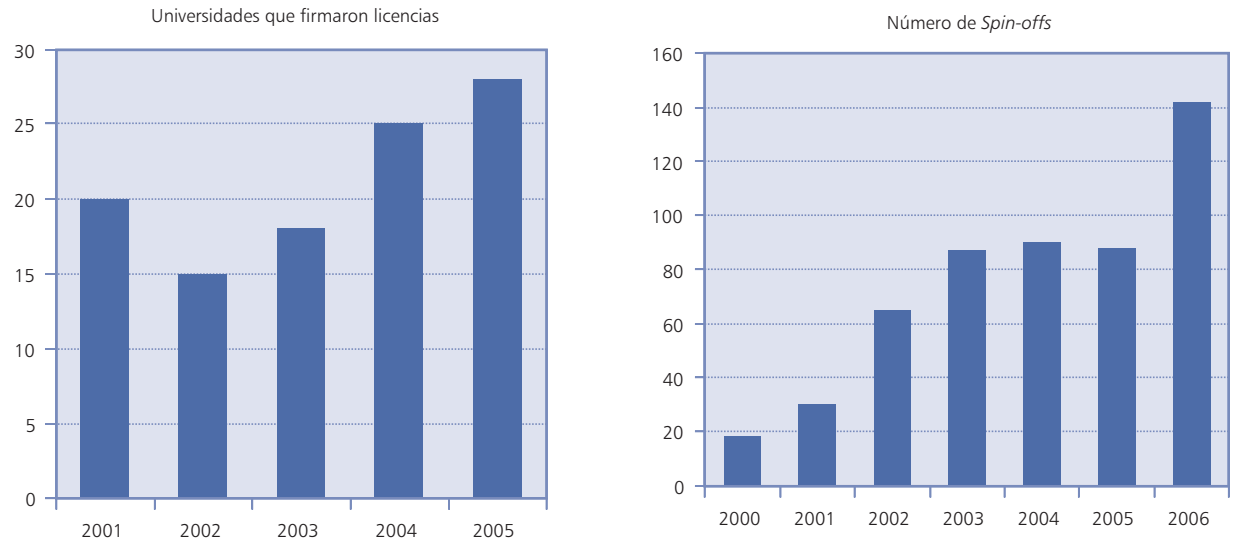
El registro de patentes es un reflejo de la generación de conocimiento para su aplicación industrial. Si bien parte de este conocimiento puede ser también básico, como las publicaciones científicas, las patentes registran principalmente conocimiento de tipo aplicado.

En el gráfico 5 se puede apreciar la evolución del registro de patentes por el sistema de ciencia y tecnología español, pudiéndose apreciar un aumento hasta casi duplicar el número de patentes registradas en diez años, aunque aún a bastante distancia de la propensión a patentar de los países más desarrollados tecnológicamente del entorno europeo.

4. Generación de conocimiento incorporado en nuevos productos, procesos productivos y formas de gestión y organización

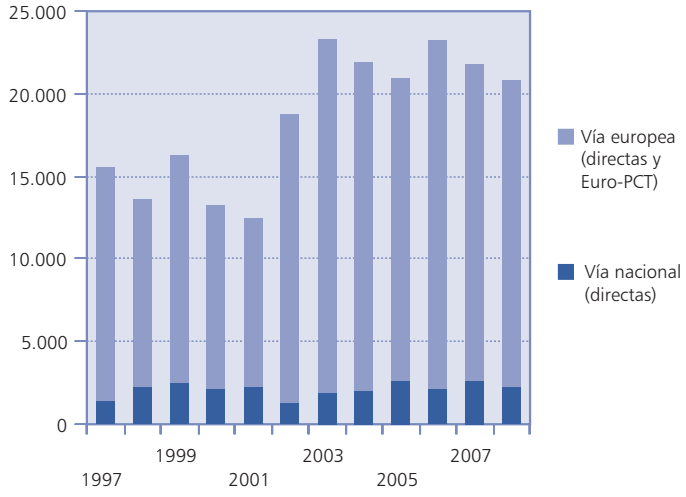
El nuevo conocimiento tecnológico queda en gran parte incorporado en nuevos productos, nuevos procesos productivos y nuevas formas organizativas y de gestión en las empresas. En la *Encuesta sobre innovación en las empresas 2008* del INE, un 18 por 100 de las empresas españolas declara-

GRÁFICO 4
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO DESDE LAS UNIVERSIDADES



Fuente: Encuesta RedOTRI 2006.

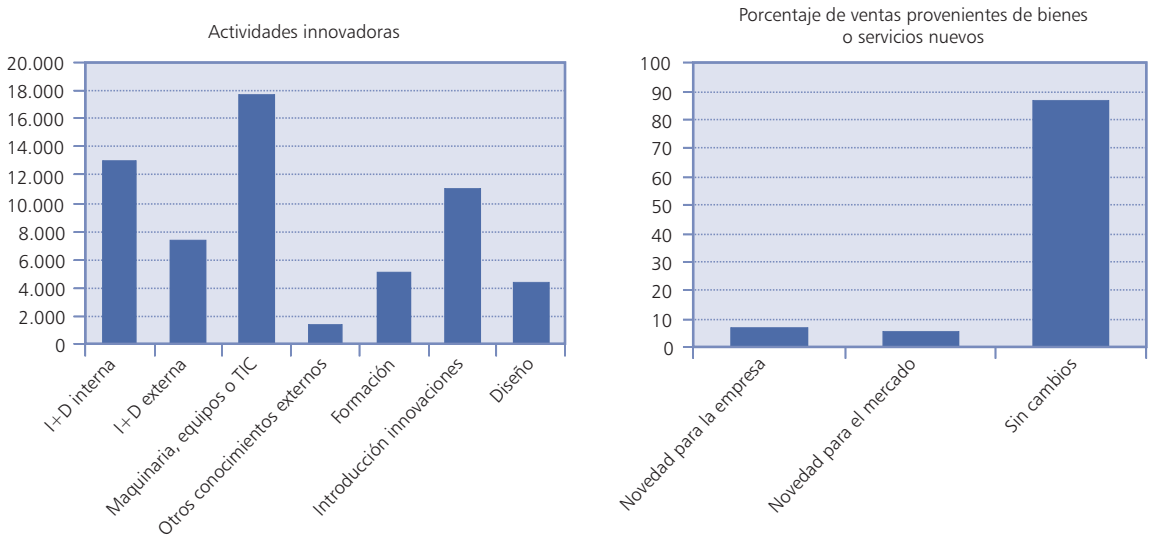
GRÁFICO 5
PATENTES REGISTRADAS EN EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPAÑOL (1997-2007)



Fuente: Elaboración propia con base en INE: *Estadísticas de la propiedad intelectual*.

ban haber realizado algún tipo de actividad de innovación durante el año 2008. El gráfico 6 muestra la distribución de las principales actividades innovadoras. Se puede apreciar que la actividad que realizaron más empresas fue la adquisición de maquinaria, equipos y material informático, y *software*, seguida de I+D interna y de la introducción de innovaciones. Estas actividades de innovación se traducen en la introducción de nuevos productos o servicios. Un 7 por 100 de las empresas introdujeron bienes o servicios nuevos para la propia empresa, mientras que un 5,7 por 100 consideran que esos bienes y servicios eran nuevos para el mercado en que operan. De todos modos, existe un 87 por 100 de empresas que consideran que no se introdujeron cambios en los bienes y servicios que componen sus ventas.

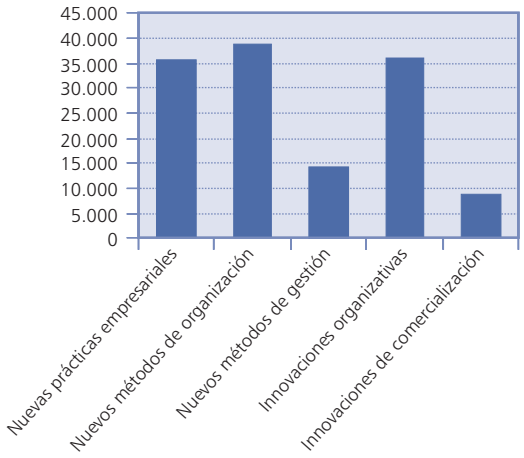
GRÁFICO 6
ACTIVIDADES INNOVADORAS EN LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS (2008).



Fuente: Encuesta sobre innovación en las empresas 2008 (INE).

Por último, el enfoque moderno de la innovación tiene en cuenta también la innovación que se produce en el ámbito de la gestión y la organización empresarial, así como en las técnicas de comercialización del producto. El gráfico 7 presenta información sobre estas dimensiones. Un 27 por 100 de las empresas españolas consideran que en 2008 realizaron algún tipo de innovación en gestión, organización o comercialización.

GRÁFICO 7
INNOVACIONES NO TECNOLÓGICAS EN EL PERÍODO 2006-2008



Fuente: Encuesta sobre innovación en las empresas 2008 (INE).

IV. UN ANÁLISIS DEL REGISTRO DE INVENTORES DE LAS PATENTES ESPAÑOLAS

La capacidad de innovar depende de la creación de nuevo conocimiento de tipo científico y tecnológico, factible de ser comercializado. Este conocimiento se crea en empresas, universidades o laboratorios, de los sectores privado y público, y un buen indicador son las patentes solicitadas. Un análisis de los inventores, es decir, las personas que registran patentes, así como del proceso que lleva a la creación del conocimiento, las fuentes que se utilizaron y su financiación, puede ayudar a entender la generación de conocimiento.

El análisis de este apartado se basa en la encuesta realizada el año 2003, mediante el proyecto «El valor de las patentes europeas» (Giuri *et al.*, 2007), al universo de inventores españoles con patentes registradas entre los años 1994 y 1996, que permite obtener una visión directa de los procesos de generación de conocimiento, ya que contiene información muy detallada provista por los propios inventores. Mediante esta encuesta se recogió información sobre las características individuales de los inventores, así como sobre las fuentes que condujeron a la invención, los recursos humanos y monetarios que se utilizaron y, por último, el valor económico que produjo la invención, bien por la explotación directa o bien por la generación de licencias, lo que permite una descripción del proceso de generación de conocimiento que complementa adecuadamente las estadísticas tradicionales basadas en encuestas de innovación a las empresas. En el cuadro n.º 1 se puede encontrar una descripción de las principales características de la encuesta.

La *Encuesta de inventores* recoge información sobre las características individuales de éstos, sobre el proceso de invención (razones para patentar, fondos para la invención), sobre el coste de producir la patente, sobre su uso (comercialización propia, licencias) y, por último, sobre el valor de la patente.

El gráfico 8 muestra las principales características de los inventores. Se puede apreciar que en España la proporción de mujeres inventoras es un poco mayor que para Europa en general. En lo que respecta a la edad, la distribución es similar, con la mayor parte de los inventores situados en la franja 36-65 años, aunque con una importancia relativa un poco mayor de la franja 35-45 en España comparando con el resto de Europa. En cuanto a la educación de los inventores, se puede apreciar que el nivel educativo más representado es el de licenciatura y máster, seguido de doctorado. La distribución es similar en España y el resto de países europeos incluidos en la muestra, aunque con un peso un poco mayor de inventores con nivel de educación secundaria y doctorado en los países europeos. Por lo que respecta a la diferencia en inventores con educación secundaria, puede ser debido al menor peso de la educación técnica superior en España, mientras que respecto a la diferencia en el nivel de doctorado puede atribuirse a un menor empleo de doctores en el sector privado.

La investigación que condujo a las patentes se realizó en diversas instituciones que forman parte del sistema de ciencia y tecnología. En el gráfico 9 se muestra la distribución de los inventores de acuerdo con el tipo de institución donde se realizó la investigación.

La mayor parte de los inventores trabajan en grandes empresas, aunque su peso relativo es mayor en Europa cuando se compara con el caso español, por el mayor peso de la pequeña y mediana empresa en la economía española. En Europa, en general, se registran pocas patentes por parte de las universidades, de manera que en España su peso es levemente superior que en Europa.

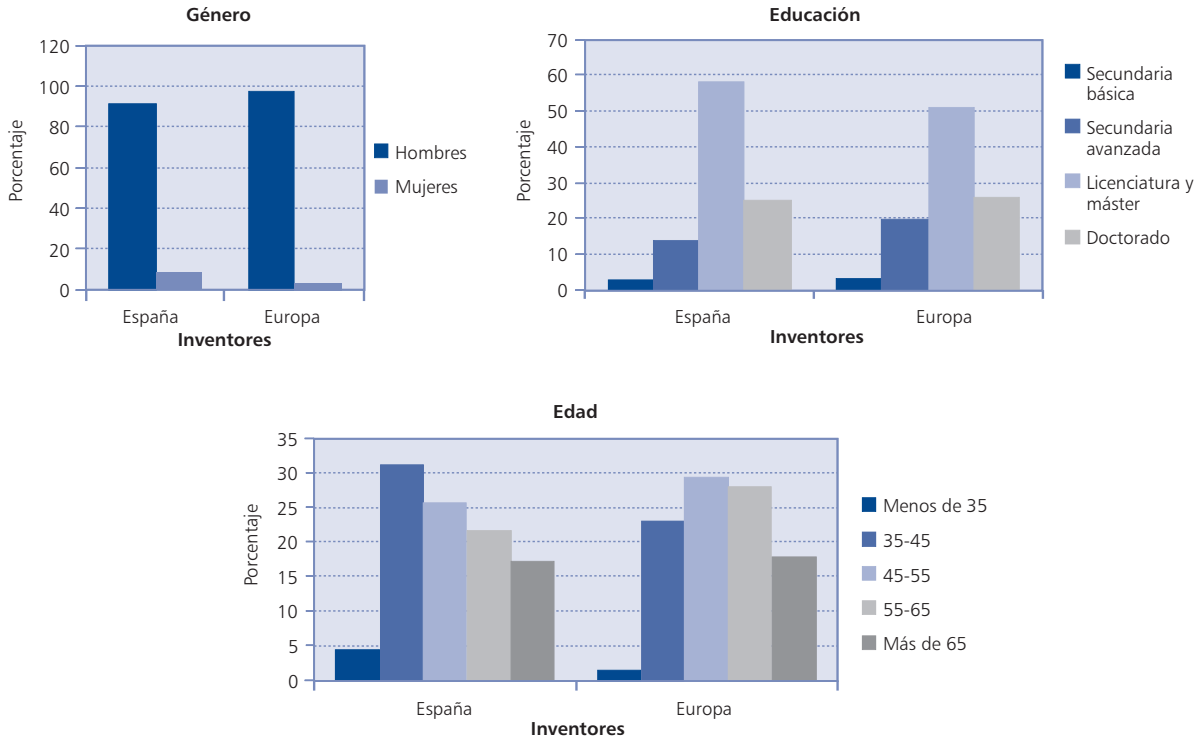
CUADRO N.º 1

ENCUESTA DE INVENTORES (2003)

FRANCIA	*ALEMANIA*	*ITALIA*	*PAÍSES BAJOS*	*ESPAÑA*	*REINO UNIDO*	*TOTAL*
Número total de patentes encuestadas (respuestas, 2003)						
2.061	3.346	1.155	1.124	270	1.542	9.004
Número total de patentes enviadas						
4.199	10.215	1.864	2.594	814	7.846	27.532
Tasa de respuesta (porcentaje)						
49,01	32,75	61,96	43,33	33,17	19,65	32,70
Total de patentes registradas (1994-1996)						
12.386	12.249	4.957	2.831	814	7.846	39.650

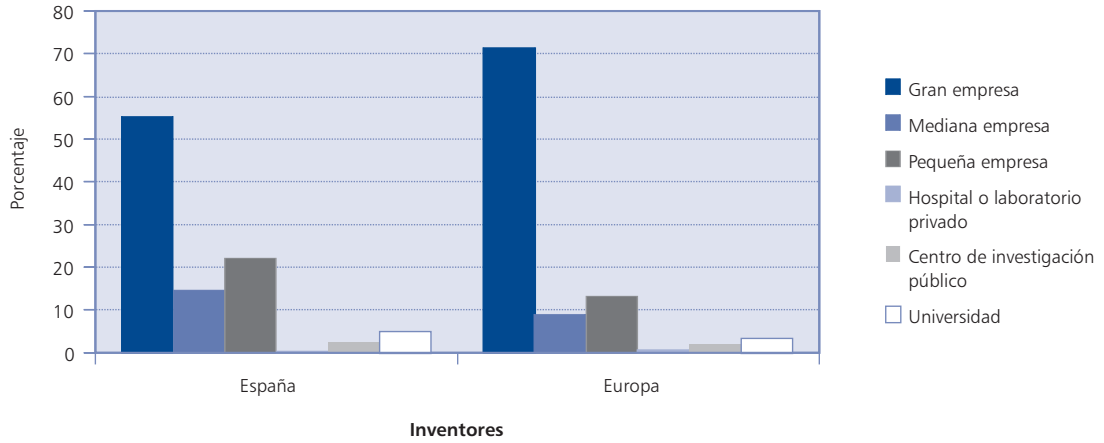
Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

GRÁFICO 8
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS INVENTORES



Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

GRÁFICO 9
TIPO DE INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

El gráfico 10 describe las diversas fuentes que se utilizan para la generación de conocimiento. Este gráfico presenta información sobre una serie de preguntas que se les planteó a los inventores sobre las fuentes que habían utilizado en la investigación que condujo a la patente.

En España, menos del 30 por 100 de los inventores recurren a relaciones con la universidad para desarrollar sus patentes, mientras que en Europa este porcentaje está por encima del 40 por 100. Los porcentajes de inventores que declaran a los laboratorios públicos y los congresos científicos como fuentes importantes de conocimiento son también mayores para los inventores europeos, en general, que para los inventores españoles. Una de las fuentes principales es la literatura generada por otras patentes, así como los clientes, proveedores y competidores.

El cuadro n.º 2 presenta información sobre el coste de la generación de patentes. Como puede observarse, se trata de una distribución muy asimétrica, con un mayor grado de asimetría para los inventores europeos. El coste del proyecto típico (la mediana) es más alto para los proyectos españoles, aunque en el caso europeo hay algunos proyectos de gran envergadura que hacen que la media del coste de los proyectos sea más elevada.

En cuanto a la financiación, podemos ver las principales fuentes de financiación en el gráfico 11. Como se puede apreciar, la fuente principal de financiación proviene de recursos propios, y la diferencia fundamental entre los inventores españoles y los inventores del resto de países europeos es que recurren más a fondos públicos, mientras que los inventores europeos recurren a fondos privados y otros fondos.

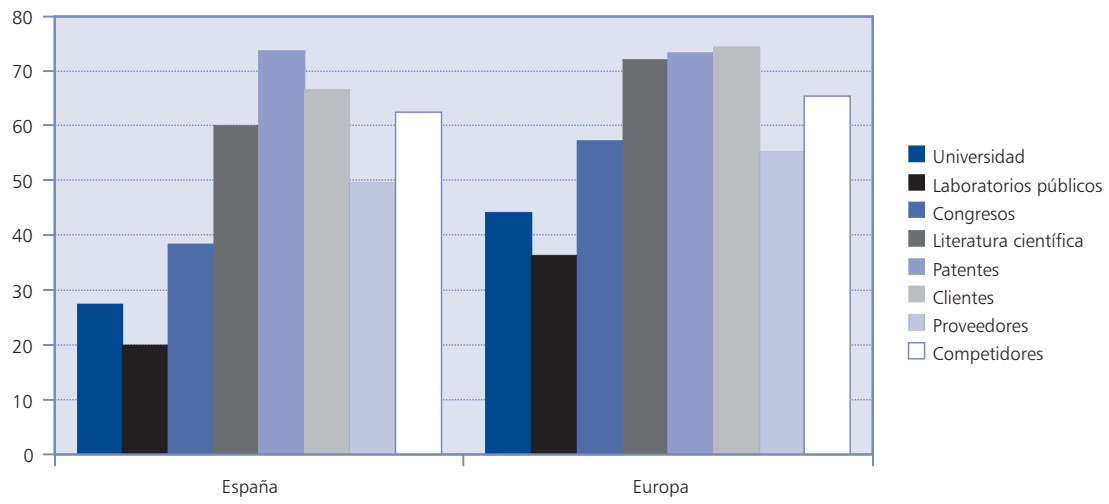
CUADRO N.º 2

COSTE DE LA INVENCIÓN (EN MILES DE EUROS)

	España	*Países europeos*
Mínimo	1	1
Primer cuartil	25	15
Mediana	85	50
Tercer cuartil	300	150
Máximo	8.000	300.000
Mediana	351	416
Desviación estándar	913	5.213

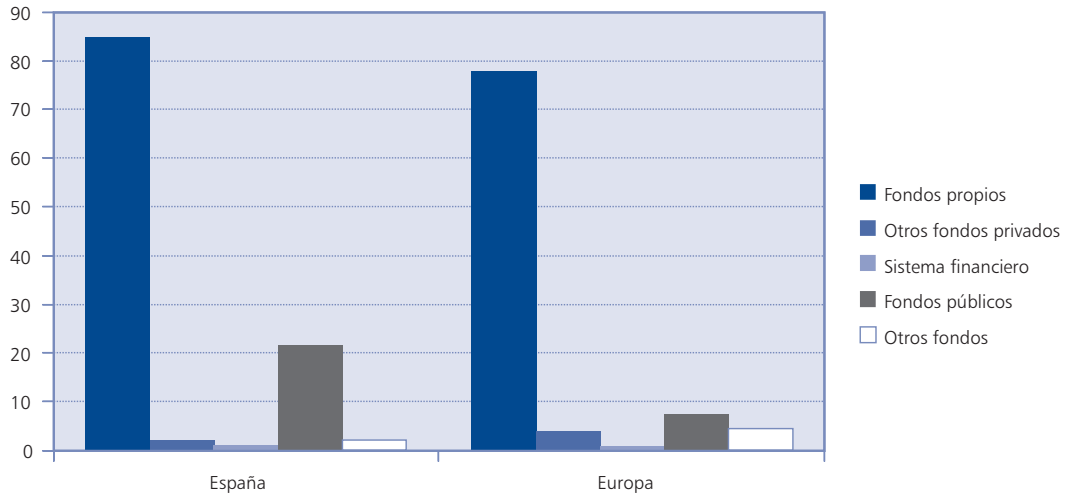
Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

GRÁFICO 10
FUENTES DEL CONOCIMIENTO



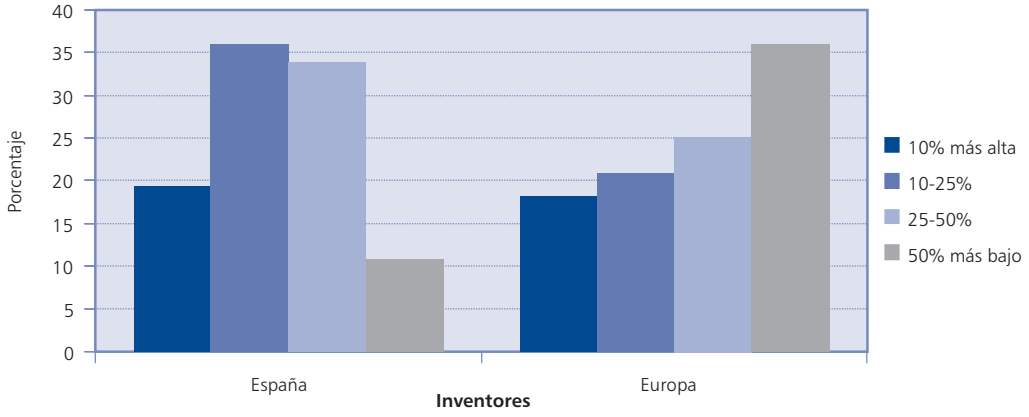
Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

GRÁFICO 11
FUENTES DE FINANCIACIÓN



Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

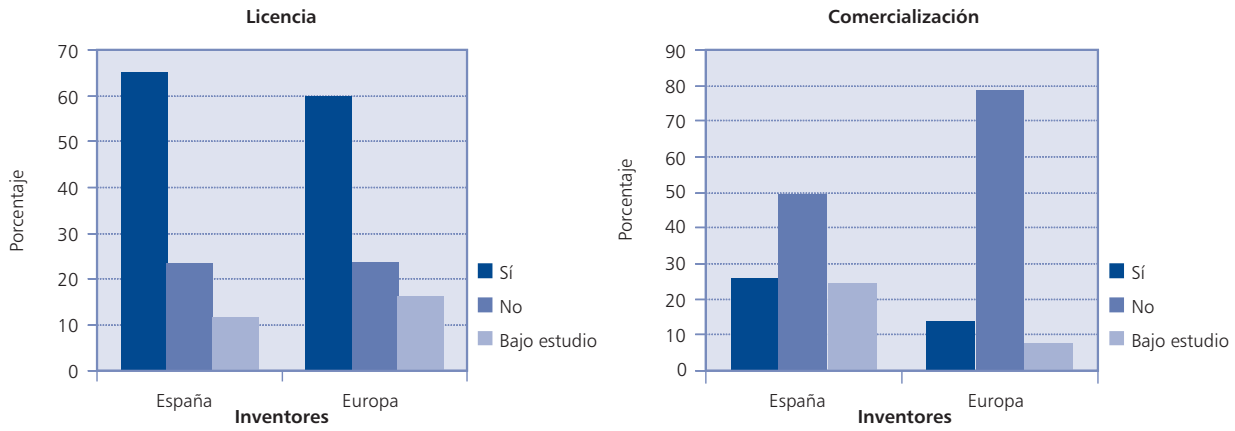
GRÁFICO 12
VALOR DE LAS PATENTES



Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

Las patentes muestran una gran heterogeneidad en cuanto a su valor, que puede ser directo, si la empresa utiliza la patente directamente para obtener más beneficios mediante la introducción de nuevos productos o nuevos procesos de producción, o indirecto, si tiene un valor estratégico para la empresa porque bloquea la entrada o expansión de otras empresas. El gráfico 12 presenta las respuestas de una pregunta donde se pide a los inventores que indiquen dónde se ubica su patente en cuanto a su valor respecto a una clasificación de patentes del mismo sector. La producción de patentes en España es reducida, pero la percepción de los inventores respecto de valor

GRÁFICO 13
VALOR DE LAS PATENTES



Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

de las patentes es más elevada respecto a los valores intermedios.

Las patentes pueden comercializarse directamente o generar una licencia para que las utilice alguna otra empresa. El gráfico 13 presenta la distribución de las patentes encuestadas respecto a la comercialización y las licencias generadas. Como se puede apreciar, en España se comercializan y se licencian más patentes, posiblemente debido a un uso menor de las patentes por motivos estratégicos, aunque, teniendo en cuenta el menor volumen de patentes generadas, vemos que el impacto de las licencias como mecanismo de introducción de nuevas tecnologías es menor.

En resumen, a pesar de que la producción de patentes es más reducida en España cuando se compara con los países tecnológicamente más avanzados del entorno europeo, las principales características de las personas registradas en el campo de invención de las patentes europeas son similares. Las principales diferencias que se pueden destacar son: 1) una proporción más reducida de inventores con postgrados; 2) un peso más grande de las pequeñas empresas, y 3) un peso más reducido de las universidades y laboratorios públicos como fuente de la generación de conocimiento.

V. COMENTARIOS FINALES

En este artículo se ha presentado un panorama del proceso de generación de conocimiento científico y tecnológico en el sistema de ciencia y tecnología español.

En primer lugar, se ha descrito el sistema de ciencia y tecnología como un sistema donde se establecen las relaciones entre diversos actores, públicos y privados, para desarrollar el conocimiento básico y aplicado que se pueda traducir en un flujo de innovaciones que conduzca a una mejora constante de la productividad.

La generación de conocimiento científico y tecnológico ha experimentado en las últimas décadas un importante crecimiento en España, aunque aún no se ha conseguido una aproximación a los sistemas de ciencia y tecnología punteros a escala mundial. Especialmente débil es la transferencia de conocimiento desde las universidades hacia el sector productivo, como lo muestra el limitado volumen de licencias creadas o las empresas creadas a partir de la investigación universitaria.

El artículo presenta también información sobre la generación de conocimiento generado por las personas que aparecen registradas como inventoras en una muestra de patentes recogida en el año 2003. El análisis de esta muestra permite identificar algunas diferencias entre los inventores españoles y los del resto de Europa, en particular un peso mayor de la pequeña empresa como generadora de conocimiento recogido en patentes y una menor importancia de universidades y laboratorios públicos como fuentes en la generación de conocimiento.

De esta panorámica se desprenden algunos rasgos que pueden ser útiles para la orientación de la política científica y tecnoló-

gica. El sistema de ciencia y tecnología español se homologa, en cuanto a la estructura y a los agentes que en él participan, con los sistemas de generación de conocimiento más avanzados a escala internacional, pero adolece de algunas insuficiencias.

En primer lugar, dentro del sistema de generación de conocimiento, las empresas deberían de jugar un papel más importante, y se debería asegurar la transferencia del conocimiento generado en universidades y organismos públicos hacia el sector empresarial. Por lo tanto, se deberían crear los canales y los mecanismos necesarios para promover una mayor generación de conocimiento en el tejido empresarial, así como una transferencia adecuada desde otros actores del sistema de ciencia y tecnología.

En segundo lugar, la participación de los investigadores científicos en el sector privado es insuficiente. La contratación de doctores en ciencias básicas y experimentales directamente en el sector industrial es aún escasa, aunque en general las universidades tienen programas de doctorado y algunos equipos de investigación son competitivos desde el punto de vista científico a escala internacional. Parece entonces apropiado establecer programas que incentiven una mayor contratación de doctores; por ejemplo, a través de una transmisión de información adecuada desde las universidades hacia el sector empresarial o programas de formación y de prácticas en las propias empresas.

En tercer lugar, si miramos el conocimiento recogido en las patentes registradas, que refleja la generación de conocimiento aplicado y comercializable, vemos que el papel de las universidades y los laboratorios públicos es insuficiente. En este sentido, se debería proveer de mayores incentivos a los investigadores en universidades y laboratorios públicos para desarrollar investigación aplicada y para generar patentes basándose en esta investigación, posiblemente estableciendo exenciones docentes a los investigadores con mayor potencial para la generación de este conocimiento aplicado y estableciendo mecanismos para que puedan participar de los beneficios generados por su comercialización.

BIBLIOGRAFÍA

COTEC (2009), *Informe COTEC 2009*, Madrid, España.

FREEMAN, C. (1987), *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, Londres.

GIURI, P.; M. MARIANI; S. BRUSONI; G. CRESPI; D. FRANCOZ; A. GAMBARDELLA; W. GARCÍA-FONTES; A. GEUNA; R. GONZÁLEZ; D. HARHOFF; K. HOISL; C. LE BAS; A. LUZZI; L. MAGAZZINI; L. NESTA; O. NOMALER; N. PALOMERAS; M. ROMANELLI; B. VERSPAGEN, y P. PATEL (2007), «Inventors and invention processes in Europe: Results from the PatVal-EU survey», *Research Policy,* 36: 1107-1127.

KLINE, S., y N. ROSENBERG (1986), «An overview of innovation», en LANDAU, R. (ed.), *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*: 275-306.

LUNDVALL, B-Å. (ed.) (1992), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres.

METCALFE, S. (1995), «The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives», en P. STONEMAN (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell Publishers, Oxford (RU)/Cambridge (EE.UU.).

NELSON, R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems. Analysis*, Oxford University Press, Nueva York/Oxford.

OECD (1996), *The Knowledge-based Economy*, Paris.

PATEL, P., y K. PAVITT (1994), «The nature and economic importance of national innovation systems», *STI Review*, n.º 14, OECD, Paris.

EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES Y LOS CENTROS TECNOLÓGICOS COMO IMPULSORES DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA

Andrés BARGE-GIL

Universidad Complutense

Luis SANTAMARÍA

Aurelia MODREGO

Universidad Carlos III

Resumen

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la complementariedad entre universidades y centros tecnológicos (CT) como socios de innovación de las empresas españolas. Desde un punto de vista teórico, se ha sugerido que estas organizaciones tienen distintas fortalezas. Por ello, planteamos la hipótesis de que se dirigen a diferentes tipos de empresas. El análisis empírico utiliza el Panel de Innovación Tecnológica de las empresas españolas para el periodo 2004-2007, y se basa en el estudio de las características de las empresas que colaboran con cada uno de estos agentes. Los resultados muestran que las empresas que colaboran con universidades son de mayor tamaño, tienen más capacidades de I+D, mayor presencia relativa de investigadores y se ubican más frecuentemente en sectores de alta tecnología que las empresas que colaboran con CT. Por lo tanto, desde un punto de vista de política de innovación, ambos tipos de organizaciones pueden y deben coexistir, ya que se dirigen en gran medida a empresas distintas.

Palabras clave: universidades, centros tecnológicos, política de innovación, complementariedad.

Abstract

The aim of this study consists of examining the complementariness of universities and technological centres (TC) as the innovation partners of Spanish companies. From a theoretical point of view, it has been suggested that these organizations have different strengths. We therefore pose the hypothesis that they are directed at different types of companies. The empirical analysis uses the Technological Innovation Panel of Spanish companies for the period 2004-2007 and is based on the characteristics of the companies working together with each of these agents. The results show that the companies that cooperate with universities are larger sized, have more extensive R&D capacities, larger relative presence of researchers, and are more often located in high-technology sectors than companies cooperating with TC. Therefore, from a point of view of innovation policy, both kinds of organizations may and should co-exist, as they are directed to a considerable extent at different companies.

Key words: universities, technological centres, innovation policy, complementariness.

JEL classification: L14, O32, O33.

I. INTRODUCCIÓN

La utilización empresarial de fuentes externas de conocimiento ha aumentado considerablemente en las dos últimas décadas (Hagedoorn, 2002; Amara y Landry, 2005), suscitando un creciente interés tanto por parte de los gestores de las políticas de innovación como por parte de los académicos. Desde el ámbito gubernamental, se han implementado varias iniciativas públicas para fomentar la colaboración entre empresas y fuentes externas de conocimiento (Geroski, 1992; Martin, 1996), mientras que, desde el punto de vista académico, un creciente número de estudios investigan los factores que llevan a las empresas a utilizar el conocimiento de otras organizaciones, especialmente de aquellas que configuran el entorno científico-técnico (Fritsch y Lukas, 2001; Tether, 2002; Cassiman y Veugelers, 2002; Miotti y Sachwald, 2003; Belderbos y otros, 2004). Sin embargo, estos estudios empíricos han tratado a los distintos componentes del entorno científico-técnico como un todo uniforme, sin distinguir las peculiaridades de las distintas organizaciones que lo configuran, como universidades y centros tecnológicos (CT). Por ejemplo, Miotti y Sachwald (2003) analizan las interacciones con «instituciones públicas» (agrupando universidades y centros de investigación), mientras que Cassiman y Veugelers (2002) definen como «instituciones de investigación» tanto a los centros tecnológicos como a las universidades. Belderbos y otros (2004) también agrupan a centros tecnológicos con universidades. Por lo tanto, las diferencias existentes entre CT y universidades no han sido tenidas en cuenta por la literatura empírica, a pesar de que algunos autores han argumentado que son organizaciones diferentes y complementarias (Smith, 1997; Beise y Stahl, 1999; Fuellhart y Glasmeier, 2003). Esta carencia en los estudios empíricos limita nuestra comprensión acerca del papel que cada una de ellas puede desempeñar como socio de la innovación empresarial; éste es el problema que trata de subsanar el presente trabajo.

Nuestro principal objetivo consiste en analizar a CT y universidades, tratando de entender las complementariedades que muestran como organizaciones de apoyo a los procesos de innovación empresariales. Teóricamente, podríamos distinguir dos dimensiones de complementariedad entre las universidades y los CT. Una primera dimensión está relacionada con el hecho de ser organizaciones que apoyan a empresas con diferentes características. La segunda dimensión tiene que ver con la atención de distintos tipos de necesidades de empresas con características similares. Esta distinción podría ser de utilidad para los gestores de política de innovación que quieran diseñar estrategias de innovación holísticas, en las que herramientas específicas se dirigen a diferentes agentes y varios objetivos tratan de alcanzarse simultáneamente. Comprender la existencia de complementariedades entre socios tecnológicos debería ayudar a los gestores públicos a ser más precisos con las herramientas a diseñar, dirigiéndolas a los agentes apropiados y distinguiendo claramente los objetivos a alcanzar. En este estudio nos centraremos en la primera dimensión de complementariedad.

El análisis de las complementariedades entre universidades y CT nos llevará a desarrollar dos objetivos secundarios. El primero consiste en precisar el rol desempeñado por las universidades como socios de la innovación empresarial. Aunque las universidades influyen en la innovación empresarial a través de muchos canales (veanse, por ejemplo, Cohen y otros, 2002; Molas-Gallart y otros, 2002; Goldstein y Drucker, 2006), en los últimos años se ha hecho especial hincapié en su papel como proveedores directos de servicios tecnológicos y de proyectos de I+D a las empresas. Pese a que hay bastantes trabajos que han analizado las interacciones entre la universidad y la industria (Jaffe, 1989; Mansfield, 1991; Stephan, 1996; Narin y otros, 1997; Henderson y otros, 1998; Mowery y otros, 2001; Agrawal y Henderson, 2002), la mayoría de ellos se han centrado en un número reducido de entornos tecnológicos, constituidos generalmente por empresas ubicadas en sectores de alta tecnología. Por lo tanto, para entender las posibles diferencias entre los diversos contextos sectoriales, es necesario llevar a cabo análisis a gran escala que abarquen diversos sectores (Laursen y Salter, 2004; Perkmann y Walsh, 2007) y permitan examinar con mayor detalle qué factores explican la propensión empresarial a utilizar los servicios de la universidad (Klevorick y otros, 1995). El segundo objetivo secundario supone profundizar en el papel desempeñado por los CT como socios de la innovación empresarial. Este tipo de organizaciones se halla presente en la mayoría de los países más desarrollados y suele presentar un marcado carácter regional (Arnold y otros, 1998; Koschatzky y Sternberg, 2001; Molina-Morales y Mas-Verdú, 2008), pero han sido ignorados por la literatura académica o, a lo sumo, tratados indiferenciadamente junto a otros agentes del entorno científico-técnico.

Para dar cuenta de los objetivos planteados en este estudio, se analizarán las características de las empresas que colaboran con CT y con universidades. Para ello, se examinan algunas características generales de dichas empresas (como su tamaño, su comportamiento exportador, su sector de actividad o su ubicación geográfica) y ciertas características de sus procesos innovadores (como las capacidades de I+D o los factores que dificultan la innovación). La base de datos empleada es el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) en el periodo 2004-2007.

El trabajo se organiza de la siguiente forma. En el apartado II se revisa la literatura sobre el papel de las universidades y los CT como socios de la innovación empresarial. En el apartado III se describen los datos y la estrategia empírica, y en el IV, los resultados obtenidos. En el apartado V se ofrecen una discusión de dichos resultados y las principales conclusiones del estudio.

II. LITERATURA PREVIA

1. Las universidades como socios de la innovación empresarial

El papel de las universidades como motores de la innovación ha sido ampliamente analizado por la literatura académica (Goldstein y Drucker, 2006). Esta «tercera misión» de la universidad ha sido objeto de un gran número de investigaciones a partir de la popularización del concepto de la «triple hélice», que considera que los resultados innovadores dependen decisivamente de la interacción de tres esferas que forman parte de una misma cadena: universidades, empresas y administraciones públicas (Etzkowitz y Leyesdorff, 1999, 2000).

Basándose en estas ideas, muchos países de la OCDE han apoyado de forma cada vez más clara las interacciones directas entre la universidad y la empresa (Cohen y otros, 2002). Estas iniciativas se basan en la premisa de que una mayor densidad de interacciones entre la universidad y la empresa incrementará la tasa de innovación en la economía

(Spencer, 2001). Los estudios que toman como unidad de análisis la región muestran que la influencia de las universidades en los resultados de innovación de las empresas de su entorno es bastante importante (Jaffe, 1989), especialmente en las PYME (Acs y otros, 1994; Feldman, 1994). Sin embargo, ningún estudio analiza explícitamente cuáles son los canales a través de los cuales tienen lugar las interacciones entre universidad y empresa (Breschi y Lissoni, 2001). Este punto resulta de vital importancia, ya que la variedad de canales es muy elevada (Molas-Gallart y otros, 2002) y, junto a la provisión directa de servicios tecnológicos, la formación de licenciados (Nelson, 1986; Narin y otros, 1997) y la investigación básica (Feldman, 1994; Feller y otros, 2002), han sido destacadas como un vehículo fundamental a través del cual las universidades influyen en el entorno productivo.

Sin embargo, existe también en la literatura académica una visión menos optimista sobre el papel que desempeña la universidad como socio de la innovación empresarial. En concreto, algunos autores destacan la presencia de importantes barreras para el establecimiento de vínculos entre las universidades y las PYME no intensivas en I+D, que constituyen la mayor parte del tejido productivo, incluso en los países más desarrollados. Dichas barreras existen porque estas empresas no tienen una idea clara de sus necesidades tecnológicas o tienen problemas para expresarlas (Lambrecht y Pirnay, 2005), desconocen los servicios que les pueden resultar de ayuda (Izushi, 2003), no saben cuáles son las capacidades que deberían tener sus proveedores de conocimiento (Geisler, 1997; Teubal, 1997) y encuentran dificultades para comunicarse con ellos (Smallbone y otros, 1993). Los resultados de los estudios econométricos corroboran esta visión, ya que, en general, concuerdan en señalar que las empresas que más se relacionan con las universidades son empresas grandes, intensivas en I+D y de sectores de alta tecnología (Fritsch y Lukas, 2001; Cassiman y Veugelers, 2002; Miotti y Sachwald, 2003; Belderbos y otros, 2004).

Las mencionadas barreras implican que las PYME necesitan un apoyo que sea fácilmente accesible y personalizado (Sánchez, 1999; Fuellhart y Glasmeier, 2003), con un rol muy activo por parte del proveedor de conocimiento, quien debe contribuir a la identificación y articulación de necesidades por parte de los clientes, por lo que resulta fundamental que hablen el mismo lenguaje que las empresas (Smallbone y otros, 1993). En otras palabras, es necesario que desarrollen capacidades «tecnoeconómicas» (Galli y Teubal, 1997). Sin embargo, es muy difícil que las universidades dispongan de investigadores con las capacidades «tecnoeconómicas» necesarias para apoyar los procesos de innovación de las empresas en sectores tradicionales (Vickers y North, 2001; Rolfo y Calabrese, 2003). Todo ello deriva en una cierta desconexión entre la universidad y este tipo de empresas (Arnold y Thuriaux, 1997).

Las dificultades relacionales entre universidad y empresa también se pueden explicar por los escasos incentivos que tiene la universidad para apoyar los procesos de innovación de las PYME, especialmente de las ubicadas en sectores tradicionales. Las universidades prefieren contratos con empresas grandes debido a sus mayores recursos financieros y capacidades tecnológicas, que les permiten obtener financiación, reputación y la posibilidad de futuras demandas de trabajo (Shapira y otros, 1995; Hassink, 1997; Beise y Stahl, 1999). Además, aunque existe una creciente tendencia hacia una mayor orientación aplicada de la investigación universitaria, el perfil de la plantilla sigue siendo claramente científico (Rolfo y Calabrese, 2003) y los académicos prefieren llevar a cabo actividades de investigación y no de desarrollo (Del Barrio-Castro y García-Quevedo, 2005). Por otro lado, algunos autores han destacado que las características intrínsecas de la universidad también son importantes y que, por ejemplo, en universidades pequeñas es más habitual encontrar investigadores que apoyan los procesos de innovación de las empresas de su entorno (MacPherson y Ziolkowski, 2005) mediante servicios de asistencia técnica. Así pues, el debate sobre el papel de la universidad como socio de la innovación empresarial está todavía inconcluso, y es necesaria una mayor evidencia empírica.

2. El papel de los centros tecnológicos

En la mayoría de países desarrollados los CT son un importante elemento de la infraestructura tecnológica (Arnold y otros, 1998; Mas-Verdú, 2007), dado que ofrecen a las empresas una gama de servicios muy amplia, que difiere de la oferta de universidades y empresas del sector privado (Leitner, 2005). Los CT no sólo se orientan a investigación aplicada y desarrollo, sino que también ofrecen otros servicios de apoyo, como consultoría, diagnósticos y asistencia técnica, atendiendo las necesidades de un grupo de empresas que, de otra forma, no encontrarían fácilmente socio tecnológico. Estos CT pueden ser públicos o privados, y su financiación presenta un esquema mixto, con un peso crecien-

te de los contratos privados (Leitner, 2005). Algunos ejemplos de estas instituciones son los *Japanese kosetsushi centres*, los *manufacturing technology centres* en Estados Unidos, los centros de servicios reales en Italia y, por supuesto, los CT españoles (1).

Los CT españoles son generalmente privados y siempre sin ánimo de lucro, ofrecen a las empresas una amplia gama de servicios intensivos en conocimiento y se orientan a la mejora de la competitividad empresarial. Una gran parte de los CT fueron creados mediante esfuerzos conjuntos del sector público y el privado (sobre todo en el ámbito regional), estando ambos representados en sus órganos de dirección, aunque con mayoría del sector privado. Los CT son organizaciones muy importantes en el sistema español de innovación, por su tamaño y cercanía al sector productivo (Modrego-Rico y otros, 2005). Hay alrededor de 100 CT en España (2), y su distribución regional es bastante desigual. Algunas comunidades autónomas (CC.AA.), como el País Vasco y la Comunidad Valenciana, tienen más de 15 CT, con una trayectoria consolidada en el tiempo. Otras, como Castilla y León, y Cataluña, han hecho un gran esfuerzo para incrementar el número y tamaño de los CT en los últimos años. Sin embargo, la política tecnológica en algunas CC.AA. no ha prestado mucha atención a la figura del CT. De hecho, en varias CC.AA. (Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla-La Mancha, Extremadura, Galicia) sólo existen uno o dos, aunque se observa una creciente tendencia hacia la creación de más CT (3). Los CT españoles reciben, en media, un 40 por 100 de sus ingresos de fuentes públicas y un 60 por 100 de fuentes privadas. Aproximadamente dos tercios de esta financiación privada procede de la realización de proyectos de investigación y desarrollo.

Los CT muestran claras diferencias con respecto a las universidades. En primer lugar, su principal objetivo es incrementar la competitividad de sus empresas clientes, mientras que las universidades son organizaciones con múltiples objetivos, muchos de ellos no relacionados directamente con la competitividad de las empresas con las que se relacionan. En segundo lugar, los CT ofrecen a las empresas una mayor variedad de servicios intensivos en conocimiento, a diferencia de las universidades que ofrecen principalmente formación, acceso a infraestructuras y asistencia en proyectos de I+D (Barge-Gil y Modrego-Rico, 2010). En tercer lugar, la plantilla de los CT es más diversa. No está tan orientada hacia los aspectos científicos como en el caso de las universidades, sino que tienen una acusada orientación tecnológica y capacidades de gestión. Todo ello se traduce en una mayor posibilidad de ofrecer «capacidades tecnoeconómicas» a las empresas. En cuarto lugar, los CT están habitualmente más enraizados en la economía regional, ya que sus órganos de dirección incluyen a los agentes más relevantes tanto del sector público como del privado (Barge-Gil y Modrego-Rico, 2008). Aunque las universidades se hallan cada vez en mayor contacto con su entorno productivo, su propia naturaleza dificulta el establecimiento de una relación estrecha con estos agentes. En quinto lugar, los CT tienen procedimientos flexibles de gestión, a diferencia de los métodos más burocráticos de las universidades, lo que redunda en una mayor rapidez en la contratación de personal o de proveedores, que no tiene que seguir los rígidos procedimientos administrativos presentes en el sector público.

Se asume que los CT son importantes para apoyar las actividades de innovación y modernización de las PYME. Sin embargo, ha habido poca investigación empírica en esta área y no se ha analizado la complementariedad o sustitutibilidad entre CT y universidades, siendo una excepción el trabajo de Izushi (2005), que presenta una evaluación de ambas organizaciones a través de la opinión de los clientes de CT y de universidades. Sus resultados muestran que dichos usuarios opinan que los CT superan a las universidades en: 1) habilidad para prestar el servicio acordado; 2) capacidades de comunicación, y 3) rapidez de respuesta. Además, no perciben diferencias significativas en el nivel tecnológico de los servicios.

Las discusiones previas acerca del papel de las universidades y los CT como organizaciones de apoyo de los esfuerzos innovadores de las empresas ponen de relieve la importancia de llevar a cabo estudios empíricos que permitan desvelar las potenciales complementariedades existentes entre ambas organizaciones. La parte empírica que se desarrolla a continuación está orientada a abordar una de las dimensiones de tal complementariedad: las distintas características de las empresas que colaboran con CT y con universidades.

III. DISEÑO DEL ESTUDIO EMPÍRICO

1. Los datos

Los datos empresariales proceden del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) del INE para el periodo 2004-2007. Dicha base de datos es fruto del esfuerzo conjunto del Instituto Nacional de Estadística (INE),

la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y la Fundación Cotec, junto con el asesoramiento de un grupo de investigadores de la universidad (4). PITEC es una fuente de información muy completa acerca de los procesos de innovación de las empresas españolas, aunque se halla sesgada hacia aquellas empresas con más capacidades internas de innovación, lo que ha de ser tenido en cuenta a la hora de interpretar los resultados. De hecho, el análisis que se llevará a cabo se ha restringido a aquellas empresas que realizan actividades de I+D interna, dado que algunas variables sólo se observan para este tipo de empresas. En total, la muestra utilizada comprende a 5.443 empresas. En el periodo 2005-2007, 453 (8,3 por 100) cooperaron sólo con universidades, 349 (6,4 por 100) cooperaron sólo con CT, 463 (8,5 por 100) cooperaron con ambos socios y 4.178 (76,7 por 100) no cooperan con ninguno de ambos agentes. Este último grupo se corresponde con empresas que pueden no haber cooperado en innovación (3.520 empresas) o haberlo hecho con otro tipo de socios (698 empresas).

2. La definición de las variables

El objetivo es caracterizar a las empresas que colaboraron con universidades y CT con el fin de apreciar posibles complementariedades entre estas dos organizaciones. Para ello, se explorará el efecto de diversas características generales y del proceso innovador de las empresas sobre la probabilidad de cooperar sólo con universidades, sólo con CT, con ambos o con ninguno de ellos. Así, la variable dependiente (SOCIO) es de carácter discreto y toma los siguientes valores: 0 si no coopera ni con CT ni con universidades, 1 si coopera sólo con universidades, 2 si coopera sólo con CT y 3 si coopera con ambos agentes. La definición de todas las variables utilizadas se presenta en el cuadro n.º 1.

En cuanto a las variables independientes, se han considerado diversas características generales de las empresas en el análisis. En concreto, se analiza el tamaño empresarial a través del logaritmo natural del número de empleados (LTAMAÑO). También se ha tratado de incorporar al análisis el grado de internacionalización de las empresas a través de la intensidad exportadora, medida como el valor de las exportaciones dividido por la cifra de negocios (EXPORTR). En la identificación del sector de la empresa hemos distinguido entre empresas manufactureras y de servicios. Las empresas manufactureras se han subdividido atendiendo a la clasificación de la OCDE (OECD, 2005), que distingue entre sectores de baja intensidad tecnológica (BAJA T), media-baja intensidad tecnológica (MEDIA BAJA T), media-alta intensidad tecnológica (MEDIA ALTA T) y de alta intensidad tecnológica (ALTA T). Las empresas de servicios se han clasificado según la propuesta de Miles (2005), distinguiendo entre servicios intensivos en conocimiento (SIT) y servicios no intensivos en conocimiento (NSIT). Todas las variables sectoriales son dicotómicas, tomando el valor uno si la empresa pertenece a esa agrupación sectorial y cero en caso contrario. La categoría de referencia es el sector de intensidad tecnológica media alta (MEDIA ALTA T). Otras características generales que se han incorporado al análisis son la pertenencia a un grupo empresarial (GRUPO) y si la empresa es de reciente creación (STARTUP). Ambas también se han medido a través de variables dicotómicas.

Otro grupo de características que se han considerado en el estudio son las relacionadas con el proceso innovador empresarial. Por un lado, se ha medido la capacidad de I+D a través del peso que tiene el personal de I+D sobre el total de empleados (PIDTR). Otra medida de la capacidad tecnológica de la empresa se ha recogido a través del porcentaje de investigadores sobre el total de personal de I+D (INVT). También se han incorporado al análisis los obstáculos percibidos por las empresas en sus procesos innovadores. Concretamente, hemos distinguido entre los obstáculos relacionados con aspectos financieros o de coste (OBSCOSTE) y los obstáculos relacionados con problemas de información (OBSINFORMAC).

Por último, se ha tratado de aproximar la comunidad autónoma a la que pertenece la empresa mediante el porcentaje de personal de I+D que trabaja en cada región (PIDTR1-18). En el cuadro n.º 2 se muestran algunos descriptivos desglosados por cada categoría de la variable dependiente.

Cabe decir que, dado que la variable dependiente (SOCIO) recoge la existencia de cooperación en el periodo 2005-2007, las variables independientes se hallan retardadas para evitar problemas de endogeneidad. En concreto, dichas variables se refieren al año 2004, a excepción de OBSCOSTE y OBSINFORMAC, que, al ser también trianuales, se refieren al periodo 2002-2004. De esta forma, el presente estudio evita una de las limitaciones más importantes de los trabajos que usan encuestas de innovación: variables dependientes trianuales y variables independientes observadas en el último año del trienio (Mairesse y Mohnen, 2007). En el PITEC es posible superar esta limitación porque la información utilizada comprende cuatro oleadas de la encuesta. El

CUADRO N.º 1

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente	
SOCIO	Variable discreta que toma los siguientes valores: 0 si no coopera ni con CT ni con universidades, 1 si coopera sólo con universidades, 2 si coopera sólo con CT y 3 si coopera con ambos agentes
Características generales de las empresas	
LTAMAÑO	Logaritmo del número de empleados
EXPORTR	Exportaciones / Total cifra de negocios
BAJA T	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a alguno de los siguientes sectores: alimentación, bebidas y tabaco, textil, madera y muebles, papel, reciclaje y juguetes. Cero en otro caso.
MEDIABAJA T	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a alguno de los siguientes sectores: refinería de petróleo, plásticos, minerales no metálicos, materiales férreos, materiales no férreos, construcción de barcos y otras manufacturas. Cero en otro caso
MEDIA ALTA T	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a alguno de los siguientes sectores: químico (excepto farmacia), maquinaria y equipo mecánico, material eléctrico, vehículos de motor y otro material de transporte. Cero en otro caso.
ALTA T	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a alguno de los siguientes sectores: farmacéutico, componentes electrónicos, equipos informáticos, aparatos de TV, radio y comunicación, instrumentos médicos y de precisión, ópticos, construcción aeronáutica y espacial. Cero en otro caso.
SIT	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a sectores de servicios intensivos en conocimiento: *software*, otras actividades informáticas, investigación y desarrollo, servicios de arquitectura e ingeniería, ensayos y análisis técnicos. Cero en otro caso.
NSIT	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a sectores de servicios no intensivos en conocimiento: comercio, hostelería, transporte, intermediación financiera, alquiler de maquinaria, actividades inmobiliarias, educación, actividades sanitarias, sociales y colectivas, actividades de radio y televisión, actividades postales y de correo. Cero en otro caso
GRUPO	Variable que toma el valor uno si la empresa pertenece a un grupo y cero en otro caso
STARTUP	Variable que toma el valor uno si la empresa es de nueva creación y cero en otro caso
Características del proceso innovador	
PIDTR	Personal de I+D / Total de empleados
INVT	Porcentaje de investigadores sobre el total de personal de I+D
OBSCOSTE	Suma de las puntuaciones (entre 1 y 4) de los siguientes obstáculos a la innovación: falta de fondos en la empresa o grupo de empresas, falta de financiación de fuentes exteriores a la empresa, la innovación tiene un coste demasiado elevado, incertidumbre respecto a la demanda de bienes y servicios innovadores (reescalado entre cero, nada importante, y uno, muy importante)
OBSINFORMAC	Suma de las puntuaciones (entre 1y 4) de los siguientes obstáculos a la innovación: falta de personal cualificado, falta de información sobre tecnología, falta de información sobre mercados, dificultades para encontrar socios de cooperación para la innovación (reescalado entre cero, nada importante, y uno, muy importante)
Ubicación regional	
PIDTR1	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Andalucía
PDITR2	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Aragón
PIDTR3	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Asturias
PIDTR4	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Baleares
PIDTR5	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Canarias
PIDTR6	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Cantabria
PIDTR7	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Castilla y León
PIDTR8	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Castilla-La Mancha
PIDTR9	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Cataluña
PIDTR10	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Comunidad Valenciana
PIDTR11	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Extremadura
PIDTR12	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Galicia
PIDTR13	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Madrid
PIDTR14	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Murcia
PIDTR15	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Navarra
PIDTR16	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en País Vasco
PIDTR17	Porcentaje del personal de I+D de la empresa que trabaja en Rioja

CUADRO N.º 2

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

VARIABLE	*NO COOPERA CON CT NI CON UNIVERSIDADES*		*SÓLO COOPERA CON UNIVERSIDADES*		*SÓLO COOPERA CON CT*		*COOPERA CON CT Y UNIVERSIDADES*	
	Media	*Desviación típica*	*Media*	*Desviación típica*	*Media*	*Desviación típica*	*Media*	*Desviación típica*
LTAMAÑO	3,91	1,48	3,92	1,67	3,94	1,49	4,58	1,70
EXPORTR	3,91	1,48	3,92	1,67	3,94	1,49	4,58	1,70
BAJA T	0,17	0,38	0,11	0,31	0,20	0,40	0,10	0,30
MEDIABAJA T	0,16	0,37	0,09	0,29	0,19	0,39	0,11	0,31
MEDIA ALTA T	0,24	0,43	0,19	0,39	0,27	0,44	0,22	0,42
ALTA T	0,08	0,27	0,13	0,34	0,05	0,22	0,10	0,30
SIT	0,18	0,39	0,28	0,45	0,18	0,38	0,31	0,46
NSIT	0,12	0,32	0,11	0,31	0,08	0,27	0,07	0,26
GRUPO	0,31	0,46	0,36	0,48	0,38	0,49	0,48	0,50
STARTUP	0,03	0,18	0,07	0,26	0,08	0,27	0,09	0,29
PIDTR	0,18	0,24	0,30	0,32	0,23	0,28	0,31	0,33
INVT	47,21	33,79	51,28	31,28	45,29	29,72	47,69	30,14
OBSCOSTE	0,39	0,13	0,39	0,12	0,41	0,13	0,40	0,12
OBSINFORMAC	0,18	0,31	0,17	0,28	0,20	0,30	0,25	0,33
PIDTR1	5,95	23,39	7,44	25,31	3,17	17,27	5,93	22,57
PDITR2	3,26	17,67	3,05	16,80	3,73	18,83	4,95	21,06
PIDTR3	1,50	12,12	2,77	16,27	1,15	10,66	2,56	15,24
PIDTR4	0,41	6,37	0,47	6,33	0,00	0,00	0,23	4,65
PIDTR5	0,39	6,18	0,66	8,12	0,00	0,00	0,65	8,03
PIDTR6	0,84	9,09	1,25	10,87	0,86	9,24	2,11	13,98
PIDTR7	3,62	18,42	4,43	20,34	5,67	23,06	4,19	19,16
PIDTR8	1,63	12,39	1,21	10,54	1,43	11,90	1,56	12,07
PIDTR9	26,29	43,71	23,35	41,62	15,03	35,64	24,89	42,88
PIDTR10	11,22	31,45	10,76	30,48	13,60	34,18	11,13	31,28
PIDTR11	0,37	5,91	1,56	12,35	0,57	7,56	0,46	6,58
PIDTR12	4,55	20,75	10,66	30,80	5,18	21,89	5,23	22,15
PIDTR13	2,15	14,32	2,14	13,84	2,01	14,04	2,06	13,97
PIDTR14	4,10	19,69	1,50	11,80	5,90	23,35	4,08	19,63
PIDTR15	12,07	32,40	5,39	22,22	35,18	47,61	13,89	34,35
PIDTR16	1,05	10,14	1,24	10,82	1,15	10,66	1,08	10,25
PIDTR17	0,50	0,18	0,51	0,19	0,51	0,18	0,50	0,18

único punto negativo de utilizar este método consiste en que la base de datos resultante sólo tiene una observación para cada empresa, por lo que se eliminan todas aquellas empresas que no están en el panel desde 2004, y no se pueden aplicar técnicas de análisis de datos de panel, que permitirían controlar la heterogeneidad inobservable de las empresas (5).

3. El modelo econométrico

El problema analizado puede interpretarse a partir de la existencia de una única decisión con cuatro opciones excluyentes: no colaborar con ninguno de ellos, colaborar con universidades y no con CT, colaborar con CT y no con universidades o colaborar con ambos.

Desde el punto de vista econométrico, esta decisión se va a especificar mediante el uso de un *logit* multinomial con una variable dependiente que toma cuatro posibles valores. Dado que el objetivo principal consiste en comparar a las empresas que colaboran con universidades con las que cooperan con CT, el grupo de referencia será el de las empresas que sólo colaboraron con universidades (SOCIO = 1) (6).

Si j representa las cuatro posibles categorías de la variable dependiente e i a cada una de las empresas, la utilidad de cada decisión para cada empresa (U_{ij}) es la suma de un componente determinista, V_{ij}, que depende de los regresores y los parámetros desconocidos, y de un componente aleatorio inobservable ε_{ij}:

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

En realidad, lo que el investigador observa es $y_i = j$ si la alternativa j ha sido seleccionada (y supone que ha sido seleccionada porque es la que ofrece una mayor utilidad). Por tanto:

$\Pr(y_i = j) = \Pr(U_{ij} > U_{ik}) = \Pr(U_{ik} - U_{ij} \leq 0) = \Pr(\varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij} \leq V_{ij} - V_{ik})$, para cualquier alternativa k, distinta de j.

Si los errores siguen una distribución de valor extremo (McFadden 1973), entonces

$$\Pr(y_i = j) = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j=1}^{4} \exp(V_{ij})}$$

Claramente, este modelo asegura que $0 < \Pr(y_i = j) < 1$ y que $\sum_{j=1}^{4} \Pr(y_i = j) = 1$.

Por lo tanto, en nuestro caso, la probabilidad de que la empresa i elija la alternativa j será:

$$\Pr(y_i = j) = \frac{\exp(\beta_j^{CG} CG_i + \beta_j^{CI} CI_i + \beta_j^{REG} REG_i)}{\sum_{k=1}^{4} \exp(\beta_k^{CG} CG_k + \beta_k^{CI} CI_i + \beta_k^{REG} REG_i)}, \; j = 1,\ldots,4$$

Donde *CG* denota las características generales, *CI* las características del proceso de innovación, *REG* la región, el subíndice *i* la i-ésima empresa y los subíndices *j* y *k* denotan las alternativas.

IV. RESULTADOS

1. Resultados principales

En el cuadro n.º 3 se muestran los resultados de este análisis. Tal como se ha comentado, se ha elegido como grupo de referencia el formado por las empresas que colaboran sólo con universidades. Dado que nuestro objetivo principal consiste en comparar las características de las empresas que colaboran con CT con las que lo hacen con universidades, vamos a centrar nuestra atención en los resultados ofrecidos por las columnas centrales del cuadro n.º 3 (empresas que colaboraron sólo con CT).

En primer lugar, se puede observar que las características generales de las empresas que colaboran con CT difieren de aquellas que colaboran con universidades. La diferencia más acusada se halla en la afiliación sectorial de las empresas manufactureras. Las empresas que colaboran con CT se ubican con mucha mayor frecuencia en sectores industriales de baja y media-baja tecnología, y con mucha menor frecuencia en sectores industriales de alta tecnología (los sectores de media-alta tecnología se han tomado como grupo de referencia). También se aprecia que, en general, son empresas de mayor tamaño, aunque este resultado ofrece menor significatividad estadística. Sin embargo, no se aprecian diferencias en otras variables como la pertenencia a un grupo, ser de nueva creación o el comportamiento exportador.

En segundo lugar, se puede observar que también existen diferencias en las características del proceso innovador. Las empresas que colaboran con las universidades dedican claramente una mayor proporción de su plantilla a la realización de actividades de I+D y, además, dicho personal de I+D reúne una proporción mucho mayor de investigadores (y, por tanto, una proporción menor de técnicos y auxiliares) que en el caso de las empresas que colaboran con CT. Sorprendentemente, los obstáculos en el proceso innovador no contribuyen a explicar qué empresas colaboran con CT y cuáles lo hacen con universidades.

En tercer lugar, se observan diferencias en la ubicación de las empresas, lo que resulta coherente con la desigual distribución de CT y con las diferencias en las fortalezas con las universidades. De hecho, se observa que, dado que la comunidad autónoma de referencia es Madrid (con gran fortaleza universitaria y escasa dotación de CT), hay un gran número de CC.AA. con coeficientes positivos (mayor probabilidad de colaboración de sus empresas sólo con CT, y no sólo con universidades, en relación con las empresas ubicadas en Madrid). Entre ellas, destacan, por este orden, País Vasco, Navarra, Castilla y León, Aragón, Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha y Murcia. Como excepciones, cabe señalar a Baleares y Canarias, en las que apenas se encuentran empresas que colaboren con centros tecnológicos.

Si se observan las dos últimas columnas de la tabla, se puede apreciar cómo las características de las empresas que colaboran con ambos tipos de organizaciones difiere de las de aquellas que sólo colaboran con universidades. En concreto, las empresas que colaboran con ambos agentes presentan un tamaño y una intensidad exportadora muy superiores, además de una mayor intensidad de I+D. Es decir, éstas son las empresas de mayores capacidades de la economía española, y ello les permite mantener varios proyectos en cooperación al mismo tiempo (7). Sin embargo, no se aprecian diferencias sectoriales en el resto de características generales o del proceso de innovación. De nuevo, hay un gran nú-

CUADRO N.º 3

RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN PRINCIPAL

VARIABLE	*NO COOPERA NI CON CT NI CON UNIVERSIDADES*		*SÓLO COOPERA CON CT*		*COOPERA CON CT Y UNIVERSIDADES*	
	Coeficiente	*Error Estándar*	*Coeficiente*	*Error Estándar*	*Coeficiente*	*Error Estándar*
LTAMAÑO	-0,2595***	0,0427	-0,1206*	0,0651	0,3925***	0,0552
EXPORTR	-0,0836	0,1817	0,0733	0,2438	0,4321**	0,2155
BAJA T	0,4689***	0,1761	0,7202***	0,2343	0,0148	0,2441
MEDIABAJA T	0,5036***	0,1885	0,4765*	0,2471	-0,0442	0,2512
ALTA T	-0,4079**	0,1759	-0,7186**	0,3058	-0,3137	0,2401
SIT	-0,0097	0,1576	-0,1639	0,2347	0,0396	0,2110
NSIT	0,2725	0,1872	-0,0256	0,2821	-0,2858	0,2766
GRUPO	-0,1717	0,1238	0,0266	0,1736	-0,0090	0,1661
STARTUP	-0,4391	0,2203	0,1347	0,3110	0,3556	0,2746
PIDTR	-2,0023***	0,2262	-1,0943***	0,3506	1,1118***	0,2841
INVT	-0,0055***	0,0016	-0,0099***	0,0023	-0,0019	0,0021
OBSCOSTE	-0,2830	0,3078	-0,1457	0,4254	-0,3503	0,4249
OBSINFORMAC	-0,2568	0,4510	0,4117	0,6012	1,0163	0,5597
PIDTR1	-0,0010	0,0022	0,0073*	0,0044	0,0065*	0,0034
PDITR2	0,0017	0,0031	0,0174***	0,0048	0,0151***	0,0040
PIDTR3	-0,0058	0,0034	0,0056	0,0065	0,0086*	0,0046
PIDTR4	-0,0026	0,0072	-16,8919***	0,4865	0,0021	0,0127
PIDTR5	-0,0013	0,0070	-13,0357***	0,3946	0,0072	0,0084
PIDTR6	-0,0052	0,0048	0,0092	0,0079	0,0145**	0,0056
PIDTR7	-0,0001	0,0027	0,0177***	0,0043	0,0080**	0,0038
PIDTR8	0,0039	0,0049	0,0161**	0,0071	0,0092	0,0068
PIDTR9	0,0023	0,0016	0,0105***	0,0032	0,0079***	0,0024
PIDTR10	0,0010	0,0020	0,0172***	0,0034	0,0078***	0,0029
PIDTR11	-0,0149***	0,0050	0,0031	0,0087	-0,0332**	0,0151
PIDTR12	-0,0073***	0,0021	0,0080**	0,0038	0,0047	0,0030
PIDTR14	0,0014	0,0038	0,0147**	0,0058	0,0027	0,0060
PIDTR15	0,0111***	0,0041	0,0274***	0,0052	0,0214***	0,0048
PIDTR16	0,0108***	0,0025	0,0356***	0,0035	0,0236***	0,0030
PIDTR17	-0,0015	0,0048	0,0117	0,0073	0,0088	0,0067
Constante	4,0922***	0,3164	-0,7342	0,5131	-3,0534***	0,4494

Número de observaciones: 5.443.
Log *pseudolikelihood* = -3876,803
*Wald chi*2(87) = 3416,23***

***p-valor < 0,01 ** p-valor < 0,05 * p-valor < 0,1.

mero de CC.AA. con coeficientes positivos (ya que Madrid sigue siendo la región de referencia). Entre ellas destacan, sobre todo, País Vasco y Navarra.

Por último, las dos primeras columnas permiten analizar las diferencias entre las empresas que colaboran sólo con universidades y aquellas que no colaboran ni con universidades ni con CT. Se observa que estas últimas empresas son las de menor tamaño y menor intensidad de I+D de toda la muestra, se ubican más frecuentemente en sectores industriales de baja y media-baja tecnología y, menos frecuentemente, en sectores industriales de alta tecnología, y la proporción de investigadores en su personal de I+D es más reducida. Estas empresas se encuentra con más frecuencia en País Vasco y Navarra, y con menos frecuencia en Extremadura y Galicia (todas ellas en relación con Madrid).

2. Pruebas de robustez

En el anexo se presentan dos pruebas de robustez de los resultados obtenidos: la tabla A.1 muestra los resultados de la regresión si las variables dependientes se retardan dos periodos en lugar de tres, mientras que la tabla A.2 muestra los resultados cuando el retardo es de un solo periodo (8). Como se puede observar, en ambas tablas los resultados son muy robustos a estas diferentes especificaciones, a pesar de que conllevan diferentes tamaños muestrales, lo que supone un claro indicador de que la tipolo-

gía de empresas que colaboran con cada uno de los agentes está bien definida. Las únicas diferencias se refieren al tamaño de las empresas, cuya significatividad varía ligeramente en función del retardo considerado (deja de ser significativa con dos retardos, pero vuelve a serlo con uno), y a las empresas en servicios intensivos en tecnología que colaboran más frecuentemente sólo con universidades que sólo con CT cuando se usa un retardo de dos años.

En la tabla A.3 se realiza una segunda prueba de robustez, a partir de las regresiones *logit* binarias. Es decir, de cada una de las alternativas en relación con la cooperación sólo con universidades. Que los resultados sean similares indica que el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes se cumple (9) y, de nuevo, que las características de cada uno de los colectivos de empresas analizados son robustas. La única diferencia relevante es que el tamaño deja, por muy poco, de ser estadísticamente significativa para un nivel de confianza del 90 por 100, pero el resto de resultados se mantiene.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se han investigado las potenciales complementariedades entre las universidades y los CT en España a partir de las características de las empresas que colaboran con cada una de estas organizaciones. Se observa, en primer lugar, que hay un importante colectivo empresarial que colabora con ambos tipos de organizaciones. Estas empresas son las de mayor tamaño e intensidad de I+D de la economía española, y pertenecen a una gran variedad de sectores. En segundo lugar, se aprecian claras diferencias entre el colectivo de empresas que colabora sólo con universidades y el colectivo de empresas que colabora sólo con CT. Los CT se orientan hacia empresas más pequeñas y menos intensivas en I+D (10). Además, la orientación de la I+D también es diferente, con una mayor importancia relativa de la «I» en relación con la «D» en las empresas que colaboran con universidades, como se aprecia por el hecho de que el peso de los investigadores (en relación con técnicos y auxiliares) en el personal de I+D es muy superior. También se observan claras diferencias sectoriales. Mientras que las universidades se relacionan en mayor medida con empresas manufactureras de alta tecnología, los CT lo hacen con empresas de sectores tradicionales, de media y baja tecnología. Por último, y como consecuencia de la diferente dotación universitaria y de CT en las diferentes CC.AA., se observan diferencias regionales en los socios de innovación de las empresas.

En general, estos resultados sugieren que ambas organizaciones son muy complementarias desde el punto de vista del sistema ciencia-tecnología-empresa. Mientras las universidades juegan un papel muy relevante en apoyar a empresas muy intensivas en I+D con un claro componente investigador, los CT ofrecen un apoyo más horizontal que alcanza a empresas de todos los sectores, lo que resulta muy relevante, dada la actual especialización sectorial que muestra la economía española. Sin embargo, las capacidades de las empresas que cooperan con los CT son muy superiores a las de la media de las empresas españoles innovadoras. En nuestra opinión, una posible explicación para este resultado podría residir en las características de la variable utilizada (la existencia de cooperación, entendida como la realización de proyectos de innovación de forma conjunta). Es posible que las empresas españolas de baja (aunque positiva) intensidad innovadora no tengan la capacidad para abordar proyectos de innovación conjuntos e interactúen con CT y universidades mediante otros canales, como la compra de servicios relacionados con la innovación (servicios de ensayo y análisis o asesoramiento tecnológico) o la pura subcontratación de las actividades de investigación y desarrollo.

A pesar de esta limitación, los resultados obtenidos contribuyen a precisar el papel que juega la universidad como motor de la innovación en la economía española. Desde diversos ámbitos (académico, político, informativo) se enfatiza y, probablemente sobreestima, este papel, haciendo hincapié en la necesidad de incrementar los porcentajes de empresas que participan en proyectos conjuntos con las universidades. Nuestros resultados muestran que la universidad es de gran importancia para el apoyo a la innovación empresarial en un contexto muy concreto: las empresas, generalmente de sectores tecnológicamente avanzados, que tienen elevadas capacidades de I+D internas. Sin embargo, estas empresas son una gran minoría del tejido productivo, lo que hace que el mercado potencial tenga un tamaño reducido, especialmente en economías como la española, con un gran peso de sectores más tradicionales que, sin embargo, también pueden ser innovadores y, de hecho, necesitan la innovación como medio de supervivencia en unos mercados cada vez más competitivos.

Lo que subyace a este debate es una visión reduccionista y, en muchas ocasiones equivocada, de los procesos de innovación empresariales. En general, dichos procesos de innovación empresariales son intrínsecamente diferentes a los procesos de descubri-

miento científico o tecnológico, que constituyen la mayor fortaleza de la universidad. Su objetivo no es obtener nuevo conocimiento en sí, sino que, en la mayoría de ocasiones, desarrollan y explotan principios científicos y tecnológicos ya conocidos (Kline y Rosenberg, 1986). Es decir, los procesos de innovación empresariales se hallan completamente orientados al mercado. En estas condiciones, la gran mayoría de las innovaciones exitosas no implican ni requieren creación de conocimientos científicos y tecnológicos novedosos, sino habilidad para identificar y asimilar el conocimiento ya existente, seleccionar aquél que es adecuado, recombinarlo y adaptarlo a los fines específicos que se persiguen (Klevorick y otros, 1995; Love y Roper, 1999). Es de destacar que durante este proceso el conocimiento no se adopta de forma pasiva, sino que se adapta, se transforma y, por lo tanto, se crea nuevo conocimiento (Bender y Laestadius, 2005). Así pues, para conseguir que estos procesos sean interactivos, se necesitan habilidades específicas que permitan integrar conocimiento perteneciente a diversos campos y a distintos agentes. Esto requiere que las organizaciones que apoyen a las empresas en sus procesos de innovación tengan no sólo habilidades científicas y tecnológicas, sino también comerciales, logísticas y relacionales, de forma tal que el conocimiento que se suministre sea adecuado, tenga una alta orientación práctica, se intercambie utilizando el canal y el lenguaje requerido por las empresas, y se aplique en los plazos previstos. Algunos autores se refieren a esta mezcla de capacidades como «tecnoeconómicas» (Rolfo y Calabrese, 2003). Los CT tienen estas capacidades más desarrolladas que las universidades, quienes, por su parte, tienen una mayor fortaleza en las capacidades «tecnocientíficas». Solamente en unos pocos sectores de alta tecnología los procesos de innovación empresariales se hallan basados en la creación de conocimiento nuevo. Es en estos contextos donde la universidad juega un papel fundamental, ya que puede poner en valor las capacidades «tecnocientíficas» que posee.

En nuestra opinión, estos resultados tienen claras repercusiones para el diseño de la política científica y tecnológica. La principal idea sería que debe haber una coherencia entre el contexto sobre el que se va a aplicar la política y la herramienta utilizada. En general, y dado que uno de los objetivos principales de la economía española es el cambio de modelo productivo y la generalización de la innovación en toda la economía, parece claro que deben utilizarse varias herramientas simultáneamente.

Desde el punto de vista regional, se ha observado en muchas ocasiones una falta de coherencia entre las características del tejido productivo local y las herramientas de políticas de innovación elegidas, como se desprende del análisis realizado por Sanz-Menéndez y Cruz-Castro (2005) sobre la orientación académica o industrial de diferentes políticas de innovación regionales. En nuestra opinión, el peso de las diferentes organizaciones de la infraestructura tecnológica debe ir en consonancia con las características del tejido productivo. Como otros autores han señalado (Laranja, 2009), frecuentemente se ha tratado de basar la política de innovación en el estímulo de la investigación universitaria en contextos productivos de muy baja tecnología, lo que ha provocado que el impacto económico de dichas políticas haya sido muy reducido. En este sentido, la decisión importante desde el punto de vista de la política de innovación no es elegir una organización, sino el reparto del apoyo entre ellas. Si se aplica una «receta ideal» de política de innovación, imitada de países o regiones con unas características muy diferentes, las probabilidades de fracaso son muy elevadas, y esta «receta ideal» parece basarse en situar a las universidades como motor indiscutible de la innovación (Tödtling y Trippl, 2005; Smith, 2007). En este punto, es importante destacar que las universidades influyen en la economía a través de varios canales (Molas-Gallart y otros, 2002) y que en este trabajo sólo nos estamos ocupando de su rol como socio de innovación de las empresas, que ha sido enfatizado en los últimos años, siguiendo el enfoque de la «triple hélice» (Leyesdorff y Etzkowitz, 1996; Etzkowitz y Leyesdorff, 2000). De hecho, algunos autores argumentan que el principal papel que juega la universidad en la innovación procede de su investigación propia (aunque dicho impacto es indirecto) y de la formación (Faggian y McCann, 2006), y que dichas actividades pueden verse perjudicadas por un énfasis excesivo en esta tercera misión, que, como hemos visto, alcanza a un número bastante reducido de empresas con unas características muy concretas.

Por otra parte, las políticas de innovación deberían tener presente el rol complementario que pueden ofrecer los CT. Estas organizaciones han ganado mucha importancia en la economía española en las dos últimas décadas, principalmente a partir del esfuerzo de los gobiernos de algunas regiones, como País Vasco, Comunidad Valenciana, Navarra y Castilla y León. Su principal característica es la cercanía a sus empresas clientes, tanto desde un punto de vista geográfico como cognitivo e institucional, lo que les permite atender las necesidades tecnológicas de un amplio grupo de empresas ubicadas en sectores tradicionales y que disponen de ciertas capacidades innovadoras.

El presente trabajo tiene varias limitaciones, algunas de ellas relacionadas con las características de la base de datos utilizada, que se halla sesgada hacia empresas que realizan I+D interna, y no ofrece información acerca de las características de la relación como el objeto de la colaboración, la duración de la misma o la localización de los socios. Futuros trabajos deberían tratar de investigar la segunda forma de complementariedad, que potencialmente atañe a un grupo bastante numeroso de empresas, prestar mayor atención a aquellas empresas innovadoras que no realizan actividades de I+D, con el fin de explorar cuáles son sus socios de innovación, y realizar esfuerzos por tratar de medir el impacto de estas relaciones y sus determinantes, lo que permitirá aportar implicaciones mucho más precisas de cara al diseño de políticas de innovación.

NOTAS

(1) En otros países existen organizaciones, de mayor tamaño y una orientación mucho más acusada hacia la investigación, que generalmente se crearon desde el sector público, como los Fraunhofer Institutes en Alemania, TNO en Holanda y VTT en Finlandia. Los CT españoles son muy heterogéneos (MODREGO-RICO y otros, 2005) y algunos de ellos comparten varias características (aunque a menor escala) con estas organizaciones.

(2) La última actualización del Registro (23-04-2009) se halla disponible en http://web.micinn.es/contenido.asp?dir=05_Investigacion/022DAgentes/02@InsPriv/02-CTCIT.

(3) Desde la Administración estatal se ha desarrollado un programa (CREA) de creación de CT para estas regiones.

(4) Más información sobre PITEC puede encontrarse en http://sise.fecyt.es/sise-public-web/mostrarModelo.do?idContentValue=134&version=37&idContent=134&tipoModelo=4

(5) Es preciso señalar que PITEC también incluye datos para el año 2003. Sin embargo, algunas de las variables utilizadas se hallaban definidas de forma diferente, y la muestra era considerablemente más reducida.

(6) Una formulación alternativa sería mediante la consideración de dos decisiones no independientes, lo que se modelizaría mediante un *bivariate iprobit*. En realidad, como demuestran WEEKS y ORME (1998), el multinomial *probit* supone el caso general, mientras que el *bivariate probit* es más restrictivo.

(7) Lo que no quiere decir que para ellas la cooperación sea más relevante, como destaca BARGE-GIL (2010).

(8) En ambos casos, se ha optado por utilizar un *pool* de datos, ya que el *logit* multinomial tomando la base como un panel presentaba problemas de convergencia.

(9) Se ha decidido usar este método, ya que, como señalan CHEN y LONG (2007), los tests de independencia de alternativas irrelevantes no son adecuados para el trabajo aplicado, puesto que, con frecuencia, rechazan el supuesto cuando las alternativas son distintas, y viceversa.

(10) Sin embargo, es preciso destacar que estas empresas tienen mayor tamaño e intensidad de I+D que la media de las empresas innovadoras españolas.

BIBLIOGRAFÍA

ACS, Z.; D. AUDRETSCH, y M. FELDMAN (1994), «R&D spillovers and recipient firm size», *The Review of Economics and Statistics*, 76, n.º 2: 336-340.

AGRAWAL, A., y R. HENDERSON (2002), «Putting patents in context: Exploring knowledge transfer from MIT», *Management Science*, 48, n.º 1: 44-60.

AMARA, N., y R. LANDRY (2005), «Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey», *Technovation*, 25: 245-259.

ARNOLD, E., y B. THURIAUX (1997), *Developing Firms` Technological Capabilities,* OECD Report, Brighton, Technopolis.

ARNOLD, E.; H. RUSH; J. BESSANT, y M. HOBDAY (1998), «Strategic planning in research and technology institutes, *R&D Management*, 28, n.º 2: 89-100.

BARGE-GIL, A. (2010), «Cooperation-based innovators and peripheral cooperators: An empirical analysis of their characteristics and behaviour», *Technovation*, 30(1): 195-206.

BARGE-GIL, A., y A. MODREGO-RICO (2008), «Are technology institutes a satisfactory tool for public intervention in the area of technology? A neoclassical and evolutionary evaluation», *Environment and Planning C: Government and Policy*, 26, n.º 4: 808-823.

— (2010), «The impact of research and technology organizations on firm competitiveness. Measurement and determinants», *Journal of Technology Transfer* (en prensa).

BEISE, M., y H. STAHL (1999), «Public research and industrial innovations in Germany», *Research Policy*, 28: 397-422.

BELDERBOS, R.; M. CARREE; B. DIEDEREN; B. LOKSHIN, y R. VEUGELERS (2004), «Heterogeneity in R&D cooperation strategies», *International Journal of Industrial Organisation*, 22: 1237-1263.

BENDER, G., y LAESTADIUS, S. (2005), «Non-science based innovativeness —on capabilities relevant to generate profitable novelty», *Perspectives on Economic, Political and Social Integration*, 11 (1-2): 123-170.

BRESCHI, S., y F. LISSONI (2001), «Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey», *Industrial and Corporate Change*, 10, n.º 4: 975-1005.

CASSIMANN, B., y R. VEUGELERS (2002), «R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium», *American Economic Review*, 92, n.º 4: 1169-1184.

CHEN, S., y J.S. LONG (2007), «Testing for IIA in the multinomial logit model», *Sociological Methods & Research*, 35(4): 583-600.

COHEN, W.; R. NELSON, y J. WALSH (2002), «Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D», *Management Science*, 48 n.º 1: 1-23.

DEL BARRIO-CASTRO, T., y J. GARCÍA-QUEVEDO (2005), «Effects of university research on the geography of innovation», *Regional Studies*, 39, número 9: 1217-1219.

ETZKOWITZ, H., y L. LEYDESDORFF (1999), «The future location of research and technology transfer», *Journal of Technology Transfer*, 24, n.º 2-3: 111-123.

— (2000), «The dynamics of innovation: from national systems and «Mode 2» to a triple helix of university-industry-government relations», *Research Policy*, 29: 109-123.

FAGGIAN, A., y P. MCCANN (2006), «Human capital flows and regional knowledge assets: a simultaneous equation approach», *Oxford Economic Papers*, 52: 475-500.

FELDMAN, M. (1994), *The geography of innovation*, Dordrecht, Kluwer Academic.

FELLER, I.; C. AILES, y D. ROESSNER (2002), «Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centres», *Research Policy*, 26: 317-330.

FRITSCH, M., y R. LUKAS (2001), «Who cooperates on R&D?», *Research Policy*, 30: 297-312.

FUELLHART, K., y A. GLASMEIER (2003), «Acquisition, assessment and use of business information by small-and medium-sized business: a demand perspective», *Entrepreneurship & Regional Development*, 15: 229-252.

GALLI, R., y M. TEUBAL (1997), «Paradigmatic shifts in national innovation systems», en EDQUIST, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations:* 342-370. Londres, Pinter Publishers.

GEISLER, E. (1997), «Intersector technology cooperation: hard myths, soft facts», *Technovation*, 17, n.º 6: 309-320.

GEROSKI, P. (1992), «Antitrust policy towards co-operative R&D ventures», *Oxford Review of Economic Policy*, 9: 58-71.

GOLDSTEIN, H., y J. DRUCKER (2006), «The economic development impacts of universities on regions: Do size and distance matter?», *Economic Development Quarterly*, 20, n.º 1: 22-43.

HAGEDOORN, J. (2002), «Inter-firm partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960», *Research Policy*, 31: 477-492.

HAM, R.M., y D. MOWERY (1998), «Improving the effectiveness of public-private R&D collaboration: case studies at a US weapons laboratory», *Research Policy*, 26: 661-675.

HASSINK, R. (1997), «Technology transfer infrastructures: Some lessons from experiences in Europe, the US and Japan», *European Planning Studies*, 5: 352-370

HENDERSON, R.; A. JAFFE, y M. TRAJTENBERG (1998), «Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting 1965-1988», *Review of Economics and Statistics*, 80, n.º 1: 119-127.

IZUSHI, H. (2003), «Impact of the length of relationships upon the use of research institutes by SMEs», *Research Policy*, 32: 771-788.

— (2005), «Creation of relational assets through the ´library of equipment'model: an industrial modernization approach of Japan's local technology centres», *Entrepreneurship & Regional Development*, 17, n.º 3: 183-204.

JAFFE, A. (1989), «Real effects of academic research», *The American Economic Review*, 79, n.º 5: 957-970.

JUSTMAN, M., y M. TEUBAL (1995), «Technological infrastructure policy (TIP): creating capabilities and building markets», *Research Policy*, 24: 259-281.

KLEVORICK, A.; R. LEVIN; R. NELSON, y S. WINTER (1995), «On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities», *Research Policy*, 24: 185-205.

KLINE, S., y ROSENBERG, N. (1986), «An overview of innovation», en LANDAU, R., ROSENBERG, N. (eds.), *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*, National Academic Press: 273-305.

KOSCHATZKY, K., y STERNBERG, R. (2001), «R&D cooperation in innovation systems - Some lessons from the European Regional Innovation Survey (ERIS)», *European Planning Studies*, 8, n.º 4: 487-501.

LAMBRECHT, J., y F. PIRNAY (2005), «An evaluation of public support measures for private external consultancies to SMEs in the Walloon region of Belgium», *Entrepreneurship & Regional Development*, 17: 89-108.

LARANJA, M. (2009), «The development of technology infrastructure in Portugal and the need to pull innovation using proactive intermediation policies», *Technovation*, 29(1): 23-34.

LAURSEN, K., y A. SALTER (2004), «Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation?», *Research Policy*, 33: 1201-1215.

LEITNER, K. (2005), «Managing and reporting intangible assets in research technology organisations», *R&D Management*, 35, n.º 2: 125-136.

LEYDESDORFF, L., y H. ETZKOWITZ (1996), «Emergence of a triple helix of university-industry-government relations», *Science & Public Policy*, 23: 279-286.

LOVE, J.H., y S. ROPER (1999), «The determinants of innovation: R&D, technology transfer and networking effects», *Review of Industrial Organization*, 15: 43-64.

MACPHERSON, A., y M. ZIOLKOWSKI (2005), «The role of university-based industrial extension services in the business performance of small manufacturing firms: case-study evidence from Western New York», *Entrepreneurship & Regional Development*, 17: 431-447.

MAIRESSE, J., y P. MOHNEN (2007), «A survey of innovation surveys. Taking stock of a growing literature», ponencia en la *CEPR-Banque de France Conference on Innovation*, Enghien-Les-Bains, 5-6 de julio.

MANSFIELD, E. (1991), «Academic research and industrial innovation», *Research Policy*, 20: 1-12.

MARTIN, S. (1996), «Protection, promotion and cooperation in the European semiconductor industry», *Review of industrial organization*, 11: 721-735.

MAS-VERDÚ, F. (2007), «Services and innovation systems: European models of Technology Centres», *Service Business*, 1: 7-23.

MCFADDEN, D. (1973), «Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour» en P. ZAREMBKA (ed.), *Frontiers in econometrics,* New York, Academic Press: 105-142.

MILES, I. (2005), «Knowledge intensive business services: prospects and policies», *Foresight*, 7: 39-63.

MIOTTI, L., y F. SACHWALD (2003), «Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis», *Research Policy*, 32: 1481-1499.

MODREGO-RICO, A.; A. BARGE-GIL, y R. NÚÑEZ-SÁNCHEZ (2005), «Developing indicators to measure Technology Institutes` performance», *Research Evaluation*, 14, n.º 1: 177-184.

MOLAS-GALLART, J.; A. SALTER; P. PATEL; A. SCOTT, y X. DURAN (2002), *Measuring Third Stream activities*, Final Report to the Rusell Group of Universities, SPRU, University of Sussex.

MOLINA-MORALES, X. y MAS-VERDÚ, F. (2008), «Intended ties with local institutions as factors in innovation: An application to Spanish manufacturing firms», *European Planning Studies*, 16, n.º 6: 811-827.

MOWERY, D.; R. NELSON; B. SAMPAT, y A. ZIEDONIS (2001), «The growth of patenting and licensing by U.S. Universities: An assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980», *Research Policy*, 30: 99-119.

NARIN, F.; K. HAMILTON, y D. OLIVASTRO (1997), «The increasing linkage between U.S. Technology and public science», *Research Policy*, 26: 317-330.

NELSON, R. (1986), «Institutions supporting technical advance in industry», *American Economic Review*, 76, n.º 2: 186-189.

OECD (1997), *Oslo Manual: Proponed Guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*, segunda edición, París, OECD Publications.

— (2003), *Science, Technology and Industry Scoreboard*, 2003, París, OECD Publications.

— (2005), *Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation*, Tercera edición, París, OECD Publications.

OLDSMAN, E. (1997), «Manufacturing extension centres and private consultants: collaboration or competition?», *Technovation*, 17, n.º 5: 237-243.

PERKMANN, M., y WALSH, K. (2007), «University-industry relationships and open innovation: Towards a research agenda», *International Journal of Management Reviews*, 9, n.º 4: 259-280.

RAYMOND, W.; P. MOHNEN; F. PALM, y S. VAN DER LOEFF (2006), «A classification of dutch manufacturing based on a model of innovation», *De Economist*, 154: 85-105.

ROLFO, S., y G. CALABRESE (2003), «Traditional SMEs and innovation: the role of the industrial policy in Italy», *Entrepreneurship & Regional Development*, 15, n.º 3: 253-271.

SÁNCHEZ, P. (1999), «Política tecnológica para sectores tradicionales», *Papeles de Economía Española*, 81: 242-259.

SANTAMARÍA, L.; MJ. NIETO, y A. BARGE-GIL (2009), «¿Hay innovación más allá de la I+D? El papel de otras actividades innovadoras», *Universia Business Review*, 22: 102-117.

SANZ-MENÉNDEZ, L., y L. CRUZ-CASTRO (2005), «Explaining the science and technology policies of regional governments», *Regional Studies*, 39(7): 939-954.

SHAPIRA, P.; D. ROESSNER, y R. BARKE (1995), «New public infrastructures for small firm industrial modernization in USA», *Entrepreneurship & Regional Development*, 7: 63-84.

SMALLBONE, D.; D. NORTH, y R. LEIGH (1993), «The use of external assistance by mature SMEs in the UK: some policy implications», *Entrepreneurship & Regional Development*, 5: 279-295.

SMITH, H.L. (2007), «Universities, innovation and territorial development: a review of the evidence», *Environment and Planning C: Government and Policy*, 25: 98-114.

SMITH, K. (1997), «Economic infrastructures and Innovation Systems», en *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, EDQUIST, C. (ed.): 86-106, Londres, Pinter Publishers.

SMITS, R., y S. KUHLMANN (2004), «The rise of systemic instruments in innovation policy», *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1, n.º 1-2: 4-32.

SPENCER, J. (2001), « How relevant is university-based scientific research to private high-technology firms? A United States-Japan comparison», *Academy of Management Journal*, 44: 432-440.

STEPHAN, P. (1996), «The economics of science», *Journal of Economic Literature,* XXXIV: 1199-1235.

TETHER, B. (2002), «Who cooperates for innovation, and why. An empirical analysis», *Research Policy*, 31: 947-967.

TEUBAL, M. (1997), «A catalytic and evolutionary approach to horizontal technology policies (HTPs)», *Research Policy*, 25: 1161-1188.

TÖDTLING, F., y M. TRIPPL (2005), «One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach», *Research Policy*, 34: 1203-1219.

TÖDTLING, F.; P. LEHNER, y M. TRIPPL (2006), «Innovation in knowledge intensive industries: the nature and geography of knowledge links», *European Planning Studies*, 14, n.º 8: 1035-1058.

VAN HELLEPUTTE, J., y A. REID (2004), «Tackling the paradox: can attaining global research excellence can be compatible with local technology development?», *R&D Management*, 34, n.º 1: 33-44.

VICKERS, I., y NORTH, D. (2001), «Regional technology initiatives: Some insights from the English regions», *European Planning Studies*, 18, número 3: 301-318.

WEEKS, M., y C. ORME (1998), «The statistical relationship between bivariate and multinomial choice models», *Cambridge Working Papers in Economics 9912*.

ANEXO

TABLA A.1

VARIABLES DEPENDIENTES RETARDADAS DOS AÑOS

ETIQUETA	*SOCIO=0*		*SOCIO=2*		*SOCIO=3*	
	Coeficiente	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*
LTAMAÑO	-0,2243***	0,0287	-0,0665	0,0442	0,4306***	0,0363
EXPORTR	-0,1401	0,1487	0,2788	0,1940	0,3698*	0,1982
BAJA T	0,2668**	0,1114	0,5235***	0,1503	-0,2359	0,1630
MEDIABAJA T	0,5194***	0,1264	0,6138***	0,1610	0,0990	0,1684
ALTA T	-0,5190***	0,1137	-0,8699***	0,2017	-0,3940**	0,1619
SIT	-0,2297**	0,0989	-0,4108***	0,1527	-0,0933	0,1363
NSIT	0,0998	0,1170	-0,2191	0,1790	-0,3070*	0,1757
GRUPO	-0,2278***	0,0791	-0,0786	0,1137	-0,0497	0,1079
STARTUP	-0,3187**	0,1448	0,1984	0,2052	0,3437*	0,1837
PIDTR	-1,6349***	0,1458	-0,5726**	0,2305	1,5957***	0,1804
INVT	-0,0033***	0,0010	-0,0070***	0,0016	0,0001	0,0014
OBSCOSTE	-0,3802**	0,1935	-0,0726	0,2703	0,0155	0,2731
OBSINFORMAC	-0,1441	0,2874	0,5326	0,3998	0,7908**	0,3742
PIDTR1	-0,0006	0,0014	0,0027	0,0030	0,0058***	0,0021
PDITR2	0,0026	0,0020	0,0149***	0,0031	0,0152***	0,0025
PIDTR3	-0,0063**	0,0020	0,0059	0,0037	0,0063**	0,0030
PIDTR4	-0,0032	0,0040	-0,0052	0,0114	-0,0099	0,0104
PIDTR5	0,0067	0,0049	0,0019	0,0113	0,0075	0,0065
PIDTR6	-0,0022	0,0031	0,0089*	0,0050	0,0132***	0,0038
PIDTR7	0,0000	0,0017	0,0156***	0,0027	0,0075***	0,0024
PIDTR8	0,0033	0,0029	0,0087*	0,0048	0,0093**	0,0042
PIDTR9	0,0040***	0,0010	0,0092***	0,0021	0,0078***	0,0016
PIDTR10	0,0021	0,0013	0,0159***	0,0022	0,0087***	0,0019
PIDTR11	-0,0029	0,0034	0,0082	0,0054	-0,0067	0,0072
PIDTR12	-0,0067***	0,0013	0,0063**	0,0025	0,0039*	0,0020
PIDTR14	0,0015	0,0023	0,0096**	0,0038	0,0034	0,0036
PIDTR15	0,0079***	0,0023	0,0215***	0,0031	0,0148***	0,0029
PIDTR16	0,0112***	0,0016	0,0339***	0,0023	0,0223***	0,0020
PIDTR17	-0,0030	0,0028	0,0077*	0,0044	0,0080**	0,0041
Constante	3,7463***	0,2139	-1,0672***	0,3452	-3,4624***	0,3019

Número de observaciones: 12.551
Log *pseudolikelihood* = -9122,9927
*Wald chi*2(87) = 1865,58***

***p-valor < 0,01 ** p-valor < 0,05 * p-valor < 0,1.

ANEXO (continuación)

TABLA A.2

VARIABLES DEPENDIENTES RETARDADAS UN AÑO

ETIQUETA	*SOCIO=0*		*SOCIO=2*		*SOCIO=3*	
	Coeficiente	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*
LTAMAÑO	-0,2528***	0,0260	-0,1538***	0,0412	0,3520***	0,0349
EXPORTR	-0,1178	0,1183	-0,0448	0,1533	0,1562	0,1528
BAJA T	0,2592**	0,1007	0,4218***	0,1428	-0,2864*	0,1560
MEDIABAJA T	0,5196***	0,1174	0,8245***	0,1514	0,1448	0,1608
ALTA T	-0,4049***	0,1071	-0,7396***	0,1954	-0,3161**	0,1595
SIT	-0,1835**	0,0917	-0,2950**	0,1386	-0,0619	0,1290
NSIT	-0,0345	0,1016	-0,1299	0,1556	-0,7213***	0,1734
GRUPO	-0,2249***	0,0717	0,0553	0,1060	0,1933*	0,1024
STARTUP	-0,4177***	0,1276	-0,2365	0,1920	-0,2316	0,1838
PIDTR	-1,5808***	0,1351	-0,7039***	0,2074	1,5323***	0,1720
INVT	-0,0029***	0,0009	-0,0065***	0,0015	0,0019	0,0013
OBSCOSTE	-0,5396***	0,1707	0,3142	0,2470	0,2361	0,2516
OBSINFORMAC	-0,3779	0,2569	0,6098*	0,3625	0,8114**	0,3599
PIDTR1	-0,0004	0,0013	-0,0002	0,0028	0,0078***	0,0021
PDITR2	-0,0021	0,0016	0,0059**	0,0028	0,0132***	0,0024
PIDTR3	-0,0041**	0,0020	0,0048	0,0035	0,0091***	0,0031
PIDTR4	0,0019	0,0044	0,0104	0,0065	-0,0020	0,0108
PIDTR5	0,0046	0,0041	0,0106*	0,0064	0,0098*	0,0058
PIDTR6	-0,0058**	0,0026	0,0034	0,0044	0,0096***	0,0036
PIDTR7	-0,0014	0,0016	0,0131***	0,0024	0,0130***	0,0023
PIDTR8	0,0058**	0,0029	0,0111**	0,0045	0,0182***	0,0041
PIDTR9	0,0038***	0,0009	0,0044**	0,0018	0,0082***	0,0016
PIDTR10	0,0023*	0,0012	0,0164***	0,0019	0,0142***	0,0019
PIDTR11	-0,0008	0,0035	0,0078	0,0055	0,0153***	0,0049
PIDTR12	-0,0086***	0,0012	-0,0003	0,0023	0,0046**	0,0020
PIDTR14	-0,0008	0,0020	0,0029	0,0037	0,0110***	0,0029
PIDTR15	0,0057***	0,0020	0,0167***	0,0027	0,0139***	0,0027
PIDTR16	0,0118***	0,0015	0,0325***	0,0020	0,0264***	0,0019
PIDTR17	-0,0017	0,0027	0,0129***	0,0037	0,0064***	0,0047
Constante	3,9064***	0,1950	-0,7887**	0,3095	-3,7890***	0,2921

Número de observaciones = 13.470
Log *pseudolikelihood* = -9958,2091
*Wald chi*2(87) = 2053,40***

***p-valor < 0,01 ** p-valor < 0,05 * p-valor < 0,1.

ANEXO (continuación)

TABLA A.3

***LOGITS* BINOMIALES (RETARDOS DE TRES AÑOS)**

ETIQUETA	*SOCIO=0*		*SOCIO=2*		*SOCIO=3*	
	Coeficiente	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*	*Coeficiente*	*Error estándar*
LTAMAÑO	-0,2595***	0,0430	-0,1260	0,0908	0,4675***	0,0679
EXPORTR	-0,0312	0,1534	-0,1260	0,0908	0,8235***	0,2787
BAJA T	0,4879***	0,1764	0,8220***	0,2629	-0,0202	0,2723
MEDIABAJA T	0,5092***	0,1900	0,6135**	0,2792	-0,2209	0,2733
ALTA T	-0,4159**	0,1746	-0,5776*	0,3343	-0,4415*	0,2535
SIT	0,0156	0,1572	-0,1898	0,2697	0,0592	0,2240
NSIT	0,2921	0,1885	-0,3249	0,3470	-0,1762	0,3021
GRUPO	-0,1856	0,1244	0,1826	0,2113	-0,0207	0,1765
STARTUP	-0,4261*	0,2260	0,2143	0,3975	0,7076**	0,3317
PIDTR	-1,9943***	0,2278	-1,1359**	0,4832	1,3598***	0,3446
INVT	-0,0057***	0,0016	-0,0122***	0,0030	-0,0033	0,0025
OBSCOSTE	-0,2916	0,3101	-0,0486	0,3093	-0,1540	0,4650
OBSINFORMAC	-0,2551	0,4419	-0,9184	0,6439	0,8850	0,7049
PIDTR1	-0,0011	0,0022	0,0101**	0,0047	0,0065*	0,0036
PDITR2	0,0020	0,0031	0,0173***	0,0050	0,0152***	0,0042
PIDTR3	-0,0060*	0,0034	0,0063	0,0064	0,0080	0,0050
PIDTR4	-0,0022	0,0072	0,0100	0,0086	0,0033	0,0128
PIDTR5	-0,0017	0,0070	0,0159***	0,0046	0,0061	0,0077
PIDTR6	-0,0057	0,0048	0,0156**	0,0071	0,0164***	0,0054
PIDTR7	0,0001	0,0027	0,0098***	0,0032	0,0098**	0,0043
PIDTR8	0,0037	0,0048	0,0175***	0,0034	0,0094	0,0082
PIDTR9	0,0023	0,0016	0,0027	0,0083	0,0076***	0,0025
PIDTR10	0,0009	0,0020	0,0065*	0,0039	0,0079**	0,0031
PIDTR11	-0,0144***	0,0049	0,0144**	0,0066	-0,0304**	0,0139
PIDTR12	-0,0070***	0,0021	0,0269***	0,0059	0,0068**	0,0033
PIDTR14	0,0015	0,0039	0,0364***	0,0037	0,0010	0,0066
PIDTR15	0,0111***	0,0041	0,0070	0,0077	0,0219***	0,0048
PIDTR16	0,0107***	0,0025	-0,0254	0,5835	0,0239***	0,0032
PIDTR17	-0,0020	0,0048	0,9488	0,8254	0,0089	0,0080
Constante	4,0917***	0,3176	-1,1359	0,4832	-3,5314***	0,5662
	Número de observaciones = 4.631 Log *pseudolikelihood* = -1369,7081 *Wald chi*2(29) = 236,57***		Número de observaciones = 796 Log *pseudolikelihood* = -421,36243 *Wald chi*2(27) = 171,13***		Número de observaciones = 916 Log *pseudolikelihood* = -539,50663 *Wald chi*2(29) = 141,15	

***p-valor < 0,01 ** p-valor < 0,05 * p-valor < 0,1.

ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN ENTRE LAS MULTINACIONALES

Bruno CASSIMAN

IESE Business School, K.U. Leuven y CEPR

Pedro MENDI

Universidad de Navarra

Resumen

Las filiales de empresas multinacionales extranjeras son generalmente consideradas como canales de difusión tecnológica en el país en que se establecen. En el presente artículo comparamos el comportamiento de estas empresas con filiales de empresas españolas, en términos de probabilidad de introducir innovaciones, realizar I+D interna, adquirir I+D de fuentes nacionales y cooperar con empresas y universidades autóctonas. Los resultados obtenidos indican que las filiales de empresas extranjeras se abastecen menos de fuentes locales de conocimiento. Este resultado sugiere la adopción de políticas cuyo objetivo sea hacer más atractivas a las fuentes locales de conocimiento.

Palabras clave: multinacionales, I+D, innovación, cooperación en innovación.

Abstract

The subsidiaries of foreign multinationals are usually regarded as channels of technological dissemination in the country where they are established. In this article we compare the behaviour of these companies with subsidiaries of Spanish companies, in terms of probability of introducing innovations, conducting in-house R&D, acquiring R&D from domestic sources, and cooperating with national companies and universities. The results obtained indicate that the subsidiaries of foreign companies draw less on local sources of knowledge. This result suggests that policies should be implemented that are aimed at making local sources of knowledge more attractive.

Key words: multinationals, R&D innovation, cooperation in innovation.

JEL classification: F23, L29, O32.

I. INTRODUCCIÓN (*)

TRAS el Consejo Europeo de Lisboa del año 2000, en el que los estados miembros de la Unión Europea diseñaron una estrategia para convertirla en líder mundial en términos de economía del conocimiento en 2010, los gobiernos europeos han buscado con interés aumentar el potencial de innovación de sus economías. Muchas veces, la atracción de empresas multinacionales se ve como un elemento clave para alcanzar este objetivo. Se espera que las filiales de empresas multinacionales fomenten la competencia en el mercado local, haciendo que las empresas autóctonas aumenten su competitividad, generalmente mediante mejoras en sus costes de producción. Además, la presencia de tales empresas podría generar efectos de difusión tecnológica, conocidos como *spillovers*, de los que se beneficien el resto de empresas que operan en el mercado local. Sin embargo, aunque algunas investigaciones empíricas han probado la existencia de efectos positivos de difusión asociados a la presencia de empresas multinacionales, su efecto global en el potencial de innovación de la economía local es todavía objeto de controversia.

Este artículo pretende contribuir a este debate mediante la descripción y el análisis de las estrategias de innovación de las filiales de empresas multinacionales extranjeras en España, en comparación con las de filiales de otras empresas nacionales. Nuestro objetivo es verificar si las filiales de empresas multinacionales que operan en España se muestran más activas en diversas actividades relacionadas con la innovación. En concreto, analizamos si dichas filiales se muestran más proclives a introducir innovaciones, a incurrir en gastos de innovación o a llevar a cabo actividades de I+D interna. Adicionalmente, pretendemos estudiar cuál es el grado de conexión, en comparación con filiales de otras empresas españolas, con las fuentes de conocimiento local. Este aspecto lo verificaremos analizando si existen diferencias entre los dos grupos de empresas en la propensión a adquirir servicios de I+D de fuentes locales, y a cooperar con agentes domésticos, bien sea otras empresas, universidades o centros de investigación. El objetivo de realizar estos ejercicios es el de comprobar hasta qué punto las filiales de multinacionales hacen uso de fuentes de conocimiento locales para aumentar su base tecnológica. Dependiendo de los resultados obtenidos, podemos obtener una imagen de las filiales de empresas multinacionales como generadoras de conocimiento, usando, entre otras, fuentes locales, o simplemente como productoras de bienes y servicios que han sido desarrollados previamente, y sin gran interacción con agentes autóctonos. En el primer caso, es probable que tengan lugar efectos de difusión positivos, mientras que tal posibilidad es más remota en el

segundo caso. Uno u otro resultado tienen implicaciones en el diseño de políticas. Si las filiales de multinacionales tienen un papel importante en la generación de innovaciones e interactúan intensamente con agentes locales, dichas políticas podrían ir encaminadas a favorecer la entrada de multinacionales. Si, por el contrario, no existe tal colaboración, podríamos entender dicha ausencia como motivada por una dificultad por parte de las filiales de multinacionales para encontrar fuentes locales de conocimiento, siendo un posible objetivo de la política de innovación el de aumentar la base tecnológica de las universidades y centros de investigación locales, así como mejorar la conexión empresa-universidad.

Una característica, por tanto, del análisis que proponemos en este artículo es que no se centra exclusivamente en la comparativa en términos de I+D interna, sino que analiza distintos aspectos de lo que puede denominarse como estrategia de innovación de las empresas. Dicha estrategia de innovación incluye, por supuesto, la realización de tareas de I+D interna, pero también otras actividades como la compra de servicios de I+D a otras empresas e instituciones de investigación, la compra de licencias tecnológicas o la cooperación con otras empresas y centros de investigación. Además de proporcionar una visión más realista de la estrategia de innovación de las empresas, el considerar distintas facetas de dicha estrategia está en consonancia con una cada vez mayor importancia otorgada a actividades distintas a la generación interna de conocimiento para conseguir innovaciones. Por ejemplo, la innovación abierta (Chesbrough, 2003) se basa en aprovechar fuentes de conocimiento externas a la empresa para transformarlas en innovaciones que sean beneficiosas para ésta. Esta visión más global de las actividades relacionadas con la innovación es tenida en cuenta por instituciones como la OCDE a la hora de dictaminar recomendaciones de política en materia de innovación.

Para llevar a cabo estas tareas, empleamos datos del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) correspondientes a 2007. Ésta es una base de datos de empresas que son encuestadas anualmente por el Instituto Nacional de Estadística (INE). La comparación entre filiales de multinacionales extranjeras y filiales de empresas españolas determinará cuán conectadas están las primeras con las fuentes de conocimiento locales y cómo de probable es que las filiales de empresas extranjeras se conviertan en canales de difusión tecnológica hacia España. Confiamos en que los resultados empíricos que presentamos ayuden en el diseño futuro de políticas de innovación en España. Dichos resultados sugieren que las filiales de empresas extranjeras parecen confiar menos en fuentes locales de conocimiento. Al mismo tiempo, encontramos variaciones importantes en los resultados según el sector que se analice. En concreto, la evidencia que encontramos sugiere que las empresas multinacionales parecen confiar menos en fuentes autóctonas de conocimiento en sectores distintos a los servicios, ya que cooperan menos con otras empresas y centros de investigación, y adquieren menos servicios de I+D externa de fuentes locales. Se da la circunstancia de que es precisamente en estos sectores donde se lleva a cabo la mayor parte del esfuerzo innovador. Para los sectores de servicios, no se encuentran diferencias significativas, con lo que no podemos concluir que exista evidencia clara de que las filiales de empresas multinacionales se muestren más activas. Analizando la cooperación con universidades y centros de investigación extranjeros, observamos que no hay diferencias significativas. Estos resultados sugieren, por un lado, una revisión del nivel tecnológico de las universidades y centros tecnológicos locales, y por otro, que una opción de política podría primar a multinacionales locales.

A la hora de utilizar los resultados de este artículo, debe tenerse en cuenta que España dedica un porcentaje pequeño de su PIB a I+D, en concreto esta cifra era del 1,35 por 100 en 2008. A modo de comparación, este porcentaje era, en 2007, del 2,53 por 100 en Alemania y del 2,04 por 100 en Francia. Además, España es un importador neto de tecnología no incorporada, con un bajo nivel agregado de transacciones en relación con el PIB, un 0,25 por 100 en 2009. Por tanto, esperaríamos que las filiales de empresas extranjeras tirasen de las empresas españolas en términos de capacidad de generación de innovaciones y por tanto se mostrasen más activas. Sin embargo, no es esto lo que nos encontramos, aunque, como se ha dicho antes, con claras diferencias intersectoriales.

La organización de este artículo es la siguiente: en el apartado II, describimos algunos resultados publicados, relacionados con nuestro estudio; en el III, introducimos y describimos los datos que usamos en el análisis empírico; en el IV, se presentan los resultados empíricos, basados en distintos modelos econométricos; finalmente en el apartado V, se resumen las principales conclusiones alcanzadas en el artículo.

II. LITERATURA RELACIONADA

Hay una amplia literatura empírica sobre economía y empresa

que analiza si existen diferencias entre filiales de empresas extranjeras y empresas autóctonas en actividades relacionadas con la innovación. Esta literatura se enmarca dentro de una más amplia que estudia los determinantes de las actividades de innovación y sus consecuencias, así como las interrelaciones entre distintas actividades innovadoras. Por ejemplo, varias contribuciones estudian si las filiales de empresas multinacionales son más o menos innovadoras que las empresas del país que recibe la inversión directa. El procedimiento generalmente utilizado en estos trabajos es determinar si el hecho de que una empresa sea filial de una multinacional extranjera está asociado con una mayor actividad innovadora, por ejemplo aumentando la probabilidad de introducir innovaciones o la proporción de ventas de nuevos productos. Los resultados obtenidos son dispares, y son sensibles a qué país en concreto se analiza en cada caso. Tal variabilidad no debe sorprender teniendo en cuenta las amplias diferencias entre países en términos de capacidad de generar y absorber conocimiento, señaladas en trabajos como los de Mohnen *et al.* (2006) y Castellani y Zanfei (2003).

Además de estudiar la frecuencia y el tipo de las innovaciones introducidas, los estudios comparativos entre empresas autóctonas y filiales de empresas extranjeras se centran en actividades que pudieran generar efectos de difusión tecnológica positivos. Dentro de esta clase de actividades, la realización de tareas de I+D interna ha atraído en muchas ocasiones la atención de los investigadores. Es de suponer que las empresas que realizan I+D interna tengan mayor capacidad de generación y absorción de conocimiento, y por tanto, es más probable que exista algún tipo de efecto difusión positivo a otras empresas autóctonas que tengan algún tipo de contacto con las filiales de multinacionales extranjeras. Por el contrario, si las filiales extranjeras juegan el papel de meras plantas de producción de productos desarrollados en otros países, la probabilidad de que existan dichos efectos de difusión es mucho menor. En esta misma línea, la compra de servicios de I+D de una fuente local puede generar también efectos de difusión positivos, en la medida en que las empresas tengan que revelar el proyecto global en el que se enmarcan dichos servicios de I+D. Un argumento similar se aplica a cooperación en materia de innovación con empresas, universidades e instituciones de investigación que operen en el país de acogida de las multinacionales. En todos estos casos, el objetivo último es evaluar hasta qué punto las filiales de empresas multinacionales son canales efectivos de difusión tecnológica por ser más activas que las empresas autóctonas en este tipo de actividades relacionadas con la innovación.

En la mayor parte de los trabajos que han sido publicados hasta la fecha, la comparación se hace generalmente entre empresas filiales de multinacionales extranjeras y empresas locales, sin establecer ninguna distinción ulterior dentro del grupo de empresas locales. Sin embargo, en nuestro caso, las características de los datos permiten una clasificación más refinada de las empresas locales. En concreto, podemos distinguir entre empresas que son filiales de empresas nacionales y otras empresas. Esta posibilidad nos permite comparar entre filiales de empresas multinacionales extranjeras y filiales de empresas españolas. Con esto, podemos aislar, siquiera parcialmente, posibles efectos de asignación de capacidades de innovación dentro de un grupo determinado de empresas. De hecho, una decisión importante dentro de cualquier grupo de empresas en general, y de multinacionales en particular, es el grado de centralización o descentralización de las tareas de I+D. Por tanto, estimamos que la comparación entre filiales de empresas extranjeras y de empresas nacionales parece más apropiada que la comparación entre filiales de empresas extranjeras y el conjunto de empresas autóctonas. Consideramos que este rasgo distintivo en relación con la literatura previa puede ser útil a la hora de refinar las recomendaciones de política económica.

El trabajo de Mohnen (2001) proporciona una revisión de la literatura que estudia los efectos de difusión tecnológica citando resultados empíricos dispares. Por ejemplo, Hejazi y Safarian (1999) encuentran una relación positiva entre inversión directa en el país y productividad total de los factores, y Mendi (2007) encuentra una relación positiva entre importación de tecnología no incorporada, la mayor parte de las veces realizada dentro de empresas multinacionales, y productividad en el país que importa la tecnología. Contrariamente, Van Pottelsberghe de la Potterie y Lichtenberg (2001) encuentran evidencia de ganancias de productividad relacionadas con la inversión directa que sale del país, pero no con la que entra. En el ámbito de la comparativa entre filiales de multinacionales y empresas autóctonas, encontramos contribuciones como la de Frenz y Ietto (2004) que, usando datos del *Community Innovation Survey* británico, verifican que las filiales de empresas multinacionales extranjeras tienen una mayor probabilidad de innovar. En un trabajo similar, Sa-

dowski y Sadowski-Rasters (2006) usan datos de la versión holandesa del *Community Innovation Survey* para encontrar que, aunque las filiales de empresas extranjeras tienen una mayor probabilidad de introducir innovaciones, tienen una menor probabilidad de introducir innovaciones más radicales. Respecto a la generación interna o externa de I+D, Beneito (2006), haciendo uso de datos españoles, encuentra evidencia que sugiere que las innovaciones más fundamentales se generan con mayor probabilidad usando I+D interna, mientras que las innovaciones de carácter más incremental se generan más frecuentemente con I+D externa. Cassiman y Veugelers (2006) encuentran evidencia de la complementariedad entre generación interna y adquisición externa de conocimiento, aunque también encuentran que el grado de complementariedad depende también de otras variables contextuales, así como que las universidades y los centros de investigación son fuentes importantes de información para la innovación. Estos resultados van en línea con otros, previamente hallados, que son evidencia de una relación de complementariedad entre estos dos tipos de estrategias de investigación y desarrollo.

El trabajo de Belderbos *et al.* (2004) encuentra una relación positiva entre cooperación e introducción de innovaciones. Cassiman y Veugelers (2002) obtienen el resultado de que los esfuerzos de las empresas para apropiarse de los resultados de su investigación, así como la tecnología difundida y que es absorbida por las mismas, aumentan la probabilidad de cooperar en materia de investigación. Es interesante constatar que los resultados revelan un patrón de cooperación que varía dependiendo de si la cooperación es con otra empresa, bien sea un cliente o un proveedor, o con universidades y otras instituciones de investigación. Veugelers y Cassiman (2004) sostienen que para que las filiales de empresas multinacionales extranjeras sean canales efectivos de difusión tecnológica, deben absorber tecnología a escala internacional, para luego difundirla a escala local. Haciendo uso de una base de datos de empresas belgas, estos autores encuentran que las filiales de empresas extranjeras no son más propensas que las empresas autóctonas a transferir a escala local tecnología extranjera. Van Beers *et al.* (2008) usan datos holandeses y finlandeses del *Community Innovation Survey* para concluir que, en el caso de los Países Bajos, las filiales de empresas extranjeras cooperan con instituciones locales de investigación con menor probabilidad que las empresas autóctonas, mientras que en el caso de Finlandia no se encuentra tal diferencia. Los autores apuntan a la diferencia de política de innovación entre ambos países. En el caso de Finlandia, existen incentivos a la colaboración con universidades y centros de investigación públicos, incentivos que son más fuertes que en el caso de los Países Bajos. También encuentran que, en ambos casos, la difusión de tecnología hacia el país es un determinante importante de la propensión a colaborar en cuestiones de I+D con este tipo de instituciones. Negassi (2004), usando datos franceses, encuentra que la cooperación en materia de investigación está influida por el tamaño de la empresa, así como la intensidad de I+D y la existencia de efectos difusión de la tecnología.

Nuestro trabajo pretende complementar los resultados publicados hasta la fecha, haciendo uso de datos españoles e introduciendo algunas variaciones en cuanto a la cuestión a abordar, así como en el procedimiento para llevar a cabo nuestra investigación. En primer lugar, el objetivo de este artículo no sólo es evaluar comparativamente la propensión a realizar actividades de innovación por parte de filiales de empresas extranjeras, sino también hasta qué punto las filiales de empresas extranjeras están más o menos conectadas que las empresas españolas con la base innovadora local. Para ello, analizamos el impacto del hecho de ser filial de una empresa extranjera en la probabilidad de introducir innovaciones o realizar I+D, como se ha hecho en trabajos similares, pero, además, en la probabilidad de confiar tareas de I+D externa a empresas locales, o cooperar en términos de innovación con empresas, universidades y centros de investigación locales. Desde el punto de vista metodológico, las principales diferencias con los trabajos citados son, por un lado, que reducimos la muestra a empresas comparables, es decir usamos sólo datos de empresas filiales, bien sea de otras empresas españolas o de empresas extranjeras. Por otro lado, la herramienta econométrica utilizada varía con respecto a la mayoría de los trabajos mencionados, en el sentido de que en la presente contribución utilizamos un método de estimación adaptado al problema de selección que está presente en los datos utilizados. En concreto, las variables de interés, como cooperación o compra de servicios de I+D, sólo se observan para empresas innovadoras o que declaren gastos positivos en innovación, lo que hace que los coeficientes de interés puedan estar sesgados caso de ignorarse este problema. Por este motivo, utilizaremos un modelo, propuesto por Heckman, que tiene en cuenta explícitamente esta selección en los datos (Wooldridge, 2002).

III. DATOS

Como se ha señalado en la introducción, este artículo hace uso de la base de datos del PITEC. Éste es un panel de empresas que son encuestadas anualmente por el Instituto Nacional de Estadística, habiendo actualmente datos disponibles de los años comprendidos entre 2003 y 2007. Los cuestionarios indagan sobre algunas características generales de la empresa, pero, sobre todo, acerca de actividades de innovación. El cuestionario es muy similar, con algunas pequeñas diferencias, al usado en el *Community Innovation Survey*. La ventaja fundamental de PITEC es que se realiza un seguimiento de las mismas empresas a lo largo del tiempo, lo que transforma la base de datos en un panel de empresas. No obstante, en el presente artículo no pretendemos explotar todas las potencialidades de dicho panel, sino presentar algunos resultados usando datos de sección cruzada que consideramos que pueden ser de utilidad a la hora de diseñar políticas. Por otro lado, explotar el hecho de que los datos sean de panel no supondría ninguna aportación radicalmente novedosa, ya que es altamente infrecuente el cambio de condición de filial de empresa extranjera a filial de empresa nacional, y viceversa.

En el grupo de preguntas iniciales, el cuestionario incluye una pregunta acerca de la pertenencia o no de la empresa a un grupo de empresas y, en caso afirmativo, cuál es la relación de la empresa con el grupo. Asimismo, se pregunta acerca de la localización de la sede principal del grupo. Estas cuestiones nos permiten identificar si una empresa es filial de otra empresa, bien sea española o extranjera, o si, por el contrario, la empresa es independiente, o matriz de un grupo de empresas. Con esta información, podremos en el apartado siguiente realizar una comparación directa entre filiales de empresas extranjeras y de otras empresas españolas. Esta comparación directa tiene la ventaja de poder aislar, al menos parcialmente, posibles efectos organizacionales en las actividades relacionadas con la innovación de las empresas.

El cuestionario también incluye información sobre el sector al que se adscribe la empresa, pudiendo clasificar en un principio las empresas en 56 sectores diferentes, según la clasificación CNAE. Algunos de estos sectores corresponden a servicios. Como veremos, existe una gran variabilidad entre los sectores de servicios y el resto de industrias, lo que hará conveniente un análisis separado de estos grupos de sectores, cuyos resultados presentaremos en el siguiente apartado. Dado que en algunas industrias el número de observaciones es relativamente bajo, agruparemos algunas de ellas, siempre que se trate de sectores de algún modo relacionados, de modo que trabajaremos con un total de cuarenta y tres. En el apéndice 1 se señala qué industrias corresponden a cada una de las variables *dummy* que hemos construido.

Las principales variables usadas en el presente artículo se encuentran descritas brevemente en el apéndice 2. En relación con la industria a la que pertenece la empresa, construiremos, como se ha esbozado antes, cuarenta y tres variables *dummy* que indican la industria a la que pertenece la empresa. Adicionalmente, hemos creado otros indicadores del tipo de industria a la que pertenece la empresa. ALTEC indica si la empresa pertenece a una industria de alta tecnología: farmacéutica; construcción aeronáutica y espacial; instrumentos médicos y de precisión, ópticos; aparatos de radio, TV y televisión; máquinas de oficina y equipos informáticos. De modo similar, MEDTEC es una variable indicadora de si la industria a la que pertenece la empresa está en el grupo de tecnología media: maquinaria y material eléctrico; vehículos a motor; otro material de transporte; química; maquinaria y equipo mecánico. SERVICIOS indica si la industria de la empresa es de servicios, lo que corresponde a los códigos 35 a 55 de la clasificación CNAE-93.

Para evitar que las empresas que participan en la muestra puedan ser identificadas a partir de los datos de PITEC, los valores exactos de algunas variables no se publican, sino que dichas variables son micro-agregadas para preservar el anonimato de las empresas que participan en la encuesta. El proceso de micro-agregación consiste en ordenar las observaciones de una determinada variable y calcular las medias de los distintos grupos de tres valores consecutivos. Así, el valor de la variable para una empresa determinada es sustituido por la media de ese grupo de tres valores consecutivos. Por ejemplo, el número de empleados, TAMANO, o el monto de gastos en innovación en 2007, GTINN, han sido sometidos a ese filtro. A pesar de no poder usar los datos exactos correspondientes a estas variables, la micro-agregación no parece que pueda plantear problemas de sesgo en las estimaciones, debido a que el alto número de observaciones hace que la distorsión en los datos sea muy pequeña.

Como se ha señalado anteriormente, los datos permiten determinar si una empresa es una filial de otra empresa extranjera. Si es así, la variable FILEXT toma el valor uno, y cero en caso contrario.

TAM200 es asimismo un indicador binario de que la empresa tenga más de doscientos empleados. Esta variable se toma directamente del cuestionario, y tiene una cierta relevancia debido a una característica de los datos. En concreto, la muestra de empresas incluidas en PITEC se componía inicialmente de una submuestra de empresas grandes, de más de 200 empleados, que incluía empresas con y sin gastos en I+D interna, así como de otra submuestra de empresas de menos de 200 empleados, teniendo todas estas empresas gastos de I+D interna. Esta forma de seleccionar las empresas a incluir en el panel fue paulatinamente corregida en años sucesivos, mediante la inclusión de empresas pequeñas que no realizaban actividades de I+D interna. Con el objetivo de poder controlar posibles sesgos de selección debidos al criterio de inclusión de empresas, en las especificaciones a estimar incluimos la variable TAM200.

El cuestionario incluye un grupo de preguntas acerca de las actividades de innovación de la empresa en los dos años anteriores; en este caso, en el periodo 2005-2007. En concreto, se pregunta si la empresa introdujo algún tipo de innovación de producto y/o de proceso en ese periodo. Adicionalmente, se pregunta a la empresa si tiene algún tipo de innovación en curso, o si durante el periodo señalado intentó introducir algún tipo de innovación, aunque fuese abandonada por no exitosa. Gracias a la existencia de toda esta información, hemos podido construir la variable INNOVA como un indicador de si la empresa es considerada como innovadora. En concreto, dicha variable toma el valor uno si la empresa introdujo en el periodo 2005-2007 alguna innovación de producto y/o proceso, o realizó actividades encaminadas a la innovación, aunque fueran abandonadas. Algunas variables, como por ejemplo si la empresa coopera con otras empresas o centros de investigación en 2007, son observadas sólo si la empresa es clasificada como innovadora según el criterio expuesto.

Además de las actividades de innovación pasadas, el cuestionario indaga sobre las actividades encaminadas a introducir innovaciones que se están realizando en el momento de completar el cuestionario. En concreto, la empresa debe señalar si tuvo gastos de innovación en 2007, así como su cuantía en caso de respuesta afirmativa. GTINN es el monto total de dichos gastos de innovación, en euros. Dicha variable ha sido micro-agregada de un modo idéntico al de la variable TAMANO. Además, podemos construir la variable GTIN01 como una variable binaria que indica si la empresa declara haber tenido gastos de innovación de cualquier naturaleza.

En el caso de haber declarado gastos de innovación positivos en 2007, la empresa debe desglosar los gastos totales de innovación en las siguientes categorías: I+D interna; adquisición de I+D externa; adquisición de maquinaria, equipos y *hardware* o *software* avanzados; adquisición de otros conocimientos externos para innovación; formación; introducción de innovaciones en el mercado; diseño y otros preparativos para la producción y/o distribución. De estas categorías, nuestro interés en el presente artículo se centrará en los gastos de I+D interna y la compra de servicios de I+D. En concreto, la variable IDINT toma el valor uno si la empresa declara haber realizado gastos en I+D interna, cero en caso contrario. Si la variable IDINT toma el valor uno, la variable INVEST es la ratio de investigadores sobre número total de empleados de la empresa. Esta variable da idea de la capacidad interna de generación y absorción de conocimiento de la empresa. En relación con la compra de servicios de I+D externa, la calidad de los datos permite identificar no sólo si éstos se han producido, sino también la localización geográfica de la empresa que suministra dichos servicios y la relación con el grupo de empresas. En este sentido, el cuestionario es muy rico, dado que pregunta a la empresa sobre si se ha procedido a la compra de servicios de I+D externa en España y/o en el extranjero, distinguiendo entre empresas del mismo grupo, empresas ajenas al grupo, asociaciones de investigación, organismos de la Administración pública, universidades e instituciones privadas sin fines de lucro. Con esta información hemos construido también la variable IDEXT como un variable binaria que toma el valor uno si la empresa declara haber contratado servicios de I+D externa de una fuente española que no sea una empresa del mismo grupo, y cero en caso contrario. Esta variable da idea de con qué intensidad la empresa confía en fuentes domésticas de conocimiento para generar innovaciones futuras. El motivo de haber excluido las empresas españolas del mismo grupo es evitar sesgar los datos, ya que anticipamos que muchos servicios de I+D externa se dan entre empresas del mismo grupo; si hubiésemos incluido las empresas españolas del mismo grupo, estaríamos aumentando la proporción de filiales españolas que reciben estos servicios de fuentes españolas, sesgando a la baja, por tanto, el coeficiente de FILEXT.

En el cuestionario también se pregunta, a las empresas que declaran ser innovadoras, acerca de sus actividades de cooperación

con otras empresas o centros de investigación nacionales y extranjeros. A este respecto, la información requerida a las empresas es también muy detallada. En concreto, se pregunta a las empresas si cooperaron en materia de innovación durante el periodo 2005-2007 con alguno de los siguientes tipos de instituciones: empresas del mismo grupo; proveedores; clientes; competidores; consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D; universidades; organismos públicos de investigación, y centros tecnológicos. Además, se pregunta, para cada tipo de colaborador, si está ubicado en España, en otro país de Europa, en Estados Unidos o en cualquier otro país. Dada esta información, podemos construir cuatro variables que informan sobre si la empresa cooperó en materia de innovación en 2005-2007. En primer lugar, COEMPNAC es una variable binaria que indica si la empresa coopera en dicho periodo con alguna otra empresa nacional que no pertenezca al grupo de empresas. De modo análogo, la variable COEMPEXT indica la cooperación con empresas extranjeras no pertenecientes al grupo de empresas. También las variables COUNINAC y COUNIEXT indican la cooperación en materia de innovación con universidades y centros de investigación nacionales y extranjeros, respectivamente. Finalmente, el cuestionario incluye algunas preguntas sobre la importancia de distintos factores como obstáculos a la innovación. En concreto, hay tres cuestiones sobre factores de coste de las innovaciones, cuatro cuestiones sobre factores de conocimiento, dos cuestiones sobre factores de mercado, y dos cuestiones finales sobre motivos para no innovar. En dichas preguntas, las empresas debían evaluar, en una escala de 1 a 4, de más a menos importante, dichos factores. De los distintos factores propuestos en el cuestionario, hemos usado dos. En concreto, COSTE evalúa la importancia de que los costes de innovación sean muy elevados como obstáculo a la innovación, e INFO mide, a juicio de la empresa, en qué medida la importancia de falta de información sobre el mercado local ha constituido un obstáculo a la innovación. En nuestro análisis empírico, usaremos estas variables en las distintas ecuaciones de selección. El motivo es que consideramos que los obstáculos a la innovación influyen exclusivamente en la determinación de si la empresa introduce o no innovaciones o si decide destinar recursos a la innovación.

El cuadro n.º 1 muestra las medias muestrales de las variables usadas en el análisis empírico del apartado siguiente, además de darnos una idea de la distribución de empresas entre las distintas categorías. Del total de 11.594 empresas que están incluidas en la muestra, 8.439 son empresas locales que no son filiales de ninguna otra empresa. Esta categoría incluye empresas independientes, así como empresas matrices. Otras 1.706 empresas son filiales de empresas españolas y, finalmente, 1.449 empresas son filiales de empresas multinacionales extranjeras. Nuestro enfoque consiste en la comparación de estos dos últimos grupos de empresas, aunque también realizaremos la comparación entre el grupo de filiales de empresas extranjeras y el resto de empresas españolas.

CUADRO N.º 1

ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES

Variable	*Empresas no afiliadas*	*Filiales de empresas nacionales*	*Filiales de empresas extranjeras*
NÚMERO	8.439	1.706	1.449
ALTEC (porcentaje)	5,24	4,69	7,11
MEDTEC (porcentaje)	16,01	14,54	25,33
SERVICIOS (porcentaje)	41,46	43,02	36,78
TAM200 (porcentaje)	18,00	43,08	60,80
TAMANO	213,74	492,25	717,95
INNOVA (porcentaje)	77,17	75,67	73,02
GTIN01 (porcentaje)	62,16	63,60	60,18
GTINN	524.603	1.483.540	3.054.946
IDINT (porcentaje)	51,44	51,35	46,03
INVEST (porcentaje)	13,01	9,77	5,24
IDEXT (porcentaje)	22,70	27,02	19,74
COEMPNAC (porcentaje)	18,82	23,65	19,75
COEMPEXT (porcentaje)	6,86	12,06	13,33
COUNINAC (porcentaje)	21,30	27,03	20,13
COUNIEXT (porcentaje)	3,59	5,19	4,35

En media, las empresas filiales de multinacionales extranjeras están más concentradas en sectores de alta y media tecnología, y algo menos representadas en industrias de servicios. El número medio de empleados de estas filiales es mayor en media que el de los otros dos grupos de empresas. La propensión a innovar, 73 por 100, a incurrir en gastos de innovación, 60,2 por 100, a realizar tareas de I+D interna, 46 por 100, y la proporción de investigadores sobre el total de empleados, 5 por 100, es menor en el caso del grupo de empresas filiales de multinacionales, aunque, condicional a que existan gastos de innovación, en media las filiales de multinacionales extranjeras presentan una cifra más elevada de gastos totales de innovación que el resto de grupos de empresas. Finalmente, en relación con la compra de servicios de I+D externa de fuentes españolas, así como con la cooperación con otras empresas e instituciones de investigación nacionales, el grupo de empresas filiales de multinacionales parece mostrarse menos activo que las filiales de otras empresas nacionales, aunque la comparación con el grupo de empresas autóctonas no filiales refleja una diferencia menos acusada. En el análisis empírico que realizamos a continuación trataremos de confirmar estas impresiones iniciales, controlando otros factores que puedan ser relevantes.

IV. ANÁLISIS EMPÍRICO

Este apartado tiene el objetivo de verificar la existencia de diferencias entre los dos grupos de empresas de interés; en concreto, empresas filiales de multinacionales extranjeras y filiales de otras empresas españolas. Para ello, se estimarán distintos modelos econométricos, adaptados al tipo de datos que manejamos. En concreto, dado que las variables dependientes serán en todos los casos binarias, el método de estimación será *Probit*. Además, como en ocasiones la variable dependiente se observará no para todas las empresas de la muestra, sino sólo si cierta condición se cumple, cuando sea el caso emplearemos un método de estimación, propuesto por Heckman (Wooldridge, 2002), que tiene en cuenta la posibilidad de existencia de efecto selección. Cuando éste sea el caso, la especificación constará de una ecuación de selección, que estima qué factores hacen que la variable dependiente sea observada, y una ecuación de regresión, que es la especificación de interés. En cualquier caso, nuestro análisis se centrará en el signo y significatividad estadística del coeficiente de la variable binaria FILEXT, ya que dicho coeficiente medirá la diferencia en probabilidad entre el grupo de filiales de empresas extranjeras y el grupo de control.

Los cuadros n.os 2 y 3 presentan precisamente los coeficientes estimados de la variable FILEXT en las distintas especificaciones propuestas. En concreto, el cuadro número 2 se centra en el análisis del efecto de la variable FILEXT en las probabilidades de que la empresa incurra en gastos de innovación, que sea clasificada como innovadora, y que contrate servicios de I+D externa de empresas locales ajenas al grupo. El cuadro número 3 muestra los coeficientes de la variable FILEXT en especificaciones donde las variables dependientes son indicadores binarios de colaboración con empresas y centros de de investigación españoles y extranjeros. En todos los casos, la primera columna muestra el coeficiente de la variable

CUADRO N.º 2

EFECTO DIFERENCIAL DE FILIALES EN INNOVACIÓN, I+D INTERNA, I+D EXTERNA

VARIABLE DEPENDIENTE	*TODAS EMPRESAS*	*SUBMUESTRA DE FILIALES*		
		Todas industrias	*Servicios*	*Resto industrias*
GTIN01	0,001	-0,039 *	-0,112 ***	0,003 *
	0,016	0,021	0,033	0,022
INNOVA.....	0,002	-0,017	-0,091	0,021 ***
	0,013	0,017	0,033	0,016
IDINT	-0,122 **	-0,081	-0,101	-0,089
	0,049	0,063	0,113	0,077
IDEXT	-0,173 ***	-0,290 ***	-0,140	-0,341 ***
	0,050	0,063	0,127	0,072

Nota: Las desviaciones estándar de los coeficientes aparecen bajo los coeficientes estimados.
* indica coeficiente significativo al 90 por 100.
** indica coeficiente significativo al 95 por 100.
*** indica coeficiente significativo al 99 por 100.

CUADRO N.º 3

EFECTO DIFERENCIAL DE FILIALES EN COOPERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN

VARIABLE DEPENDIENTE	*TODAS EMPRESAS*	*SUBMUESTRA DE FILIALES*		
		Todas industrias	*Servicios*	*Resto industrias*
COUNINAC	-0,060	-0,154 ***	-0,118	-0,192 ***
	0,046	0,057	0,108	0,068
COUNIEXT	0,020	-0,045	0,125	-0,134
	0,072	0,085	0,144	0,109
COEMPNAC	-0,058	-0,110 *	-0,080	-0,126 *
	0,049	0,058	0,103	0,071
COEMPEXT	0,175 ***	0,034	0,084	0,009
	0,055	0,065	0,119	0,080

Nota: Las desviaciones estándar de los coeficientes aparecen bajo los coeficientes estimados.
* indica coeficiente significativo al 90 por 100.
** indica coeficiente significativo al 95 por 100.
*** indica coeficiente significativo al 99 por 100.

FILEXT estimado usando la muestra completa de empresas, incluyendo aquéllas que no son filiales de ninguna otra empresa. Los coeficientes estimados en la segunda columna corresponden al caso de usar la submuestras de empresas filiales, tanto de empresas españolas como de empresas extranjeras. Finalmente, las columnas tercera y cuarta muestran los coeficientes estimados usando la submuestra de empresas filiales, distinguiendo entre sectores de servicios y resto de sectores.

En los casos en los que la variable dependiente es GTIN01 o INNOVA, la especificación econométrica corresponde a un modelo *Probit*, y el cuadro muestra el efecto marginal de la variable FILEXT. Como controles adicionales, se han incluido *dummies* de industria: TAM200, TAMANO, COSTE e INFORM. En el resto de los casos, el modelo que se ha estimado es un modelo *Probit*, incluyendo una corrección por posible efecto selección (Wooldridge, 2002). La ecuación de selección incluye *dummies* de industria: FILEXT, TAM200, TAMANO, COSTE e INFORM. La ecuación de regresión incluye, además de FILEXT: ALTEC, MEDTEC, SERVICIOS, TAM200, TAMANO e INVEST. El coeficiente que aparece en los cuadros es el de la variable FILEXT en la ecuación de regresión. Se trata de estudiar el signo y significatividad estadística de este coeficiente, una vez controlado el efecto de selección.

Como se puede observar en los cuadros n.os 2 y 3, la significatividad estadística de los coeficientes es bastante sensible a la muestra utilizada, y existen diferencias importantes entre los sectores de servicios y el resto de sectores. Cabe resaltar que la mayor parte de las contribuciones a la literatura han comparado las filiales de empresas extranjeras con el resto del conjunto de empresas nacionales. Haciéndolo así, no observamos diferencias significativas entre las filiales de multinacionales extranjeras y el resto de empresas domésticas en cuanto a propensión a incurrir en gastos de innovación o a introducir innovaciones. Sin embargo, comparando las filiales de multinacionales extranjeras con las filiales de otras empresas nacionales, se observa que, en los sectores de servicios, las filiales de empresas extranjeras son menos propensas a innovar y a incurrir en gastos de innovación. Esta diferencia no aparece, sin embargo, en el resto de sectores. Para estas industrias, sí que aparece una clara diferencia en la probabilidad de contratar servicios de I+D externa de empresas nacionales ajenas al grupo al que pertenece la empresa. Este coeficiente es negativo y altamente significativo, y es el responsable del coeficiente negativo y significativo que aparece usando la muestra completa y la submuestra de empresas filiales. Este resultado indica que las filiales de empresas extranjeras son menos proclives a confiar en fuentes locales de conocimiento que las empresas locales comparables a ellas.

En relación con la cooperación en cuestiones de innovación, sí aparecen diferencias significativas en cuanto a propensión a cooperar con empresas, universidades y centros de investigación nacionales, especialmente en sectores que no son de servicios. En concreto, la probabilidad de que una filial de una empresa extranjera coopere con una universidad española es menor que la probabilidad de cooperación de una filial de una empresa nacional. Este resultado es un segundo indicador de una menor confianza de las filiales de empresas extranjeras en las fuentes de conocimiento locales. La compa-

ración directa entre filiales no arroja resultados significativos en cuanto a cooperación con empresas, universidades y centros de investigación extranjeros. Este resultado quita fuerza al argumento de que las filiales de empresas extranjeras sean canales efectivos de transmisión de conocimiento, ya que sus actividades de colaboración con instituciones extranjeras, de las que podrían adquirir conocimiento, son similares a las actividades de empresas autóctonas.

Como se ha esbozado en los párrafos anteriores, el cuadro que emerge tras este estudio comparativo entre filiales de empresas nacionales y filiales de multinacionales extranjeras es el de una menor conexión de estas últimas con las fuentes de conocimiento locales. Esta deficiente interconexión es más acusada en sectores distintos a los servicios, que son precisamente los más intensivos en esfuerzo innovador. Estos resultados sugieren políticas que traten de paliar este problema. En concreto, el objetivo último de estas políticas debería ser mejorar el nivel tecnológico de las fuentes de tecnología nacionales, así como su apertura al mundo empresarial. Bajo el hecho de que las empresas filiales de multinacionales extranjeras cooperen menos con universidades y otros centros de investigación españoles puede esconderse un problema de baja calidad de la investigación en dichos centros de conocimiento o, simplemente, un problema de deficiente conexión entre empresa y universidad. Sin embargo, dado que las filiales de empresas extranjeras también acuden menos activamente a proveedores locales de servicios de I+D, parece que la raíz del problema es una mejorable base tecnológica, que hace que estas filiales busquen fuentes alternativas de conocimiento, generalmente en otras empresas dentro del grupo de empresas al que pertenecen.

En nuestra opinión, la mejora de la base tecnológica en España necesita que los centros de investigación tengan la posibilidad de contar con investigadores punteros, para lo que es necesaria una reflexión sobre las posibilidades actuales de contratar tales investigadores. Por otro lado, la investigación en dichos centros debe estar más alineada con los intereses de las empresas, para lo que debe mejorar la comunicación y la transferencia de conocimiento entre empresa y centros de investigación. En esta línea, se debe buscar una mejora en la eficacia de las OTRI, y se podría fomentar la aparición de intermediarios tecnológicos que hiciesen más eficiente el proceso de casar ofertantes y demandantes de tecnología.

En relación con las industrias de servicios, cabe destacar su enorme peso en el conjunto de la economía. En estas industrias tampoco se observa una muy activa aportación de las filiales de las empresas multinacionales extranjeras al aumento de la base tecnológica nacional. De hecho, los únicos resultados estadísticamente significativos apuntan a que, al contrario, son menos proclives a incurrir en gastos relacionados con la innovación —aunque cuando lo hacen, la cuantía de dichos gastos es mayor—, así como a introducir innovaciones.

Los resultados obtenidos en este artículo sugieren, además, que existe un número considerable de empresas nacionales que soportan muy bien la comparación con las filiales de empresas extranjeras en términos de actividades de innovación. A pesar de que, como se mencionó al inicio, a escala nacional el esfuerzo inversor en I+D español representa una proporción del PIB mucho menor que la de otros países de la OCDE, es cierto que existen muchas empresas innovadoras en nuestro país. Que estas empresas crezcan en proporción y sean capaces de conquistar nuevos mercados constituye también un reto para el diseño de políticas públicas. Estas políticas deben adaptarse a la diferencia importante entre los sectores industrial y de servicios, y deben no sólo contemplar la posibilidad de atraer multinacionales extranjeras, sino también, y sobre todo, fomentar las fortalezas de las empresas autóctonas.

V. COMENTARIOS FINALES

En el presente artículo hemos estudiado los datos de PITEC correspondientes a 2007 con el objetivo de verificar la existencia, o no, de diferencias significativas entre las filiales de empresas multinacionales extranjeras y las filiales de otras empresas nacionales en un conjunto de actividades relacionadas con la innovación. Como novedad respecto a trabajos anteriores, hemos realizado una comparación directa entre filiales de otras empresas, nacionales y extranjeras, además de usar un método de estimación adaptado a un potencial problema de selección en los datos. Los resultados que hemos obtenido, y que hemos presentado en este artículo, sugieren que las filiales de empresas extranjeras hacen uso con una menor intensidad de fuentes locales de conocimiento que las filiales de empresas nacionales. En concreto, los resultados apuntan a un menos frecuente uso de servicios locales de I+D externa, así como un menos frecuente recurso a la cooperación con otras empresas y universidades españolas. Consideramos que estos resultados pueden ser de interés de cara a un posible replanteamiento de las políticas públicas, valorando hasta

qué medida se deben favorecer las actividades de empresas extranjeras y de qué forma se puede mejorar la base tecnológica local para que ésta resulte más atractiva para dichas empresas.

NOTA

(*) Los autores agradecen a Walter García-Fontes, y a los participantes en los seminarios impartidos en la Universidad Carlos III y en Bentley College, en la Jornada «IO Contracts and Organization» del Centro SPSP del IESE, Universidad de Navarra, en la Escuela de Verano «Zvi Griliches» de 2008, y en las Jornadas de Economía Industrial 2008, por sus comentarios en versiones preliminares de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

BELDERBOS, R.; M. CARREE, y B. LOKSHIN (2004), «Cooperation R&D and firm performance», *Research Policy*, diciembre: 1477-1492.

BENEITO, P. (2006), «The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models», *Research Policy*, mayo: 502-517.

CASSIMAN, B., y R. VEUGELERS (2002), «R&D cooperation and spillovers: Some empirical evidence from Belgium», *American Economic Review*, septiembre: 1169-1184.

— (2006), «In search of complementarity in innovation: Internal R&D and external knowledge acquisition», *Management Science*, enero: 68-82.

CASTELLANI, D., y A. ZANFEI (2003), «Technology gaps, absorptive capacity and the impact of inward investments on productivity of European firms», *Economics of Innovation and New Technology*, diciembre: 555-576.

CHESBROUGH, H. (2003), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Cambridge, MA.

FRENZ, M., y G. IETTO-GILLIES (2007), «Does multinationality affect the propensity to innovate? An analysis of the third UK Community Innovation Survey», *International Review of Applied Economics*, enero: 99-117.

HEJAZI, W., y A.E. SAFARIAN (1999), «Trade, foreign direct investment, and R&D spillovers», *Journal of International Business Studies*, julio: 491-511.

MENDI, P. (2007), «Trade in disembodied technology and total factor productivity in OECD countries», *Research Policy*, febrero: 121-133.

MOHNEN, Pierre. (2001), «International R&D spillovers and economic growth», en POHJOLA, M. (ed.), *Information Technology, Productivity and Economic Growth*, Oxford University Press, Oxford, RU.

MOHNEN, P.; J. MAIRESSE, y M. DAGENAIS, (2006), «Innovativity: A comparison across seven European countries», *Economics of Innovation and New Technology*, junio: 391-413.

NEGASSI, S. (2004), «R&D co-operation and innovation a microeconometric study on French firms», *Research Policy*, abril: 365-384.

SADOWSKI, B., y G. SADOWSKI-RASTERS (2006), «On the innovativeness of foreign affiliates: Evidence from companies in The Netherlands», *Research Policy*, abril: 447-462.

VAN BEERS, C.; E. BERGHÄLL, y T. POOT (2008), «R&D internationalization, R&D collaboration and public knowledge institutions in small economies: Evidence from Finland and The Netherlands», *Research Policy*, marzo: 294-308.

VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B., y F. LICHTENBERG (2001), «Does foreign direct investment transfer technology across borders?», *The Review of Economics and Statistics*, agosto: 490-497.

VEUGELERS, R., y B. CASSIMAN (2004), «Foreign subsidiaries as a channel of international technology diffusion: Some direct firm level evidence from Belgium», *European Economic Review*, abril: 455-476.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press, Cambridge, MA.

APÉNDICE 1

CLASIFICACIÓN DE INDUSTRIAS

Rama de actividad	*CNAE-93*	*Industria*
Agricultura	01, 02, 05	1
Extractivas	10 a 14	2
Alimentos y bebidas	15	3
Tabaco	16	3
Textil	17	4
Confección y peletería	18	5
Cuero	19	4
Madera	20	6
Papel	21	7
Edición, artes gráficas y reproducción	22	8
Coquerías, refino de petróleo	23	9
Química (excepto productos farmacéuticos)	24	9
Productos farmacéuticos	244	10
Caucho y materias plásticas	25	11
Azulejos y baldosa cerámica	263	12
Productos minerales no metálicos (excepto azulejos y baldosa cerámica)	26 (exc. 263)	13
Productos metalúrgicos férreos	271, 272, 273, 2751, 2752	14
Productos metalúrgicos no férreos	274, 2753, 2754	15
Productos metálicos (excepto maquinaria)	28	16
Maquinaria y equipo mecánico	29	17
Máquinas de oficina y equipos informáticos	30	18
Maquinaria y material eléctrico	31	18
Componentes electrónicos	321	19
Aparatos de radio, TV y comunicación	32	20
Instrumentos médicos y de precisión	33	21
Vehículos de motor	34	22
Construcción naval	351	23
Construcción aeronáutica y espacial	353	23
Otro material de transporte	35 (exc. 351,353)	23
Muebles	361	24
Juegos y juguetes	365	25
Otras manufacturas	36 (exc. 361, 365)	25
Reciclaje	37	25
Producción y distribución de electricidad, gas y agua	40, 41	26
Construcción	45	27
Venta y reparación de vehículos a motor	50	28
Comercio al por mayor	51	29
Comercio al por menor	52	30
Hostelería	55	31
Transporte	60, 61, 62	32
Actividades anexas al transporte, agencias de viaje	63	33
Servicios de telecomunicación	642	34
Intermediación financiera	65, 66, 67	35
Actividades inmobiliarias	70	35
Alquiler de maquinaria y equipo	71	36
Software	722	37
Otras actividades informáticas	72 (exc. 722)	38
Investigación y desarrollo	73	39
Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	742	40
Ensayos y análisis técnicos	743	41
Otras actividades empresariales	74 (exc. 742, 743)	36
Educación	80 (exc. 8030)	42
Actividades cinematográficas y de vídeo	921	42
Otras actividades sanitarias, sociales y colectivas	85, 90, 92 (exc. 921, 922), 93	43

APÉNDICE 2

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Nombre	*Descripción*
IND1,..., IND43	Variables *dummy* de industria (43 en total)
ALTEC	Variable binaria, igual a uno si la empresa pertenece a un sector de alta tecnología, cero en caso contrario
MEDTEC	Variable binaria, igual a uno si la empresa pertenece a un sector de tecnología media, cero en caso contrario
SERVICIOS	Variable binaria, igual a uno si la empresa pertenece a un sector de servicios, cero en caso contrario
TAMANO	Número de trabajadores de la empresa, variable micro-agregada
TAM200	Variable binaria, igual a uno si la empresa tiene al menos 200 trabajadores, cero en caso contrario
GTINN01	Variable binaria, igual a uno si la empresa declara haber realizado gastos en innovación en 2007, cero en caso contrario
GTINN	Gastos totales en innovación en 2007, variable micro-agregada
FILEXT	Variable binaria, igual a uno si la empresa es filial de una empresa extranjera, cero en caso contrario
INNOVA	Variable binaria, igual a uno si la empresa introdujo una innovación de producto y/o proceso en 2005-2007, o llevó a cabo actividades de innovación, incluso si hubieran sido abandonadas, cero en caso contrario
IDINT	Variable binaria, igual a uno si la empresa realiza actividades de I+D interna en 2007, cero en caso contrario
INVEST	Ratio de número de investigadores sobre número total de empleados
IDEXT	Variable binaria, igual a uno si la empresa contrata servicios de I+D externa a empresas españolas fuera del grupo, cero en caso contrario
COEMPNAC	Variable binaria, igual a uno si la empresa coopera con empresas nacionales fuera del grupo, cero en caso contrario
COUNINAC	Variable binaria, igual a uno si la empresa coopera con universidades o centros de investigación nacionales, cero en caso contrario
COEMPEXT	Variable binaria, igual a uno si la empresa coopera con empresas extranjeras fuera del grupo, cero en caso contrario
COUNIEXT	Variable binaria, igual a uno si la empresa coopera con universidades o centros de investigación extranjeros, cero en caso contrario
COSTE	Grado de importancia de costes elevados para obstaculizar la innovación. 1: más importante,…, 4: no importante
INFORM	Grado de importancia de falta de información sobre mercados para obstaculizar la innovación. 1: más importante,…, 4: no importante

LA EXPERIENCIA EN I+D COMO FACTOR DETERMINANTE DE LA INNOVACIÓN

Pilar BENEITO

Universidad de Valencia

María Engracia ROCHINA BARRACHINA

Amparo SANCHIS

Universidad de Valencia y ERICES

Resumen

En este trabajo se analiza el papel de la experiencia en actividades de investigación y desarrollo (I+D) en el éxito innovador de las empresas, utilizando una muestra representativa de empresas manufactureras españolas para el periodo 1990-2006. Mediante *modelos de recuento*, y partiendo de la especificación de una función de producción de innovaciones, estimamos el efecto de la experiencia en I+D en la tasa de consecución de innovaciones de producto. Nuestros resultados indican que, controlando por el volumen de inversión en I+D que efectúa la empresa y otros factores, los resultados innovadores aumentan con la experiencia acumulada en la realización de actividades de investigación y desarrollo.

Palabras clave: experiencia en I+D, acumulación del conocimiento, función de producción de innovaciones, modelos de recuento.

Abstract

In this study we analyze the role of experience in research and development (R&D) activities in the innovative success of companies, using a representative sample of Spanish manufacturing companies for the period 1990-2006. Using *count data models* and starting from the specification of an innovation production function, we estimate the effect of experience in R&D on the rate of product innovation achievement. Our results indicate that, judging by the volume of R&D investment made by the company and other factors, innovation results improve with the experience gained in the conduct of research and development activities.

Key words: experience in R&D, accumulation of knowledge, innovation production function, count data models.

JEL classification: C25, O31.

I. INTRODUCCIÓN (*)

La idea de que el desempeño continuo de una actividad proporciona aprendizaje sobre la forma más eficiente de ejecutarla, y por lo tanto, aumenta la probabilidad de incrementar los rendimientos de tal actividad, ha sido tema de interés para la literatura económica desde hace mucho tiempo. Trabajos empíricos como los de Wright (1936) y Hirst (1956) constataron que los costes de fabricación en determinadas industrias se reducían conforme las empresas ganaban experiencia en dicha fabricación. Estos estudios utilizaron datos para la industria de maquinaria aeronáutica y otras, estimando lo que se ha dado a conocer como «curvas de aprendizaje» o «ratios de progreso» (*leaning curves* o *progress ratios*, en terminología anglosajona).

Arrow (1962: 155), en esta misma línea argumental, enfatizó que «el aprendizaje es el producto de la experiencia; el aprendizaje sólo puede tener lugar a través del intento de resolver un problema y, por lo tanto, sólo tiene lugar durante la actividad», y propuso formalizar esta idea en un modelo donde el cambio tecnológico se derivaba de la propia experiencia, bajo el supuesto de que las soluciones a los problemas que surgen en el proceso productivo mejoran con el tiempo que se lleva desarrollando la actividad. En su trabajo, Arrow cita como ejemplo el llamado «*efecto Horndal*», acuñado por Lundberg (1961: 129-133) tras observar que en la industria del hierro en Suecia no había habido nueva inversión durante 15 años y, sin embargo, la producción por hora-hombre había aumentado de forma estable a una tasa de un 2 por 100 anual. De acuerdo con Arrow, este resultado solo podía deberse al aprendizaje derivado de la experiencia, constatando que el crecimiento de los factores productivos estándar no es suficiente para explicar los procesos de cambio tecnológico.

El papel de la experiencia en la producción también fue destacado por Rosen (1972), quien presentó un modelo teórico donde el conocimiento adquirido por la empresa a través de la experiencia afecta a su tecnología de producción. Este conocimiento de la empresa entra en su función de producción junto a los factores convencionales (trabajo y capital).

A partir de estos precedentes, el análisis de los procesos de *learning-by-doing* (aprender haciendo) y su papel en la formación del capital humano y, con ello, en la productividad, ha constituido un campo apasionante en la investigación económica.

Los trabajos de Lucas (1988) y Stokey (1988) son una buena muestra de la resonancia que este tema adquirió, por ejemplo, en la literatura teórica del crecimiento de las economías.

La literatura teórica sobre innovación y cambio técnico ha constatado también el papel del aprendizaje derivado de la experiencia como un factor decisivo en la acumulación de conocimiento que lleva a la innovación. La teoría evolutiva de Nelson y Winter (1982) destaca precisamente el papel de los procesos de *learning-by-doing* y *learning-to-learn* (aprender a aprender) en la innovación. De acuerdo con esta literatura, las innovaciones son el resultado de un proceso de acumulación de habilidades por parte de la empresa que permite guiar las actividades innovadoras de una forma más eficiente (Rosenberg, 1976).

Para entender el proceso de aprendizaje y de acumulación de conocimiento innovador, puede resultar útil caracterizar las actividades de I+D como ciclos reiterativos de resolución de problemas, en los que las empresas seleccionan un problema, determinan un conjunto de soluciones potenciales y contrastan y eligen la opción óptima (Newell y Simon, 1972). Estos ciclos de resolución de problemas permiten la acumulación de experiencia en las áreas relevantes y aumentan el *stock* de conocimiento de la empresa (Nelson, 1982; Dosi y Marengo, 1993). Conforme las empresas acumulan experiencia y conocimiento relevante, la efectividad de su proceso de búsqueda y selección de soluciones mejora. La experiencia en proyectos previos interviene pues positivamente en las fases fundamentales del proceso de innovación (West y Iansiti, 2003): ayuda a la identificación de los problemas más importantes que hay que resolver, mejora la comprensión del proceso de búsqueda y su instrumentación, y aporta mayor información acerca de las mejores soluciones potenciales.

Por tanto, a nivel teórico y conceptual queda generalmente aceptada la importancia de la experiencia en cualquier proceso productivo. El proceso de generación de innovaciones no es uno más de estos procesos, sino que probablemente es el proceso en el cual el conocimiento, y su dinámica de acumulación en el tiempo, adquiere mayor importancia. Sin embargo, a nivel empírico, hay una carencia de estudios que analicen explícitamente el papel de la experiencia en el proceso de producción de innovaciones, si bien ya algunos trabajos han señalado, directa o indirectamente, la necesidad de considerar este aspecto en la estimación de los modelos. De hecho, la práctica habitual de introducir una variable como la *edad* de la empresa en las estimaciones ya es, de alguna manera, un intento de captar el aprendizaje que se genera conforme la empresa gana experiencia en el desarrollo de sus tareas. Otro ejemplo lo constituye el trabajo seminal de Hausman *et al.* (1984) en *Econometrica*, donde, al estudiar la relación entre patentes (como indicador de resultados u *output* del proceso innovador) y actividades de I+D (como medida del principal factor productivo o *input* del proceso) se introduce en la estimación una tendencia temporal que interactúa con el *input* I+D para captar un posible aumento o disminución de su efectividad en la consecución de innovaciones a lo largo del tiempo. De forma más explícita, West y Iansiti (2003) argumentan que la acumulación de experiencia y la experimentación son dos herramientas organizativas que generan flujos de nuevo conocimiento que influyen en los resultados innovadores de la empresa. Utilizando datos para la industria de los semiconductores de Estados Unidos, introducen en su estimación una variable dicotómica que indica *si al menos uno de los miembros del proyecto de investigación involucrado en las decisiones de selección de tecnología tiene experiencia en organización de investigación*. Su análisis empírico está limitado a un reducido número de proyectos de investigación, y su medida de experiencia es de tipo cualitativo, lo que les permite confirmar el efecto positivo de la experiencia, pero no permite ningún tipo de cuantificación de tal efecto (1).

El objetivo del presente trabajo es aportar evidencia respecto al papel de la experiencia como determinante del éxito innovador de las empresas. Nuestro marco de referencia en la estimación será la *función de producción de innovaciones,* que ha sido utilizada en la literatura para relacionar los resultados de la innovación con sus factores determinantes. En este trabajo ampliamos esta función incorporando un nuevo determinante del proceso innovador que es el conocimiento que proporciona la experiencia acumulada en actividades de I+D. Por tanto, nuestro argumento es que la experiencia en I+D debe considerarse un *input* adicional en el proceso de generación de innovaciones, es decir, que los *inputs* tradicionalmente incluidos en la estimación de funciones de producción de innovaciones no son suficientes para dar cuenta de los resultados innovadores obtenidos.

Para llevar a cabo este trabajo, utilizamos el panel de datos proporcionado por la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* (ESEE), de la Fundación SEPI, para el periodo 1990-2006. Esta encuesta

proporciona anualmente información detallada de más de dos mil empresas, y se considera representativa de la industria manufacturera española. La ESEE proporciona información sobre los gastos en I+D que realiza la empresa, así como sobre el número de innovaciones de producto conseguidas por ésta. El enfoque que utilizamos en este trabajo, como se ha mencionado, es el de una función de producción de innovaciones que relaciona *inputs* y *output* del proceso innovador, que estimaremos con métodos econométricos para datos de recuento (*count data,* en terminología anglosajona). Mediremos la experiencia en I+D como el número de años que lleva la empresa desempeñando tal tipo de actividades. Esta forma de medir la experiencia supone que el tiempo dedicado a I+D proporciona, o puede proporcionar, aprendizaje que permita a la empresa ser más eficiente en la tarea de conseguir innovaciones, con independencia de que en un año concreto se haya obtenido o no un éxito innovador. Además, nuestra medida incorpora el supuesto de que dicho aprendizaje se genera en el tiempo, supuesto coherente con el proceso temporal de asimilación y maduración de conocimiento propio del aprendizaje.

Nuestros resultados indican que, controlando por el volumen de inversión en I+D que efectúa la empresa y otros factores, los resultados innovadores de ésta, en términos de innovaciones de producto, aumentan con la experiencia acumulada por ella en la realización de actividades de I+D. Los resultados muestran, además, que esta relación entre innovaciones conseguidas y experiencia es no lineal, ejerciendo la experiencia un efecto positivo sobre la consecución de innovaciones de producto, pero a una tasa decreciente. Asimismo, los resultados obtenidos evidencian que la inclusión en la estimación de una variable como la edad de la empresa o una tendencia temporal no capta adecuadamente el efecto de la experiencia que aquélla acumula a lo largo del tiempo, conforme desarrolla sus actividades de investigación y desarrollo.

El resto del trabajo se organiza como sigue. En el apartado II, se presentan los datos y la variable de experiencia en I+D utilizada; se realiza asimismo un ejercicio de estadística descriptiva para relacionar esta variable con el número de innovaciones conseguidas por las empresas; en el III, se presenta el modelo empírico y se explica el procedimiento econométrico seguido en la estimación; el IV presenta los resultados de la estimación econométrica y, por último, en el apartado V se establecen las principales conclusiones del trabajo.

II. DATOS, EXPERIENCIA EN I+D E INNOVACIONES DE PRODUCTO

Los datos utilizados en este trabajo provienen de la ESEE y se refieren al período 1990-2006. La ESEE es una encuesta anual que se realiza a escala de empresa y que es representativa del sector manufacturero español por sectores industriales y categorías de tamaño. Esta base de datos resulta adecuada para el análisis que realizamos en este trabajo porque proporciona una amplia información de las empresas no sólo sobre temas de producción y de mercados, sino además sobre actividades relacionadas con la innovación (2). Esta información incluye, por un lado, medidas de *inputs* de la innovación, como son los gastos o inversión en I+D, y por otro lado, medidas de *output* de la innovación, como son las innovaciones de producto introducidas por la empresa en cada año. Adicionalmente, la característica de datos de panel de la encuesta nos permite tomar en consideración la naturaleza acumulativa del conocimiento en los procesos de inversión en investigación y desarrollo.

En este apartado presentamos algunos estadísticos descriptivos que han sido calculados con base en aquellas empresas que declaran invertir en I+D al menos un año y que proporcionan información en la encuesta tanto para la pregunta sobre innovaciones de producto como en relación con todas las variables utilizadas en la fase de estimación. Asimismo, hemos eliminado de los datos aquellas empresas que no responden a la encuesta en alguno de los años que aparecen en ella, así como aquellas empresas que experimentan procesos de cambio en su estructura de propiedad, como por ejemplo fusiones o absorciones, o aquellas que salen del mercado por procesos de quiebra o bancarrota. Tras aplicar estos criterios nos quedamos con una muestra de trabajo de 11.243 observaciones, que corresponde a un panel incompleto de 1.885 empresas.

En relación a la experiencia en I+D con la que cuenta la empresa en un año *t*, en este trabajo utilizaremos como medida de experiencia la suma del número de años previos durante los cuales la empresa ha realizado actividades de investigación y desarrollo.

La principal dificultad surgida a la hora de medir la experiencia de este modo, esto es, como suma de los años pasados de actividad de I+D, consiste en que no observamos si las empresas realizaban ya actividades de I+D con anterioridad a 1990 (primer año

del panel). Utilizando términos estadísticos, esto equivale a decir que esta variable está censurada por la izquierda. Sin embargo, en el apartado IV, que presenta los resultados econométricos, justificamos que, en nuestra estimación, los posibles sesgos derivados de este problema de medida en la variable explicativa «experiencia en I+D» son poco relevantes. En principio, la censura de la variable de experiencia en I+D debería causar un sesgo al alza en la estimación de su efecto sobre la obtención de innovaciones. La razón es que la experiencia en I+D inobservada y previa a 1990, que es razonable pensar que esté positivamente correlacionada con la experiencia observada a partir de 1990, estará contenida en el término de error de la estimación. Si empresas con (más) experiencia previa a 1990 tienden a acumular más experiencia después de 1990, y a su vez la experiencia en I+D tiene un efecto positivo sobre la obtención de innovaciones, omitir la experiencia previa inobservada puede crear dicho sesgo positivo en la estimación. A pesar de esto, tras dos pruebas de robustez de los resultados que se detallan en el apartado IV, y que han dado lugar a resultados muy similares a los de las estimaciones propuestas en el III, podemos concluir que en nuestra aplicación particular resulta aceptable la medición utilizada de experiencia en investigación y desarrollo.

En el cuadro n.º 1 se presenta la distribución de frecuencias del número de empresas en nuestra muestra de acuerdo con el número total de años acumulados de experiencia en la realización de I+D. De la información ofrecida en el cuadro, se concluye que el 90 por 100 (aproximadamente 895 empresas) de las empresas con menos de 200 trabajadores tiene menos de diez años acumulados de experiencia en I+D. Si se trata de empresas con más de 200 trabajadores, el 90 por 100 (801 empresas) tiene menos de trece años de experiencia en investigación y desarrollo.

En lo que respecta a las innovaciones de producto, la pregunta que incluye la ESEE es la siguiente: «Indique si durante el año *t* la empresa ha obtenido innovaciones de producto (productos completamente nuevos o con modificaciones tan importantes que los hacen diferentes de los que venía produciendo con anterioridad). En caso afirmativo, indique su número». Dado que en un 64 por 100 de las observaciones en nuestra muestra las empresas no obtienen ninguna innovación de producto, en el análisis econométrico del apartado IV necesitaremos tener en cuenta y tratar de forma adecuada el elevado número de ceros en la variable que recoge el número de innovaciones de producto.

Con el objetivo de proporcionar evidencia sobre la existencia de una relación entre la experiencia en la realización de actividades de I+D y la consecución de resultados innovadores, mostramos en el cuadro

CUADRO N.º 1

EXPERIENCIA EN ACTIVIDADES DE I+D

NÚMERO Y PORCENTAJE (ENTRE PARÉNTESIS) DE EMPRESAS DE ACUERDO CON EL NÚMERO TOTAL DE AÑOS ACUMULADOS DE EXPERIENCIA EN I+D

Años	*Empresas con ≤ 200 trabajadores*		*Empresas con > 200 trabajadores*	
1	381	(38,29)	169	(18,99)
2	217	(21,81)	165	(18,54)
3	87	(8,74)	93	(10,45)
4	51	(5,13)	73	(8,20)
5	40	(4,02)	61	(6,85)
6	38	(3,82)	50	(5,62)
7	32	(3,22)	62	(6,97)
8	25	(2,51)	32	(3,60)
9	23	(2,31)	30	(3,37)
10	22	(2,21)	18	(2,02)
11	10	(1,01)	25	(2,81)
12	11	(1,11)	15	(1,69)
13	16	(1,61)	20	(2,25)
14	11	(1,11)	2	(0,22)
15	11	(1,11)	8	(0,90)
16	5	(0,50)	22	(2,47)
17	15	(1,51)	45	(5,06)
Número total de empresas	995		890	

número 2 el número medio anual de innovaciones de producto que las empresas obtienen cuando se encuentran dentro de sus primeros dos años de experiencia en I+D, en los años tercero a cuarto de experiencia en I+D, y así sucesivamente. Como vemos en el cuadro n.º 2, el número medio de innovaciones de producto que las empresas obtienen anualmente crece, en general, con los años de experiencia acumulada en I+D. Para las empresas pequeñas, este número medio va desde alrededor de dos innovaciones de producto, en media anual, durante los dos primeros años de experiencia en I+D hasta alrededor de diez cuando el intervalo de experiencia se sitúa entre trece y catorce años. En el caso de empresas grandes, el número medio de innovaciones oscila desde cuatro hasta diez al pasar del intervalo uno-dos años de experiencia al intervalo once-doce años.

Se observa un cambio en esta tendencia positiva a partir de catorce y doce años de experiencia para empresas pequeñas y grandes, respectivamente. No obstante, dado el reducido número de empresas (y observaciones) que en nuestra muestra llegan a acumular ese número de años de experiencia en I+D, es difícil poder determinar, a este nivel descriptivo, la significatividad estadística de este cambio de tendencia. En concreto, y tal como se observa en el cuadro n.º 1, para el grupo de empresas pequeñas, tan sólo 31 empresas de un total de 995 (es decir, un 3,12 por 100) acumulan más de catorce años de experiencia en I+D. Para el caso de empresas grandes, 97 empresas de un total de 890 (un 10,90 por 100) acumulan más de doce años de experiencia en I+D. Si medimos los porcentajes en términos de observaciones y no en términos de empresas (véase el cuadro n.º 2), el número de observaciones que corresponde a empresas pequeñas con más de catorce años de experiencia en I+D representa un 1,38 por 100 del total de observaciones de esta muestra de empresas pequeñas. Para empresas grandes, el número de observaciones que corresponde a empresas con más de doce años de experiencia en I+D representa un 7,11 por 100. Volveremos a incidir sobre esta cuestión más adelante en este apartado, así como en el IV, donde se presentan los resultados econométricos.

En el cuadro n.º 2 se observa asimismo que el gasto medio anual en I+D (en términos reales) ha ido aumentando también (aunque moderadamente) a lo largo de los años, lo que podría plantear la duda de si es realmente el mayor gasto en I+D el factor explicativo de este mayor número de innovaciones, en media. Por tanto, es necesario tomar en consideración los resultados econométricos del apartado IV, donde se controla por la variable de gasto en I+D, para poder establecer conclusiones definitivas.

A continuación, y con el fin de investigar la forma de la relación entre la experiencia en I+D y los resultados innovadores, hemos llevado a cabo un ejercicio de ajuste entre ambas variables como sigue. En primer lugar, siguiendo a Fan y Gijbels (1996) y a Gutiérrez *et al.* (2003), hemos realizado un ajuste no-paramétrico a través de polinomios locales entre el número de innovaciones de producto y la variable experiencia en I+D. Este método de regresión no-paramétrica no impone ningún supuesto sobre la forma funcional de la relación existente entre estas dos

CUADRO N.º 2

EXPERIENCIA EN I+D E INNOVACIONES DE PRODUCTO

INTERVALOS DE EXPERIENCIA EN I+D (AÑOS)	*EMPRESAS CON ≤ 200 TRABAJADORES*			*EMPRESAS CON > 200 TRABAJADORES*		
	Porcentaje de observaciones	*Media anual de número de innovaciones de producto por empresa*	*Gasto real medio anual en I+D (en logaritmos)*	*Porcentaje de observaciones*	*Media anual de número de innovaciones de producto por empresa*	*Gasto real medio anual en I+D (en logaritmos)*
1 – 2	61,36	2,43	4,55	38,99	3,92	9,83
3 – 4	13,30	5,03	10,71	19,19	4,18	12,98
5 – 6	9,15	5,03	11,02	13,52	5,13	13,11
7 – 8	6,07	4,17	11,20	9,58	8,87	13,36
9 – 10	4,10	5,12	11,40	6,73	9,25	13,40
11 – 12	2,76	8,60	11,26	4,89	9,57	13,41
13 – 14	1,89	10,43	11,39	3,49	3,36	13,47
15 – 16	1,04	2,95	11,81	2,77	1,90	13,46
17	0,34	3,89	12,02	0,85	1,60	13,75
Núm. total de observaciones	6.161			5.082		

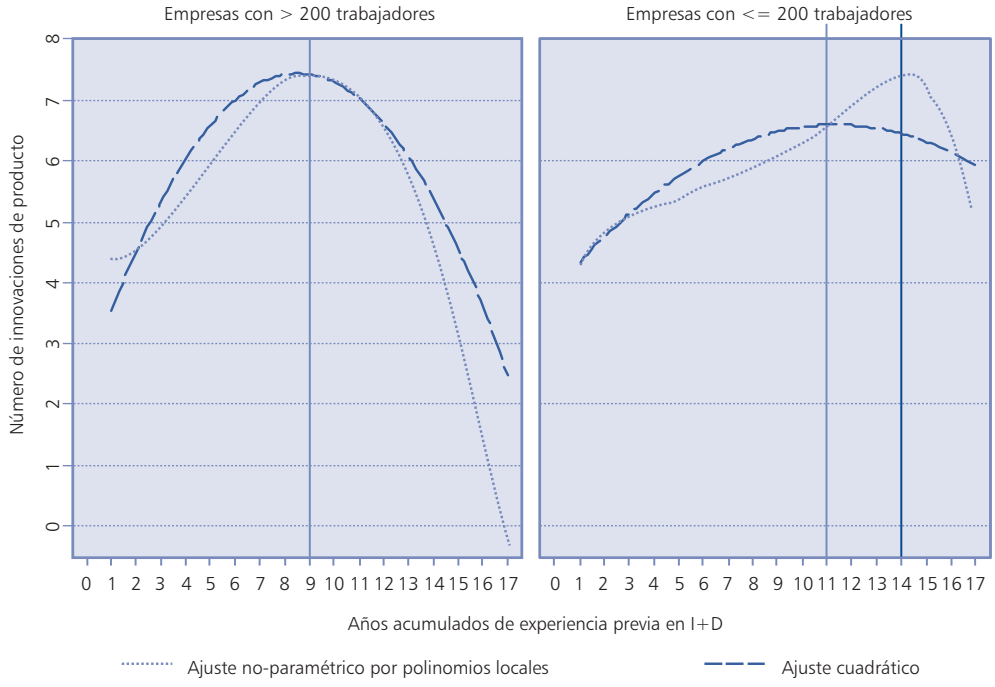
variables, y por tanto deja que los datos muestren por sí mismos el aspecto de dicha relación. En segundo lugar, hemos realizado un ajuste paramétrico por medio de una regresión cuadrática del número de innovaciones de producto sobre la variable experiencia en I+D y su cuadrado. En el gráfico 1 se representan tanto los valores ajustados por medio de la regresión cuadrática del número de innovaciones de producto sobre la variable experiencia en I+D y su cuadrado como los valores ajustados no-paramétricamente a través de polinomios locales. Como puede observarse, la especificación cuadrática proporciona una aproximación muy razonable al aspecto mostrado por el ajuste no-paramétrico. Observamos una forma de «U-invertida» en esta relación, donde el máximo de dicha «U-invertida» se encuentra aproximadamente en nueve años de experiencia en I+D para empresas grandes, y aproximadamente en catorce años de experiencia en I+D para empresas pequeñas, según la aproximación no-paramétrica (nueve y once años, respectivamente, en el caso del ajuste paramétrico a través de una curva cuadrática). Esto indica que el punto máximo de la «U-invertida» deja a la derecha, para empresas grandes, un 16,53 por 100 de la distribución y, para empresas pequeñas, tan sólo un 2,11 por 100 si se toma en consideración el ajuste cuadrático, o un 7,04 por 100 si se considera la aproximación no-paramétrica. Por tanto, la distribución del número de innovaciones de producto condicionada a los años de experiencia acumulada en I+D por parte de las empresas no se encuentra igualmente repartida a lo largo de todos los puntos de la «U-invertida», dado que la mayor parte de esta distribución se encuentra en valores de experiencia en I+D inferiores a los asociados a los puntos máximos de las curvas. En consecuencia, si tenemos en cuenta donde se sitúa el peso preponderante de la distribución, concluiríamos que la experiencia en I+D parece ejercer un efecto positivo, pero decreciente, sobre el número de innovaciones.

III. MODELO EMPÍRICO Y PROCEDIMIENTO ECONOMÉTRICO

Nuestro enfoque en este trabajo parte del concepto de «función de producción de innovaciones», que, en general, puede expresarse de la siguiente forma:

$$N_{it} = f(x_{it}, \beta) \qquad [1]$$

GRÁFICO 1
INNOVACIÓN Y EXPERIENCIA EN I+D



donde i se refiere a la empresa, t al periodo temporal, N_{it} denota el indicador de resultado innovador utilizado, y x_{it} representa el vector de *inputs* innovadores en la función, constituyendo las actividades de I+D el factor productivo (o *input*) fundamental en esta función.

Nuestra función de producción de innovaciones se va a distinguir de la función estándar en que va a depender de la experiencia en actividades de I+D de la empresa. La estimación empírica partirá de la siguiente especificación para la expresión [1]:

$$N_{it} = A(t) ID_{it}^{\alpha} \exp[f(E_{it}) + z_{it}\gamma] \qquad [2]$$

donde ID_{it} representa, de forma general, el *input* I+D de la empresa, E_{it} denota la experiencia de la empresa en actividades de I+D, z_{it} es un vector de otros posibles determinantes de los resultados innovadores y γ es un vector de parámetros. La expresión [2] implica una relación proporcional directa entre el *input* I+D y los resultados innovadores, multiplicada por un conjunto de variables que desplazan la distribución de los resultados innovadores esperados, entre las que se encuentra la experiencia en investigación y desarrollo.

Para explorar la relación entre experiencia en I+D y resultados innovadores, supondremos una forma funcional flexible. En particular, dado que el efecto de la experiencia en I+D sobre la innovación puede ser no lineal, tal como se desprende de la inspección de los datos presentada en el apartado anterior, suponemos la siguiente forma cuadrática:

$$f(E_{it}) = \beta_1 E_{it} + \beta_2 E_{it}^2 \qquad [3]$$

En esta expresión, β_1 recoge el efecto de la experiencia en I+D sobre la tasa de obtención de innovaciones de producto, y β_2 capta el cambio en el impacto de la experiencia en I+D sobre esta tasa. Substituyendo la expresión [3] en la expresión [2] y tomando logaritmos, obtenemos la siguiente ecuación a estimar:

$$\log N_{it} = \log A(t) + \alpha \cdot \log ID_{it} + \beta_1 \cdot E_{it} + \beta_2 \cdot E_{it}^2 + z_{it} \cdot \gamma \qquad [4]$$

Adicionalmente, como alternativa a esta especificación cuadrática, hemos considerado la posibilidad de recoger el efecto no lineal de la experiencia en la obtención de innovaciones mediante la definición de variables dicotómicas que recogen en nueve tramos el número de años acumulados de experiencia en actividades de I+D de la empresa. La definición de estas variables se muestra en el cuadro n.º 3.

A continuación, estimaremos una tercera especificación alternativa de nuestro modelo, en la cual consideramos la posibilidad de que la experiencia en I+D afecte a la tasa de consecución de innovaciones alterando la propia efectividad del *input* I+D. Es decir, suponemos en este caso que la experiencia ejerce su efecto haciendo más efectivo el esfuerzo innovador, de tal forma que la respuesta del número de innovaciones a un incremento en I+D es mayor conforme la empresa acumula experiencia en I+D a lo largo del tiempo. En este caso supondremos que la expresión [2] toma la forma siguiente:

$$N_{it} = A(t) ID_{it}^{f(E_{it})} \exp(z_{it}\gamma) \qquad [5]$$

donde ID_{it} es el *input* I+D de la empresa, E_{it} es la experiencia de la empresa en I+D, y z_{it} es un vector de otros determinantes y variables de control. De nuevo, la función $f(E_{it})$ puede ser no lineal, de modo que suponemos para ella la siguiente forma cuadrática que, en este caso, actúa como exponente del *input* I+D:

$$f(E_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 E_{it} + \alpha_2 E_{it}^2 \qquad [6]$$

Formalmente, $f(E_{it})$ recoge el cambio porcentual en los resultados innovadores que genera el cambio de un 1 por 100 en el *input* I+D de la empresa. Es decir, mide la elasticidad del número esperado de innovaciones respecto al *input* I+D, elasticidad que se ve afectada por la experiencia en I+D. Nótese que en la expresión [6] α_0 es el parámetro que recogería la elasticidad estándar si la experiencia en I+D no interviniera en la consecución de innovaciones. Además, α_1 recoge el efecto de la experiencia en I+D sobre la efectividad del *input* I+D, y α_2 capta el cambio en el impacto de la experiencia en I+D sobre la efectividad del *input* I+D.

Substituyendo la expresión [6] en [5], llegamos a:

$$N_{it} = A(t) \cdot ID_{it}^{(\alpha_0 + \alpha_1 E_{it} + \alpha_2 E^2{}_{it})} \cdot \exp(z_{it}\gamma) \qquad [7]$$

y tomando logaritmos obtenemos la siguiente expresión:

$$\log N_{it} = \log A(t) + \alpha_0 \cdot \log ID_{it} + \alpha_1 \cdot E_{it} \log ID_{it} + \alpha_2 \cdot E_{it}^2 \log ID_{it} + z_{it} \cdot \gamma \qquad [8]$$

donde las variables de control en z_{it} son las mismas variables que incluye la ecuación [4].

CUADRO N.º 3

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Innovaciones de producto	Número de innovaciones de producto obtenidas por la empresa durante el año.
Gasto en I+D (log *ID*)	Gasto real en I+D en logaritmo (el gasto corriente ha sido deflactado utilizando precios industriales del sector manufacturero).
Experiencia en I+D (*E*)	Número de años que la empresa ha estado invirtiendo en I+D en el pasado.
Variables ficticias de experiencia	Variables ficticias que corresponden a los nueve tramos de dos años en los que se divide la variable experiencia, tal y como aparecen en el cuadro n.º 4.
Personal con experiencia en I+D que ha sido contratado en *t*	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha contratado (en el año en curso) personal con experiencia en I+D. Esta variable solo está disponible desde 1998.
Servicios de información científica y técnica	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Trabajos de normalización y control de calidad	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Esfuerzos de asimilación de tecnologías importadas	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Estudios de mercado y *marketing* para la comercialización de nuevos productos	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Diseño	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Otras actividades	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa ha realizado o contratado estas actividades, y que toma valor 0 en caso contrario.
Edad	Edad de la empresa en años.
Tamaño	Variable ficticia que toma valor 1 si la empresa tiene como mucho 200 trabajadores, y que toma valor 0 si la empresa tiene más de 200 trabajadores.
Variables ficticias industriales	Variables ficticias industriales correspondientes a los veinte sectores industriales de la clasificación NACE-93.
Variables ficticias anuales	Variables ficticias anuales correspondientes a los diecisiete años utilizados de la ESEE.

En el apartado de resultados econométricos presentaremos la estimación del modelo especificado según [4] en primer lugar, a continuación la especificación alternativa a [4], que divide la variable experiencia en nueve tramos, seguidamente el modelo especificado en [8] y, por último, presentaremos la estimación del modelo [4] incluyendo una variable, disponible en la ESEE desde 1998, relativa a si la empresa reclutó en el año *t* personal con experiencia empresarial en I+D. Dado que esta información sólo está disponible a partir de 1998, la inclusión de esta variable nos lleva a descartar más de la mitad de las observaciones de la muestra, y permite únicamente un análisis cualitativo. Sin embargo, hemos considerado interesante incluir esta variable en la estimación porque, en caso de resultar significativa, nos permite reforzar la idea básica de este trabajo: que la experiencia en I+D, en este caso incorporada en personal contratado especializado en actividades de I+D, contribuye de forma significativa a la obtención de resultados innovadores.

En cuanto al modo de introducir en el modelo el *input* I+D, cabe decir que los trabajos que utilizan este marco de análisis para analizar la generación de innovaciones por parte de las empresas, han utilizado mayoritariamente, o bien el *stock* de capital de I+D, o bien los gastos en I+D. El uso del *stock* de capital de I+D implica suponer una determinada tasa de depreciación del capital tecnológico y, además, que el capital de conocimiento se *acumula* como si de capital físico se tratase, a pesar de las marcadas diferencias que existen entre uno y otro tipo de capital. Por otro lado, la inversión anual en I+D supone un incremento en el *stock* de conocimiento de la empresa y, aunque los gastos pasados en I+D pueden influir en la obtención de innovaciones actuales, en general no existe información que permita precisar cuál es el periodo de maduración que habría que considerar en cada caso. Por estas razones, los estudios empíricos que optan por considerar retardos del gasto en I+D introducen en su especifi-

cación un número determinado de retardos con el fin de investigar la especificación que mejor se ajusta a los datos disponibles (véase, por ejemplo, Hall *et al*., 2009). Basándonos en algunos de los principales resultados de esta literatura, hemos optado por comenzar incluyendo en nuestra primera especificación, correspondiente a la expresión [4], los valores corrientes y retardados, hasta el segundo retardo, del gasto real en I+D (en logaritmos), con el fin de investigar la estructura de retardos que parece más adecuada en nuestro caso (3).

Además de la experiencia en I+D, el vector de variables z_{it} incluye variables dicotómicas que indican si la empresa realiza actividades informales relacionadas con la innovación, que pueden también afectar positivamente a la obtención de resultados innovadores. Estas actividades informales incluyen servicios de información científica y técnica, trabajos de normalización y control de calidad, esfuerzos de asimilación de tecnologías importadas, estudios de mercado y *marketing* para la comercialización de nuevos productos, diseño, y otras actividades (4).

Por último, z_{it} también incluye variables de control relativas al tamaño de la empresa, la edad de ésta y su cuadrado, variables dicotómicas industriales correspondientes a veinte sectores de la clasificación NACE-93, y variables dicotómicas temporales que recogen *log A(t)*. La definición de todas las variables utilizadas en la estimación se encuentra en el cuadro n.º 3.

En cuanto a la técnica o modelo econométrico adecuado para estimar una función de producción de innovaciones, cabe señalar que está condicionado por el indicador de resultado innovador (N_{it}) que se utilice en cada caso. En este trabajo, el resultado innovador va a medirse como el número de innovaciones de producto que declara la empresa durante el periodo de análisis. Esto implica que nuestra variable dependiente sea de tipo *recuento*: números enteros no negativos, con cierta probabilidad de suceso para la unidad *i* durante el periodo temporal *t*. En un año determinado, muchas empresas de nuestra muestra no han obtenido innovaciones, de modo que tenemos un número alto de recuentos cero.

Teniendo en cuenta esta particularidad de los datos, nuestro procedimiento de estimación econométrica será el siguiente. Partiremos del modelo econométrico más sencillo y estándar en la literatura, que es el basado en el supuesto de que la distribución de la variable dependiente es de tipo Poisson. Según el proceso de Poisson, los recuentos son el resultado de un número desconocido de extracciones tipo Bernoulli con una pequeña probabilidad de éxito. La especificación básica de la probabilidad de Poisson es la siguiente:

$$P\left(N_{it} = n_{it}\right) = \frac{\exp(-\lambda_{it}) \cdot \lambda_{it}^{n_{it}}}{n_{it}\,!} \qquad [9]$$

Podemos modelizar el parámetro de la función de distribución de Poisson, λ, como una función de las variables explicativas, *x*, y de los parámetros, β, de manera estándar como sigue:

$$\lambda_{it} = \exp(x_{it}\beta) \qquad [10]$$

Se puede mostrar fácilmente que:

$$E[N_{it} \mid x_{it}] = Var[N_{it} \mid x_{it}] = \lambda_{it} = \exp(x_{it}\beta) \qquad [11]$$

de modo que λ_{it} representa la tasa de llegada de innovaciones por empresa y por año, y también el número esperado de innovaciones por empresa y por año. Tomando logaritmos en [11] se obtiene la siguiente expresión:

$$\log E[N_{it} \mid x_{it}] = \log \lambda_{it} = x_{it}\beta \qquad [12]$$

Si las variables explicativas de naturaleza continua se utilizan en logaritmos, los β estimados son las elasticidades del número esperado de innovaciones con respecto a estas variables (5).

Un supuesto restrictivo del modelo de Poisson es que la varianza de N_{it} es igual a su media (véase [11]). Como apuntaron Cameron y Trivedi (1998), la regresión de Poisson no es válida cuando hay sobredispersión en los datos, puesto que, en tal caso, aunque los parámetros estimados pueden seguir siendo consistentes, sus errores estándar estarán normalmente subestimados, llevando a altos niveles de significatividad espuria. El modelo binomial negativo (BN) es una extensión natural del modelo Poisson, donde se tiene en cuenta esta posibilidad. Estimaremos pues el modelo BN y lo contrastaremos con el modelo de Poisson (6).

Aunque el modelo BN permite la sobredispersión, Gurmu (1997) ha mostrado que el modelo proporciona un ajuste pobre en caso de que en los datos haya un exceso de ceros, es decir, cuando la incidencia de recuentos con valor cero es mayor que la esperada por las distribuciones de Poisson y BN. Un enfoque alternativo es el modelo con exceso de ceros (*zero inflated model)*, en el cual se concede un ma-

yor peso a la probabilidad de que la variable de recuento sea igual a cero. La función de probabilidad para el modelo con exceso de ceros se define como:

$$P_{it}^{ZI}(n_{it}/x_{it}) = 1(n_{it} = 0)\, q_{it} + \\ + (1 - q_{it})\, P_{it}\, (n_{it}/x_{it}) \qquad [13]$$

donde $P_{it}(n_{it}/x_{it})$ se refiere al modelo Poisson estándar en el caso del modelo que denominaremos ZIP, y al modelo BN estándar en el caso del modelo que denominaremos ZINB. El modelo con exceso de ceros estima conjuntamente dos ecuaciones: la primera ecuación es un modelo *probit* o *logit* binomial para estimar la probabilidad (q_{it}) de un recuento con valor cero frente a un recuento con valor positivo, y la segunda ecuación estima la probabilidad de observar un recuento positivo según la distribución Poisson o BN. En la estimación podemos utilizar el estadístico de Vuong (Vuong, 1989) para contrastar los modelos ZIP o ZINB frente a los modelos Poisson o BN, respectivamente (7).

IV. RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

Los resultados obtenidos en las estimaciones econométricas de las distintas especificaciones de nuestro modelo quedan recogidos en el cuadro n.º 4. En este cuadro presentamos los resultados correspondientes al modelo ZINB (distribución binomial negativa con exceso de ceros) por ser ésta la especificación que finalmente aceptamos tras contrastar las distribuciones estadísticas alternativas comentadas en el apartado anterior. En particular, y tal como aparece al pie del cuadro n.º 4, el parámetro que capta la sobredispersión en los datos, ϕ, es estadísticamente significativo al 1 por 100 (véase la nota n.º 6). Esto nos llevaría a aceptar la distribución binomial negativa (BN) como preferible a la distribución Poisson. Por otra parte, el *estadístico* de Vuong permite rechazar el modelo BN a favor del modelo ZINB, es decir, los datos confirman la existencia de un mecanismo generador del exceso de ceros presente en nuestra variable dependiente.

Tal como hemos apuntado en el apartado anterior, consideramos como especificación básica de partida de nuestro modelo la presentada en la expresión [4], donde el *input* I+D se aproxima por sus valores corrientes y retardados, hasta el segundo retardo, del gasto real en I+D (en logaritmos). Asimismo, la experiencia acumulada por la empresa y su valor al cuadrado entran en la función como *inputs* adicionales, e independientes, del gasto en I+D que afectan a la consecución de innovaciones. Los resultados correspondientes a esta primera especificación de nuestro modelo se presentan en la primera columna del cuadro n.º 4. En la estimación de esta primera especificación se observa que únicamente el gasto en I+D contemporáneo resulta significativo, siendo el primer y segundo retardo no significativamente distintos de cero.

En la segunda columna del cuadro n.º 4 eliminamos los retardos del gasto en I+D que no han resultado significativos en la estimación anterior, y observamos que la estimación del coeficiente del gasto contemporáneo gana tanto en magnitud como en significatividad. Este resultado puede interpretarse no ya como que únicamente los gastos presentes se traducen en innovaciones presentes, sino como que el gasto contemporáneo (correlacionado con sus valores pasados) es el mejor indicador del nivel de esfuerzo tecnológico que efectúa la empresa.

Por lo que respecta a la variable de mayor interés en este trabajo, esto es, los años de experiencia realizando actividades de I+D por parte de la empresa, los coeficientes estimados muestran un efecto positivo, aunque a una tasa decreciente, de la experiencia sobre los resultados innovadores (8). Este efecto es coherente con lo indicado por los datos en el apartado II, de estadística descriptiva. Según los valores estimados, el número esperado de innovaciones de una empresa en su segundo año de I+D es del orden de 9,5 puntos porcentuales superior al de una empresa que está en su primer año de I+D (para unos mismos valores del resto de *inputs* que intervienen en la generación de innovaciones), y una empresa en su quinto año de I+D tendría un número esperado de innovaciones 29,6 puntos porcentuales por encima del correspondiente al primer año (9).

Con el fin de analizar la robustez de estos resultados a especificaciones alternativas del modelo, hemos llevado a cabo la estimación de una tercera especificación del modelo, presentada en la tercera columna del cuadro n.º 4, donde hemos introducido nueve variables ficticias que recogen otros tantos intervalos de años de experiencia. La amplitud de los intervalos es de dos años. En este caso, encontramos que en los intervalos centrales, esto es, para el cuarto y quinto intervalo (siete-ocho años de experiencia en I+D y nueve-diez años, respectivamente), el efecto es positivo y estadísticamente significativo. Por el contrario, los intervalos superiores presentan coeficientes estimados negativos, si bien no muestran significatividad estadística. En cualquier caso, la conclusión general se mantiene en coheren-

CUADRO N.º 4

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE INNOVACIONES

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Log ID_{it}	0,041*	0,073***	0,089***	0,076***	0,088***
	(0,021)	(0,013)	(0,011)	(0,013)	(0,018)
Log ID_{it-1}	0,019				
	(0,017)				
Log ID_{it-2}	0,016				
	(0,016)				
E_{it}	0,201***	0,116**			0,083*
	(0,058)	(0,045)			(0,050)
E_{it}^2	-0,012***	-0,007**			-0,006*
	(0,003)	(0,003)			(0,003)
E_{it} · log ID_{it}				0,008**	
				(0,004)	
E_{it}^2 · log ID_{it}				-0,0005**	
				(0,0002)	
3 - 4 años de experiencia			0,061		
			(0,142)		
5 - 6 años de experiencia			0,159		
			(0,155)		
7 - 8 años de experiencia			0,328**		
			(0,165)		
9 - 10 años de experiencia			0,311*		
			(0,184)		
11 - 12 años de experiencia			0,284		
			(0,213)		
13 - 14 años de experiencia			-0,027		
			(0,208)		
15 - 16 años de experiencia			-0,265		
			(0,261)		
17 años de experiencia			-0,248		
			(0,311)		
Contratación de personal con experiencia en I+D					0,796***
					(0,240)
Servicios científicos y técnicos	0,212	0,216*	0,221*	0,217*	0,271
	(0,165)	(0,118)	(0,118)	(0,118)	(0,168)
Control de calidad	-0,285*	-0,521***	-0,518***	-0,511***	-0,693***
	(0,163)	(0,136)	(0,134)	(0,136)	(0,172)
Asimilación tecnología importada	0,081	-0,102	-0,099	-0,112	-0,104
	(0,170)	(0,127)	(0,128)	(0,128)	(0,174)
Marketing	0,160	0,250**	0,252**	0,242*	0,093
	(0,177)	(0,126)	(0,128)	(0,127)	(0,144)
Diseño	0,399**	0,340***	0,339***	0,341***	0,481***
	(0,161)	(0,121)	(0,121)	(0,122)	(0,152)
Otras actividades	-0,500*	-0,273	-0,266	-0,267	-1,264***
	(0,269)	(0,206)	(0,209)	(0,207)	(0,239)
Edad	0,002	-0,000	-0,001	-0,000	0,003
	(0,009)	(0,005)	(0,005)	(0,005)	(0,008)
Edad al cuadrado	-0,000	0,000	0,000	0,000	-0,000
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Tamaño pequeño (menos de 200 trabajadores)	-0,023	-0,060	-0,035	-0,035	-0,085
	(0,176)	(0,130)	(0,131)	(0,130)	(0,184)
Constante	-1,203**	1,106	1,267	1,569**	1,501
	(0,475)	(0,809)	(0,798)	(0,777)	(1,055)

CUADRO N.º 4 (continuación)

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE INNOVACIONES

	Ecuación para exceso de ceros				
Contratación externa de I+D sin I+D interna	1,649***	0,893***	0,895***	0,896***	0,913***
	(0,407)	(0,194)	(0,193)	(0,193)	(0,219)
Servicios científicos y técnicos	-0,089	-0,236*	-0,235*	-0,236*	-0,172
	(0,215)	(0,134)	(0,134)	(0,134)	(0,281)
Control de calidad	-0,225	-0,405***	-0,407***	-0,405***	-0,537**
	(0,224)	(0,138)	(0,138)	(0,138)	(0,228)
Asimilación tecnología importada	-0,194	-0,222	-0,217	-0,224	-0,553
	(0,318)	(0,177)	(0,177)	(0,178)	(0,475)
Marketing	-0,500*	-0,393**	-0,390**	-0,396**	-0,546**
	(0,297)	(0,167)	(0,168)	(0,168)	(0,265)
Diseño	-0,391*	-0,596***	-0,601***	-0,597***	-0,647***
	(0,232)	(0,144)	(0,145)	(0,145)	(0,221)
Otras actividades	-1,631	-0,600	-0,589	-0,594	-2,208
	(1,764)	(0,435)	(0,437)	(0,435)	(2,676)
Edad	0,024*	0,010	0,010	0,010	0,010
	(0,013)	(0,007)	(0,007)	(0,007)	(0,011)
Edad al cuadrado	-0,000*	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Tamaño pequeño (menos de 200 trabajadores)	-0,092	-0,012	-0,005	-0,008	0,132
	(0,257)	(0,155)	(0,156)	(0,155)	(0,254)
Constante	-1,206	-0,117	-0,106	-0,121	0,559
	(0,845)	(0,534)	(0,536)	(0,537)	(0,789)
Número de observaciones	6.029	11.243	11.243	11.243	5.546
Log. pseudo-verosimilitud	-10787,26	-18031,96	-18031,02	-18034,44	-8142,36
Ho: $\phi = 0$ (Contraste de sobredispersion)	4,006 ***	4,385***	4,388***	4,393***	4,042***
	(0,267)	(0,213)	(0,213)	(0,214)	(0,179)
Contraste de Vuong de ZINB vs. BN estándar	7,36	10,70	10,70	10,68	8,25
	(P=0,000)	(P= 0,000)	(P=0,000)	(P=0,000)	(P=0,000)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. * significativo al 10 por 100; ** significativo al 5 por 100; *** significativo al 1 por 100.
Todas las estimaciones incluyen diecisiete variables ficticias de tiempo y veinte de sector.

cia con los resultados obtenidos en las columnas primera y segunda: la experiencia tiene un impacto positivo sobre el número de innovaciones conseguidas, este impacto es no-lineal y tiende a desaparecer para valores muy altos de experiencia.

En la cuarta columna del cuadro n.º 4 presentamos los resultados correspondientes a la cuarta especificación de nuestro modelo, en la que consideramos efectos interacción entre el gasto en I+D y los años de experiencia. En este caso, consideramos que la efectividad de las actividades de I+D que lleva a cabo la empresa depende de los años de experiencia en dicho tipo de actividades (véase la expresión [8]), es decir, la elasticidad de las innovaciones con respecto al gasto en I+D es función de la experiencia en I+D. De nuevo, los resultados muestran un efecto positivo de la experiencia a una tasa decreciente. En este caso, la elasticidad de las innovaciones respecto al gasto de la empresa en I+D puede escribirse como $\alpha_0 + \alpha_1 E_{it} + \alpha_2 E^2_{it} = 0{,}076 + 0{,}008 \cdot E_{it} - 0{,}0005 \cdot E^2_{it}$. Podríamos decir, por ejemplo, que las innovaciones en una empresa con cinco años de experiencia en I+D responden un 24 por 100 más a un incremento de un punto porcentual de su gasto en I+D que en una empresa con tan sólo un año de experiencia (10). El mayor valor de la elasticidad se alcanza para una experiencia de ocho años, y comienza a decrecer para valores superiores. Es importante señalar en este punto que, lógicamente, no todos los valores de la experiencia presentan la misma frecuencia en los datos y, en particular, aproximadamente el 87 por 100 de la muestra cuenta con menos de ocho años de experiencia.

Finalmente, la última columna del cuadro n.º 4 presenta los resultados que se obtienen para una especificación similar a la de la columna 2, pero incluyendo la variable dicotómica que indica si la empresa, durante el año en curso, «*reclutó personal con experiencia empresarial en* I+D». Esta variable se muestra altamente significativa en la estimación, indicando la importancia de la experiencia, recogida de forma cualitativa en este caso, en la obtención de innovaciones. Se observa también en esta última columna que el tipo de relación entre los resultados innovadores y los años de experiencia en I+D que se obtenía en la columna 2 se mantiene, si bien la significatividad estadística de los parámetros estimados para las variables E_{it} y E^2_{it} es algo menor (significatividad al 10 por 100, frente al 5 por 100).

Con el objeto de investigar si la censura en la medición de la variable experiencia en I+D genera un problema en nuestras estimaciones, pasamos a detallar a continuación las dos pruebas de robustez de nuestros resultados a este respecto. La primera consiste en la comparación de nuestros resultados con los contenidos en un trabajo propio previo (Beneito *et al.*, 2007), en el cual, con datos desde 1990 hasta 2002, y para dar respuesta al problema aludido, proponíamos una medida de la variable experiencia basada en la predicción resultante de un modelo de duración estimado para los periodos de actividad en I+D que llevan a cabo las empresas. Este procedimiento, mucho más complejo que el aquí propuesto, no ofrecía sin embargo resultados considerablemente distintos, ni cuantitativa ni cualitativamente, a los que presentamos en el cuadro n.º 4. Nuestra interpretación de tal similitud en los resultados es que, posiblemente, la parte de información que no observamos (cuántos años llevaba haciendo I+D la empresa el primer año en que es observada) depende de variables que, al ser incluidas en la estimación de nuestro modelo, controlan en cierto modo la magnitud del efecto de la censura. De hecho, algunas de estas variables (como la edad de la empresa, su tamaño y el sector industrial) resultaban significativas en el modelo utilizado en el mencionado trabajo para explicar la duración de los periodos en los que la empresa realizaba actividades de investigación y desarrollo.

La segunda prueba de robustez por motivo del potencial problema derivado de la censura consiste en estimar nuestro modelo a partir del octavo año en que la empresa es observada. Es decir, en el primer año para el que se efectúa el cálculo de la variable experiencia se cuenta con siete o más observaciones pasadas, presuponiendo que la pérdida de información más allá de dicho retardo no es relevante para la estimación (véase el trabajo de Fernándes e Isgut, 2007, en el cual los autores proponen un procedimiento similar para analizar el efecto de la experiencia en años exportando de las empresas sobre su productividad). Esta prueba nos lleva, de nuevo, a resultados muy parecidos a los que aquí presentamos. De hecho, los valores de los parámetros de interés estimados son incluso algo mayores (y significativos), y no se deriva ninguna conclusión cualitativamente distinta. Esto indica que la experiencia acumulada por las empresas durante 1990-1996 es probablemente una buena *proxy* de su experiencia inobservada previa a 1990, y es por ello por lo que, cuando excluimos en esta segunda prueba de robustez los primeros siete años de datos, nuestros resultados básicamente no cambian (11). Por tanto, en conjunto, no encontramos evidencia de que exista un sesgo apreciable en la estimación del efecto de la experiencia en I+D sobre los resultados innovadores derivado del problema de censura en la medición de nuestra variable de experiencia.

En resumen, la principal conclusión que se deriva de nuestras estimaciones es la aparente existencia de una relación no lineal entre el éxito innovador (consecución de un mayor número de innovaciones) y la experiencia en I+D acumulada por la empresa. Esta conclusión es robusta a las distintas especificaciones utilizadas del modelo y, además, a nuestra medición de la variable experiencia.

Este efecto no lineal de la experiencia es similar al encontrado en estudios de capital humano, en los que la experiencia del trabajador es un componente de dicho capital humano que ejerce un efecto positivo, aunque decreciente, en los rendimientos salariales. De hecho, ya Lucas (1988: 28), en su modelo de acumulación de capital humano vía *learning-by-doing*, afirma: «*Learning-by-doing* en cualquier actividad concreta ocurre rápidamente al principio, después más despacio, y después no ocurre en absoluto». Es decir, el autor considera la existencia de rendimientos decrecientes del aprendizaje. Otra referencia en este sentido es el citado trabajo de Hausman *et al.* (1984), en el cual los autores interactúan una tendencia temporal con los gastos corrientes en I+D, y obtienen un signo negativo de dicha relación. Los autores interpretan este resultado como una disminución de la efectividad de la I+D con el tiempo (pág. 914), resultado que se mantiene robusto a las distintas especificaciones que se hacen del modelo. Este efecto decreciente de la experiencia puede relacionarse también con una disminución en las oportunidades tecnológicas hacia

el final del ciclo de vida del producto de la empresa (veáse, por ejemplo, Utterback y Abernathy, 1975, y Link *et al.*, 1983).

Otros resultados complementarios en el cuadro número 4 son los relativos a las variables ficticias que recogen la realización por parte de las empresas de actividades informales de innovación. Podríamos destacar el efecto significativo y positivo de actividades como el *marketing* o el diseño, mientras que actividades como las de normalización y control de calidad muestran un efecto negativo y significativo.

Con respecto a la variable edad, un resultado a destacar es su no significatividad estadística. Este resultado se mantiene con independencia de que la variable experiencia en I+D sea o no considerada en el modelo. Es decir, la edad de la empresa no parece mantener una correlación significativa con los años de experiencia en I+D, lo que indica que no resulta adecuada como *proxy* de la experiencia de la empresa en un modelo de este tipo. Tampoco la variable de tamaño afecta significativamente al número de innovaciones conseguidas (un resultado presente en otros trabajos, como por ejemplo Jensen, 1987).

Por último, comentamos brevemente los resultados correspondientes a la ecuación auxiliar que predice el «exceso de ceros» en la variable dependiente, que aparecen en la mitad inferior del cuadro n.º 4. En este caso, se está estimando la probabilidad de observar un valor cero para las innovaciones de producto, con lo que un signo positivo (negativo) en un parámetro estimado se interpreta como una mayor (menor) probabilidad de observar un cero conforme aumenta dicha variable. En esta ecuación hemos introducido, entre otras, una variable ficticia que identifica a aquellas empresas que siguen una estrategia de innovación basada única y exclusivamente en la contratación externa de I+D, pero que no cuentan con un laboratorio interno donde realizar este tipo de actividades. En pruebas exploratorias previas, constatamos que esta variable tiene una alta capacidad predictiva de los resultados nulos en nuestra variable dependiente, tal como muestra el valor positivo y altamente significativo de esta variable en la ecuación auxiliar. Respecto a algunas de las variables que hemos denominado variables informales de innovación, como son servicios de información científica y técnica, normalización y control de calidad, *marketing* o diseño, el signo es negativo y significativo, indicando una menor incidencia de resultados nulos cuando las empresas llevan a cabo este tipo de actividades.

V. CONCLUSIONES

La importancia del aprendizaje derivado de la experiencia en cualquier proceso productivo es una idea generalmente aceptada en la literatura económica. Los procesos de generación de innovación son, probablemente, uno de los procesos donde el conocimiento, y su dinámica de acumulación en el tiempo, adquiere mayor importancia. Sin embargo, a nivel empírico, hay una carencia de estudios que analicen explícitamente el papel de la experiencia en los procesos de producción de innovaciones.

El trabajo presentado aporta evidencia respecto al papel de la experiencia como posible determinante del éxito innovador de las empresas. Utilizando datos procedentes de la *Encuesta sobre Estrategias Empresariales* para el periodo 1990-2006, hemos estimado una *función de producción de innovaciones* que relaciona las innovaciones de producto conseguidas por la empresa con su inversión en I+D, pero ampliada para incorporar un nuevo factor determinante del proceso innovador: la experiencia acumulada en el desempeño de dichas actividades de I+D. La variable «experiencia» ha sido medida como el número de años observados que la empresa lleva realizando actividades de investigación y desarrollo.

Nuestros resultados indican que, controlando por el volumen de inversión en I+D que efectúa la empresa y otros factores, los resultados innovadores aumentan con la experiencia acumulada en la realización de actividades de I+D. Los resultados muestran, además, que esta relación es no lineal, siendo el efecto de la experiencia en I+D sobre los resultados innovadores positivo pero decreciente. La literatura teórica sobre *learning-by-doing*, o los modelos de ciclo de vida del producto, ofrecen posibles explicaciones a este efecto decreciente de la experiencia. Este resultado es robusto a las distintas especificaciones estimadas del modelo y a los distintos controles incluidos en la estimación.

Una primera conclusión de nuestro trabajo es que la experiencia en I+D debe considerarse un *input* adicional en el proceso de generación de innovaciones o, lo que es lo mismo, que los *inputs* tradicionalmente incluidos en la estimación de funciones de producción de innovación no son suficientes para dar cuenta de los resultados innovadores. Los resultados econométricos obtenidos ponen también de manifiesto que la consideración de variables como la edad de la empresa o una tendencia temporal no son suficientes para captar el efecto de la experiencia en I+D. Esta conclusión se deriva de la observación de

que el efecto estimado de la experiencia es robusto a la inclusión de dichos controles en la estimación.

Nuestro trabajo apunta derivaciones interesantes para la literatura dedicada al análisis de los procesos de acumulación del conocimiento tecnológico, como son los trabajos que han tratado de definir o medir un *stock* de conocimiento tecnológico que se acumula con el tiempo a la vez que se deprecia con su transcurso. ¿Cómo interviene el aprendizaje derivado de la experiencia en estos procesos? ¿Podríamos pensar que conforme aumenta el tiempo invirtiendo en actividades de I+D la tasa de acumulación de conocimiento crece? ¿Sería razonable el supuesto de que la tasa de depreciación del capital de I+D es menor cuanto mayor es la experiencia ganada en I+D? La investigación realizada en el presente trabajo sugiere la incorporación de estas consideraciones en los modelos teóricos y en las estimaciones econométricas.

Por último, dado que la persistencia temporal realizando actividades de I+D tiene un rendimiento en términos de obtención de innovaciones, las empresas deberían encontrar un incentivo en el planteamiento de sus estrategias de I+D con una perspectiva de continuidad temporal. En este sentido, nuestros resultados pueden resultar útiles a la hora de establecer recomendaciones de política pública que tengan por objetivo el fomento de la producción de conocimiento tecnológico. Por ejemplo, es necesario, entre otras cosas, que la política tecnológica sea planeada con una perspectiva de medio y largo plazo, para permitir que las empresas encuentren un marco institucional estable en materia tecnológica a la hora de tomar sus decisiones sobre innovación.

NOTAS

(*) Las autoras agradecen la ayuda financiera procedente del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Programa de Ayudas a la Investigación 2006) y del Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyectos ECO2008-04576/ECON y ECO2008-06395-C05-03). M.E. Rochina y A. Sanchis agradecen también la ayuda de la Generalitat Valenciana (Programa PROMETEO/2009/068). Los errores que puedan aparecen en el trabajo son responsabilidad exclusiva de las autoras.

(1) Recientemente, las encuestas europeas de innovación (encuestas CIS) recogen información sobre si la empresa realiza o no actividades de I+D de forma continua, revelando así la importancia de considerar este aspecto a la hora de determinar el comportamiento innovador de las empresas. Algunos trabajos con estos datos son los de GRIFFITH *et al.* (2006) y PETERS (2009).

(2) Para más información, véase http://www.funep.es/esee/sp/sinfo_que_es.asp.

(3) PAKES y GRILICHES (1984), PAKES y SCHANKERMAN (1984), HAUSMAN *et al.* (1984) y HALL *et al.* (1986), son algunos de los primeros trabajos que ya abordaron este aspecto. Posteriores aportaciones se pueden encontrar, por ejemplo, en GARCÍA-MONTALVO (1993 y 1997). PAKES y GRILICHES (1984) encontraron que sólo el gasto en I+D contemporáneo y el quinto retardo mostraban efecto significativo sobre la obtención de patentes en el caso de empresas muy intensivas en I+D, mientras que sólo el gasto contemporáneo resultaba significativo en empresas menos intensivas en I+D. El trabajo de HAUSMAN *et al.* (1984) encuentra que, al controlar por efectos fijos, los efectos de los retardos en I+D son difíciles de interpretar, y terminan optando por introducir únicamente el gasto corriente. Los trabajos de GARCÍA-MONTALVO (1993 y 1997), aunque dependiendo del método econométrico utilizado, también encuentran significativos, en general, los primeros retardos.

(4) La ESEE proporciona información sobre estas actividades informales con una periodicidad cuatrienal.

(5) Aplicando las fórmulas del modelo Poisson a nuestra función de producción de innovaciones, tal como se especifica, por ejemplo, en la expresión [2], quedaría como $E[N_{it} | x_{it}] = \lambda_{it} = A(t)\ ID_{it}^{\alpha} \exp\ [f(E_{it}) + z_{it}\ \gamma]$.

(6) En el caso del BN, $E[N_{it}] = \lambda_{it}$ y $Var[N_{it} | x_{it}] = \lambda_{it} + \phi\lambda^2$, donde λ_{it} es el parámetro de la distribución Poisson. Si el parámetro ϕ resulta significativo en la estimación, cabe rechazar el modelo Poisson frente al binomial negativo.

(7) La hipótesis nula del contraste de Vuong es que los dos modelos considerados se aproximan de modo similar a la verdadera especificación. Si se rechaza la hipótesis nula del contraste, se rechaza el modelo Poisson o BN estándar frente a sus versiones corregidas por exceso de ceros.

(8) Nótese que este resultado es independiente de la inclusión o exclusión de los retardos del gasto en I+D en el modelo.

(9) El incremento en los logaritmos del número esperado de innovaciones entre dos periodos t y $t + \tau$, esto es, el incremento porcentual en el número esperado de innovaciones, viene dado por $\log \lambda_{it+\tau} - \log \lambda_{it} = \beta_1 \cdot (E_{it+\tau} - E_{it}) - \beta_2 \cdot (E^2_{it+\tau} - E^2_{it})$, suponiendo todo lo demás constante.

(10) El valor resultante de la elasticidad de las innovaciones respecto al gasto en I+D para un valor de la experiencia de un año sería de 0,0835, mientras que para cinco años de experiencia el valor sería 0,1035.

(11) Estos resultados están disponibles bajo petición a los autores. En cualquier caso, los resultados presentados en la columna 5 del cuadro n.º 4 pueden también considerarse otra prueba de robustez sobre los efectos del problema de censura que nos ocupa, dado que para incluir la variable de contratación de personal con experiencia en I+D (variable que aparece a partir de 1998 en la ESEE) se han tenido que desechar ocho años iniciales de datos.

BIBLIOGRAFÍA

ARROW, K.J. (1962), «The economic implications of learning by doing», *The Review of Economic Studies*, 29 (3): 155-173.

BENEITO, P.; ROCHINA, M.E., y SANCHIS, A. (2007), «R&D-experience and innovation success», *IVIE WP-EC 2007-10*.

CAMERON, A.C., y TRIVEDI, P.K. (1998), *Regresion Analysis for Count Data*, Cambridge, Cambridge University Press.

DOSI, G., y MARENGO, L. (1993), «Some elements of an evolutionary theory of organizational competences», en ENGLAND, R.W., (ed.), *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics,* University of Michigan Press, Ann Arbor.

FAN, J., y GIJBELS, I. (1996), *Local Polynomial Modelling and its Applications*, Londres: Chapman & Hall.

FERNANDES, A.M., e ISGUT, A.E. (2007), «Learning-by-exporting effects: Are they for real?», *MPRA Paper 3121*.

GARCÍA-MONTALVO, J. (1993), «Patents and R&D at the firm level: a new look», *Revista Española de Economía*, monográfico *Investigación y Desarrollo:* 67-81.

— (1997), «GMM estimation of count-panel-data models with fixed effects and predetermined instruments», *Journal of Business & Economic Statistics*, 15 (1): 92-89.

GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J., y PETERS, B. (2006), «Innovation and productivity across four European Countries», *Oxford Review of Economic Policy*, 22 (4): 483-498.

GURMU, S. (1997), «Semi-parametric estimation of hurdle regression models with an application to medic aid utilizations», *Journal of Applied Econometrics*, 12: 225-242.

GUTIÉRREZ, R.G.; LINHART, J.M., y PITBLADO, J.S. (2003), «From the help desk: Local polynomial regression and Stata plugins», *Stata Journal*, 3: 412-419.

HALL, B.H.; GRILICHES, Z., y HAUSMAN, J. (1986), «Patents and R&D: is there a lag?», *International Economic Review*, 27 (2): 265-283.

HALL, B.H.; MAIRESEE, J., y MOHNEN, J. (2009), «Measuring the returns to R&D», *NBER Working Paper Series 15622*.

HAUSMAN, J.; HALL, B.H., y GRILICHES, Z. (1984), «Econometric models for count data with and application to the patents-R&D relationship», *Econometrica*, 52 (4): 354-383.

HIRSCH, W. Z. (1956), «Firm progress ratios,» *Econometrica*, 24: 136-143.

JENSEN, E. J. (1987), «Research expenditures and the discovery of new drugs», *Journal of Industrial Economics*, 36: 83-95.

LINK, A.N.; TASSEY, G., y ZMUD, R.W. (1983), «The induce versus purchase decision: an empirical analysis of industrial R&D», *Decision Sciences*, 14: 46-61.

LUCAS, R.E. Jr. (1988), «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics,* 22: 3-42.

LUNDBERG, E. (1961), *Produktivitet och rdntabilitet*, Estocolmo, P. A. Norstedt and Söner.

NELSON, R.R. (1982), «The role of knowledge in R&D efficiency», *Quarterly Journal of Economics*, 97: 453-470.

NELSON, R.R., y WINTER, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.

NEWELL, A., y SIMON, H.A. (1972), *Human Problem Solving*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

PAKES, A., y GRILICHES, Z. (1984), «Patents and R&D at the firm level: a first look», en Z. GRILICHES (ed.), *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research, University of Chigaco Press: 55-72.

PAKES, A., y SHANKERMAN, M. (1984), «The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources», en Z. GRILICHES (ed.), *R&D, Patents and Productivitiy,* National Bureau of Economic Research, University of Chigaco Press: 73-88.

PETERS, B. (2009), «Persistence in innovation: stylised facts and panel data evidence», *Journal of Technological Transfer,* 34: 226–243.

ROSEN, S. (1972), «Learning by experience as joint production», *The Quarterly Journal of Economics*, 86 (3): 366-382.

ROSENBERG, N. (1976), *Perspectives on Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.

STOKEY, N.L. (1988), «Learning by doing and the introduction of new goods», *The Journal of Political Economy*, 96 (4): 701-717.

UTTERBACK, J.M., y ABERNATHY, W.J. (1975), «A dynamic model of process and product innovation», *OMEGA 3:* 639-656.

VUONG, Q. (1989), «Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypotheses», *Econometrica,* 57: 307–333.

WEST, J., y IANSITI, M. (2003), «Experience, experimentation, and the accumulation of knowledge: the evolution of R&D in the semiconductor industry», *Research Policy*, 32: 809-825.

WRIGHT, T. P. (1936), «Factors affecting the cost of airplanes», *Journal of the Aeronautical Sciences*, 3: 122-128.

COLABORACIONES

III.
EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO EMPRESARIAL

EL IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN I+D+i SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

Raquel ORTEGA-ARGILÉS

Instituto Superior Técnico (IST). Lisboa

Resumen

Partiendo del interés suscitado por las divergencias en materia de productividad del trabajo entre los países desarrollados, principalmente Europa y EE.UU., este trabajo analiza la evolución y los posibles factores explicativos de las diferencias de productividad del trabajo entre Europa y España en las últimas décadas. Entre las posibles causas, destacan las diferencias encontradas en las características del factor trabajo y en la eficiencia en la utilización de capital tecnológico (inversión empresarial en I+D principalmente y el papel de las tecnologías de la información), así como las divergencias en la especialización productiva y comercial. El trabajo presenta evidencia empírica para la economía europea y resalta la importancia de la inversión en I+D como motor de crecimiento empresarial.

Palabras clave: productividad del trabajo, I+D, capital tecnológico, Europa, España.

Abstract

Starting from the interest aroused by the discrepancies in the area of labour productivity amongst the developed countries, mainly Europe and the US, this article examines the trend and possible factors explaining the divergences in labour productivity between Europe and Spain in recent times. The main causes can be found in different characteristics of the labour factor, efficiency in the use of technological capital (private investment, mainly in R&D, and the role of information and communication technologies), as well as divergences in productive and commercial specialisation. The article presents empirical evidence for the European case and underlines the importance of R&D investment as a engine of business performance.

Key words: labour productivity, R&D, technological capital, Europe, Spain.

JEL classification: 014, 047.

I. INTRODUCCIÓN

EL lento crecimiento económico experimentado en los países más industrializados durante las últimas décadas comenzó con un cambio en las tasas de crecimiento a mediados de la década de los años noventa. Esta caída se dio en las principales potencias mundiales, aunque no por mucho tiempo, ya que en los últimos años se ha producido una gran divergencia en las tasas de crecimiento nunca antes observada. Entre las principales causas, la baja productividad por hora y la reducción de la jornada laboral aparecieron como las más importantes, junto con el gran peso del sector servicios.

La brecha transatlántica de la productividad del trabajo ha motivado la aparición de multitud de análisis con el objetivo de analizar los factores que han provocado esta divergencia. La literatura empírica apunta que la relación entre la divergencia internacional y las diferencias existentes entre los países europeos en materia de productividad del trabajo se encuentra principalmente en el sector privado. Entre los factores endógenos a la empresa, destacan las características de la mano de obra (el factor trabajo), las dotaciones de maquinaria (el factor capital físico) y las características en materia de innovación y desarrollo industrial (el factor tecnológico). Adicionalmente, otros factores exógenos que influyen en la productividad del trabajo de igual manera son, entre otros, la localización geográfica, la competencia del mercado, la legislación laboral o el acceso a capital humano.

La reducida inversión empresarial, principalmente en I+D y en nuevas tecnologías, tanto en el caso europeo como en el español, parece deberse a la especialización productiva y comercial basada en sectores intensivos en mano de obra y de bajo contenido tecnológico. Es por ello por lo que la política industrial en los últimos años, con la Estrategia de Lisboa, la Estrategia 2020 y los Planes Nacionales de Reforma, se ha centrado en la creación de empresas de mayor contenido tecnológico, que cuenten con mano de obra más especializada y con una mayor relevancia de las tecnologías de la información y la comunicación.

Este trabajo analiza la evolución de la productividad del trabajo en los países más desarrollados en las últimas décadas, centrándose en las causas fundamentales que han hecho crecer la divergencia de la productividad del trabajo entre la Unión Europea y sus principales competidores, principalmente Estados Unidos. El trabajo también contiene un análisis microeconométrico para el caso europeo. La productividad laboral de España en los últimos años es analizada también, profundizando en los factores que han influido en ella.

II. COMPARACIÓN INTERNACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

1. La evolución histórica. Breve comparativa internacional

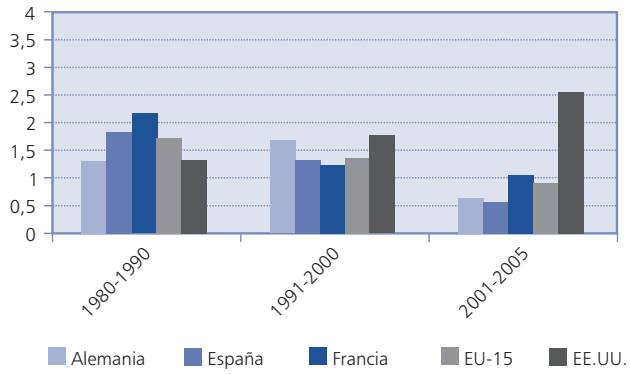
Después de dos décadas de lento crecimiento de la productividad en los países desarrollados a ambos lados del Atlántico, tanto la productividad laboral como la productividad multifactorial se aceleraron a partir de mediados de la década de los noventa (1). En particular, la evolución de la productividad en Europa fue acercándose a la productividad de los EE.UU., llegando a la paridad a mediados de los noventa. Países europeos como Bélgica, Francia e Italia contaban con tasas de crecimiento de la productividad laboral superiores a las de EE.UU., favoreciendo la media de la productividad europea. Tras 1995 se registró la mayor divergencia; EE.UU. experimentó unas tasas de productividad por encima de la media de los países industrializados, mientras que en el conjunto de los países europeos se sufría una desaceleración.

La tasa media anual de crecimiento de la productividad en EE.UU. pasó de un 1,2 por 100 durante el período 1975-1995 a un 2,3 por 100 durante 1995-2006, contrastando con la desaceleración sufrida en la UE, que pasaba de tasas del 2,4 por 100 al 1,5 por 100 en los mismos períodos. Durante este lapso de tiempo, la mayor liberalización del mercado de trabajo, fruto de las nuevas políticas laborales que se habían dado en varios países europeos, motivó un aumento muy importante del empleo. Este crecimiento del empleo trajo aparejado un potencial descenso del nivel de cualificación media de la mano de obra, que pasó a ser considerado una de las mayores causas de la baja productividad en Europa. El hecho de que los estadísticos no parecieran reflejar ninguna variación importante en la cualificación media de los trabajadores de los países europeos, presentando en algunos casos mayores niveles, motivó la necesidad de un análisis más profundo de las causas de la marcada recuperación de la productividad en EE.UU. La mayoría de los análisis concluyeron que la cualificación de la mano de obra parecía explicar la divergencia. Por el contrario, encontraron que los incrementos notables de las inversiones en I+D y la introducción de las llamadas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) eran el motivo principal de dichos incrementos en las tasas de productividad del trabajo en los principales países industrializados (Brynjolfsson y Hitt, 1996; O'Mahony y Van Ark, 2003; Blanchard, 2004; Griffith *et al.*, 2006; Turner y Boulhol, 2008; Van Ark *et al.*, 2008; Dahl *et al.*, 2010).

El gráfico 1 muestra el crecimiento de la productividad del trabajo en las últimas décadas en algunos países europeos, para la media de la Unión Europea 15 y en EE.UU. Como puede observarse, estas tasas de crecimiento han mostrado una gran variación. Entre las diferencias, Alemania ha presentado tasas parecidas a las de EE.UU. en los últimos años, Francia incluso por encima, mientras que otro grupo de países, entre ellos España, continúan estando muy rezagados. Aunque existe una divergencia en media, casi todos los países parecen presentar una reducción en el crecimiento de la productividad con respecto a Estados Unidos.

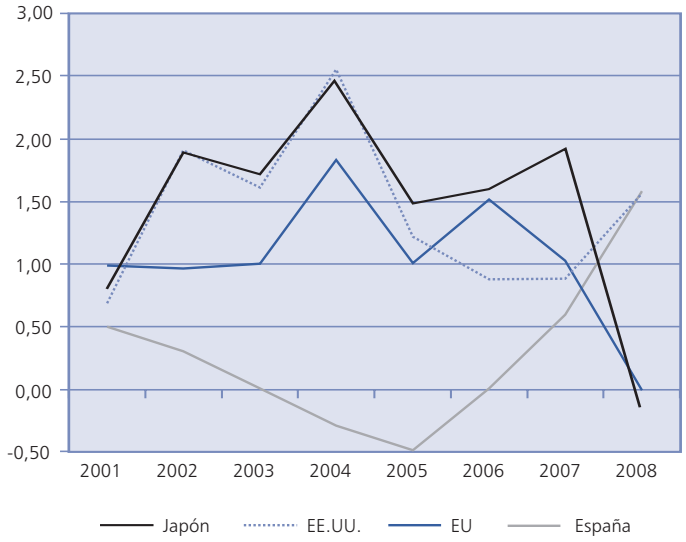
Desde 1999, la brecha de la productividad entre Europa y EE.UU. aumentó debido a que la productividad por hora en Europa decreció de un 89,2 por 100 con respecto del nivel de EE.UU. en 1999 a un 86 por 100 en 2003 (Veugelers, 2006). Como muestra el gráfico 2, a lo largo del pe-

GRÁFICO 1
CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO, COMPARATIVA INTERNACIONAL (1980-2005)*



* UE-15 y Alemania se refieren a la antigua Alemania Occidental (1984-1990 para UE-15). Productividad del trabajo definida como PIB por ocupado.
Fuente: Base de datos AMECO de la Comisión Europea y elaboración propia a partir de Gual *et al.* (2006).

GRÁFICO 2
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD POR PERSONA EMPLEADA 2001-2008 (PORCENTAJE DE CAMBIO)



Fuente: Eurostat. EU se refiere a la Unión Europea de los 27. Los años 2007 y 2008 para Japón y EE.UU. son estimaciones.

ríodo 2000-2008, los países industriales presentaron una evolución de la productividad del trabajo muy dispar. EE.UU. y Japón se encontraban muy por encima del caso europeo, y más aún del caso español. A mediados de la década analizada, se observa que la productividad aumentó en EE.UU. y Japón por encima del 2 por 100 con respecto al 1,5 por 100 en la UE, reflejando un uso más eficiente del capital físico, del trabajo y de otros factores de crecimiento en aquéllos (2). En 2008, la UE experimentó un crecimiento medio de la productividad en torno al 0,2 por 100, descendiendo con respecto al 1,3 por 100 de 2007. La causa del descenso del crecimiento medio experimentado en los últimos años se hallaría en la recesión mundial, que ha provocado una reducción en la eficiencia de la producción global tanto en el sector manufacturero como en los servicios.

2. Explicaciones de la brecha transatlántica

La literatura ha intentado explicar la brecha transatlántica en la productividad, y las diferencias entre los estados miembros europeos, mediante características internas a las empresas y mediante una serie de factores exógenos resultado de las políticas industriales aplicadas, e influenciados en parte por las características del entorno competitivo internacional.

Entre los factores internos a la empresa que influyen en las diferencias de productividad destacan los aspectos relacionados con el factor trabajo, como los incrementos de mano de obra de baja calidad debido a políticas laborales expansivas (3), la baja o reducida inversión en capital físico (*capital deepening)* y el reducido peso del capital tecnológico o inversión en I+D+i (4). Independientemente de los factores antes comentados, se ha observado un deterioro general de la llamada productividad total de los factores, es decir, de la eficiencia total de los factores en la producción (Veugelers, 2006; Ortega-Argilés *et al.*, 2010a, entre otros).

Aunque son muchos los aspectos que influyen en los factores antes comentados, la literatura apunta a la diferencia estructural, o la llamada *especialización productiva o comercial*, como una de las mayores causas de las divergencias de productividad entre las economías, ya que parece tener una influencia notable en el rendimiento de los factores. La evidencia empírica parece encontrar en las diferencias estructurales la explicación de la brecha en materia de productividad (Oliner y Sichel, 2000; Stiroh, 2002; Jorgenson *et al.,* 2008; European Commission, 2008), ya que a nivel interno las empresas parecen presentar un comportamiento innovador similar (Ortega-Argilés y Brandsma, 2010).

El porcentaje de las empresas en sectores intensivos en I+D, en general, y en tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en particular, se muestra como el factor que más contribuye al crecimiento de la productividad entre los países industrializados, debido principalmente a que cuentan con mano de obra altamente cualificada e invierten fuertemente en I+D+i (Uppenberg, 2009; Dahl *et al.,* 2010).

Aunque la UE ha experimentado un incremento del peso de los sectores de mayor contenido tecnológico con respecto a los más intensivos en mano de obra en los últimos años, EE.UU. se encuentra a la cabeza, con una estructura industrial centrada fundamentalmente en los sectores de alto contenido tecnológico y en los servicios que son los mayores contribuidores a la productividad (Daveri, 2002

y 2004; Crespi y Pianta, 2008; Castany y Callejón, 2008; O'Mahony y van Ark, 2003; Van Ark *et al.,* 2008; Inklaar *et al.,* 2008) (5). Así, la UE, con una ventaja competitiva en sectores de medio o bajo contenido tecnológico e intensivos en mano de obra, no puede llegar a los niveles de productividad de Estados Unidos, debido en parte a que EE.UU. ha apostado en los últimos años por nuevos sectores emergentes en los cuales el peso de las nuevas tecnologías y el capital tecnológico aparecen como factores motores de su crecimiento y competitividad.

Un análisis de la evolución experimentada en el peso de los sectores se puede encontrar en los gráficos 4 a 7, en donde se observa cómo la UE ha experimentado una reestructuración de los sectores económicos en los últimos años, con una reducción notable de la agricultura y un incremento fuerte del sector servicios. Europa aparece fuertemente centrada en las industrias con habilidades técnicas medias.

La ventaja comparativa europea parece encontrarse en los bienes manufactureros industriales, aparece fuerte en manufacturas tradicionales y en industrias donde (principalmente) las innovaciones de proceso surgen por I+D interna, si bien no es así en aquellas manufacturas tecnológicamente más avanzadas o consideradas *specialized suppliers*. Las tasas de crecimiento de la productividad europea de los últimos años muestran descensos continuados. Ello claramente indica que las manufacturas en Europa no contribuyen en gran medida al crecimiento de la productividad. Con el fin de experimentar unas tasas más cercanas a las americanas o japonesas, Europa debería de ajustar su composición sectorial hacia los sectores más intensivos en tecnología.

III. LA CONTRIBUCIÓN DE LA I+D A LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

El análisis del resultado empresarial y de sus determinantes ha sido uno de los mayores y más controvertidos temas en la economía aplicada de los últimos años (Griliches, 1958; Mansfield, 1965, 1980, como trabajos pioneros, y otros). La aparición de nuevas teorías, incluyendo las de crecimiento endógeno, con ejemplos como los trabajos de Romer (1990) o Aghion y Howitt (1992), han evolucionado mostrando que el resultado económico está positivamente correlacionado con el flujo de nuevos productos que introducen innovaciones radicales e incrementales.

Está comúnmente aceptado que la I+D, o capital tecnológico, entendiéndose como tal los conocimientos avanzados de la empresa, contribuye notable y positivamente al resultado empresarial, ya sea medido por incrementos en la producción, en las ventas, productividad, en el valor de mercado de la empresa o en los beneficios empresariales (Griliches, 1958; Romer, 1990; Geroski, Machin y Van Reenen, 1993; Jones, 2002, entre otros). Como indicador de este capital intangible, la literatura utiliza el gasto acumulado en I+D que realiza la empresa a lo largo del tiempo, incluyendo la contratación a terceros o el uso de licencias y asistencia técnica.

Cuál es el papel que la innovación juega en el crecimiento de la productividad ha sido el objeto de muchos estudios en diferentes niveles y contextos. La literatura apunta a dos principales desafíos en este tipo de análisis: por un lado, cuál es la mejor forma de medir la innovación, y por otro, la búsqueda de datos comparables para el conjunto de estados que forman la UE (6) (Griffith *et al.*, 2006; entre otros). Con el fin de subsanarlos, la mayor parte de estudios se han centrado en el uso de los gastos de I+D y las patentes como indicadores principales del proceso innovador. El mayor beneficio de utilizar este tipo de indicadores es la disponibilidad de fuentes estadísticas que recogen este tipo de datos y la objetividad de los mismos. Por el contrario, la mayor crítica radica en el hecho de que el indicador de gastos de I+D únicamente recoge los factores de entrada (o *inputs*) del proceso productivo, y no tiene en cuenta la productividad y la eficiencia del esfuerzo.

1. Revisión de la literatura: el caso europeo

El estudio de los diferentes determinantes que explican la productividad ha recibido mucha atención. Existen algunas revisiones de la literatura; por ejemplo, el trabajo de Mairesse y Sassenou (1991) o las realizadas por Griliches (1995, 2000). Tal y como se menciona en el apartado anterior, existen algunos aspectos que deben tomarse en cuenta a la hora de analizar el efecto de la innovación en la productividad, a los que se suma la carencia de buenos datos con información comparable para los distintos estados miembros de la UE. Estos factores imposibilitan la realización de estudios comparativos para los diferentes países europeos. La literatura muestra análisis agregados, análisis sectoriales y análisis macroeconómicos. Todos concluyen que la inversión en capital tecnológico ejerce un efecto positivo sobre la productividad empresarial, y que este efecto varía en función del sector y del país.

Respecto a los estudios comparativos entre el caso europeo

y el americano destacan, entre otros, los trabajos de Rincón y Vecchi (2003) y O'Mahony y van Ark, eds. (2003). Según Rincón y Vecchi (2003), quienes analizan el papel de la I+D en la productividad para el período 1991-2001, las empresas que registraron I+D se mostraron más productivas que las que no la registraron. En el caso americano, la I+D ejerce un papel significativo en la productividad de las empresas tanto manufactureras como de servicios. En el caso europeo, solo se encontró ese efecto significativo para el caso de las manufacturas en Alemania, Francia e Inglaterra. O'Mahony y Van Ark (2003) realizan también un estudio en el que se compara el caso europeo con el americano. En el estudio concluyen que los datos (7) muestran una importante variación en los resultados entre industrias, países y períodos temporales. Mientras que observan tasas de crecimiento de dos dígitos en los sectores productores de TIC, los servicios en cambio aparecen con tasas negativas, como en el caso del sector transportes o en industrias de servicios empresariales.

Desde los artículos pioneros de Griliches hasta artículos más recientes —como los de Klette y Kortum (2004), Janz *et al.* (2004), Rogers (2006), Lööf y Hesmati (2006), y Ortega-Argilés *et al.* (2010a y 2010b)—, todos confirman y concluyen que las actividades de la empresa dirigidas a incrementar y aplicar el conocimiento tecnológico repercuten positivamente en la productividad empresarial. La literatura también apunta que las innovaciones de producto parecen ejercer un efecto positivo mayor que las innovaciones de proceso (8).

Respecto al método, y básicamente como consecuencia de la calidad de los datos, la mayoría de estudios en esta materia realizan análisis de corte transversal para un solo país o para un conjunto seleccionado de industrias. En las últimas décadas, han aparecido una serie de estudios que han llevado a cabo análisis similares para diferentes países europeos mediante la utilización de la *Community Innovation Survey* (CIS) o *Encuesta de innovación en las empresas,* la cual ha permitido la realización de estudios bajo el mismo enfoque con indicadores comunes que facilitan la comparación internacional.

Janz *et al.* (2004), Griffith *et al.*, (2006) y Mohnen *et al.*, (2006) son tres ejemplos de trabajos que, utilizando datos de la CIS, realizan comparaciones a escala internacional para una serie de países europeos.

Janz *et al.* (2004) comparan el vínculo entre innovación, I+D y productividad para los casos sueco y alemán mediante muestras de datos extraídas de la encuesta CIS3 (1998-2000). La elasticidad de la productividad del trabajo con respecto al resultado innovador y la elasticidad del resultado innovador con respecto a la inversión en innovación parecen presentar resultados muy similares para los dos países analizados, siendo positivas y significativas en todas las estimaciones presentadas. Sin embargo, el trabajo muestra que existen otras variables que son específicas del país y que influyen de forma diferente, como es el caso del ámbito geográfico del mercado o el sistema de incentivos públicos a la investigación y desarrollo.

Griffith *et al.* (2006) analizan con datos armonizados de la CIS3 (1998-2000), y mediante un modelo estructural, la influencia de la innovación en la productividad empresarial de los mayores países europeos (Francia, Alemania, España e Inglaterra). Los resultados presentados son similares a los encontrados en otros trabajos. No parecen existir grandes diferencias en el efecto positivo de las inversiones en I+D+i en la productividad de las empresas; si bien, como ya habían encontrado otros trabajos, las subvenciones gubernamentales de apoyo al esfuerzo innovador parecen ser determinantes en todos los países analizados. En cuanto al resultado innovador, las innovaciones de proceso parecen jugar un papel determinante en los incrementos de la productividad en las empresas francesas, resultado que no parece encontrarse en otros países. En el caso de las innovaciones de producto, el resultado es concluyente, la innovación de producto ejerce un efecto positivo en Francia, España e Inglaterra.

Entre los trabajos realizados destaca el de Mohnen *et al.* (2006), en el que se comparan los datos de la CIS1 (período 1990-1992) correspondientes a siete países (Alemania, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Alemania, Holanda, Noruega e Italia). Los resultados muestran que existen importantes diferencias en la intensidad innovadora de los países medida como el porcentaje de ventas asociadas a innovaciones sobre el total de las ventas, principalmente en los sectores de alto contenido tecnológico. Las conclusiones muestran disparidades en la intensidad innovadora de los sectores de alto contenido tecnológico en los diferentes países que no necesariamente residen en diferencias estructurales.

Debido a la importancia de la especialización productiva y al enorme peso de los factores sectoriales, algunos estudios se han centrado en las posibles diferencias existentes en la relación I+D y productividad entre sectores o ta-

xonomías sectoriales. Se concluye que los sectores basados en la ciencia o basados en las industrias TIC se muestran más eficientes en el uso y el rendimiento del capital tecnológico en cuanto a la productividad que aquellas empresas que no pertenecen a este grupo de sectores (Griliches y Mairesse, 1982; Cuneo y Mairesse, 1983; O'Mahony y van Ark, 2003; Inklaar *et al.,* 2008). Los sectores de mayor contenido tecnológico muestran una elasticidad mayor del factor capital tecnológico sobre el resultado empresarial si se comparan con sectores de menor contenido tecnológico (Verspagen, 1995, a escala sectorial; Wakelin, 2001, para el caso inglés; Mohnen *et al.,* 2006; Ortega-Argilés *et al.*, 2010b, para el conjunto de la UE).

2. Análisis microeconométrico de la contribución de la I+D a la productividad empresarial

La metodología para estimar el impacto de la I+D sobre la productividad es similar en todos estos estudios. La rentabilidad social, en el sentido agregado, de un factor de producción (sea capital físico, capital de conocimiento o tecnológico, o capital humano) se obtiene típicamente planteando la estimación de una función de producción Cobb-Douglas ampliada, en la que el valor añadido agregado o por trabajador es función del capital físico, del factor trabajo y del *stock* de conocimientos.

Es común en este tipo de estudios incorporar el *stock* de los factores que entran en la función de producción mediante el método del *stock de inventario permanente.* Detrás de la introducción del *stock* de los factores, en lugar de la variable en niveles, está el concepto de aprendizaje acumulado que se obtiene en la incorporación de este tipo de factores a lo largo del tiempo. En el caso de capital tecnológico, resulta común entender que existe un efecto aprendizaje a lo largo del tiempo que genera mayores rendimientos de los factores en la productividad. Algunos ejemplos de trabajos que han utilizado *stocks*, en lugar de variables en niveles o tasas, son Hulten (1991), Hall y Mairesse (1995), Beneito (2001), Parisi *et al.* (2006) y Ortega-Argilés *et al.* (2010a y 2010b).

El *stock* de conocimientos se mide habitualmente como la suma acumulada de los gastos de I+D a partir de un momento inicial, y suponiendo una determinada tasa de depreciación (9).

Los resultados cuantitativos de la literatura se deben interpretar como el efecto que tiene, en promedio, el capital tecnológico o el esfuerzo en I+D sobre el resultado empresarial medido como la productividad del trabajo.

Como ejemplo, y en línea con los resultados obtenidos para el caso de las manufacturas europeas, se realiza el siguiente ejercicio microeconométrico, en el que se observa, para un panel de datos europeo de manufacturas y servicios, cuál es la contribución de los tres principales factores (el factor trabajo, el factor capital y el factor tecnológico) en la productividad empresarial.

La muestra se compone por 532 empresas europeas altamente intensivas en I+D durante el período 2000-2005 (10). Las empresas incluidas pertenecen a un total de catorce países europeos (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Italia, Noruega, Suecia y Suiza).

El cuadro n.º 1 muestra los resultados del análisis econométrico de la contribución del peso de los factores en la productividad empresarial para una muestra de empresas europeas, incluyendo manufacturas y servicios. El análisis se reproduce únicamente para un grupo de empresas pertenecientes a sectores de alta intensidad en I+D siguiendo las clasificaciones sectoriales de ICB y de la OCDE (11). Como puede observarse en el caso de los resultados para el total de la muestra, los tres factores introducidos son significativos, siendo positivos en el caso de las inversiones en capital tecnológico y capital físico, y negativos, como la literatura previa ya mostraba, para el caso del factor trabajo. Si nos centramos en los resultados de los sectores de intensidad alta, observamos que el capital tecnológico o la inversión en I+D aparece como el factor determinante en la explicación de la productividad laboral en sectores altamente tecnológicos.

El análisis ha sido realizado mediante la estimación de efectos aleatorios para datos de panel. La elección de esta técnica permite la incorporación en el análisis de conjuntos de variables dicotómicas que capturan los componentes sectoriales, temporales y territoriales. Así, el modelo analiza la contribución de los diferentes factores a la productividad laboral teniendo en cuenta las características del sector en el que la empresa opera (componente sectorial), del ciclo económico (componente temporal) y del territorio en el que está localizada (componente territorial). Si bien hay que destacar que la globalización y las nuevas tecnologías han facilitado a las empresas a operar en un ámbito supranacional, reduciendo el peso de la localización geográfica, existen factores internos a la empresa en los que influye claramente el entorno geográfico, princi-

CUADRO N.º 1

RESULTADOS ECONOMÉTRICOS. LA CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO

	Total de la muestra	*Sectores de intensidad alta en I+D*
Factor tecnológico	0,10 (0,02)	0,14 (0,03)
Factor capital	0,12 (0,02)	0,02 n.s. (0,02)
Factor trabajo	-0,11 (0,02)	-0,12 (0,03)
Componente sectorial	382,93 (0,00)	29,93 (0,00)
Componente temporal	95,68 (0,00)	43,91 (0,00)
Componente territorial	32,70 (0,00)	85,55 (0,00)
R^2	0,65	0,56
Observaciones	1.787	600
Empresas	532	170
Estimación	Efectos aleatorios	Efectos aleatorios

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis; todos los coeficientes son significativos al 99 por 100, excepto los que contienen el superíndice n.s. que son no significativos.
Fuente: A partir de Ortega-Argilés *et al.* (2010a).

palmente el acceso a mano de obra altamente cualificado y la legislación del mercado de trabajo. La importancia de los componentes introducidos (temporal, sectorial y geográfico) se observa claramente en los resultados, al presentar estadísticos de significación conjunta del grupo altamente significativos. Además, la incorporación de estos componentes incrementó notablemente la significación conjunta del modelo.

IV. LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO EN ESPAÑA

1. Evolución histórica y comparativa internacional

En los últimos años, España ha logrado un importante avance en la convergencia del bienestar con la UE y los Estados Unidos (Estrada *et al.*, 2006; Gual *et al.*, 2006; FECYT, 2007). Si bien el modelo sobre el que se ha sustentado la economía española en las dos últimas décadas ha permitido situar a España en un lugar destacado en el escenario socioeconómico internacional, los datos y los estudios empíricos de los últimos años han destacado su mala situación en materia de productividad del trabajo con respecto a los demás estados miembros.

Desde la década de los noventa, España es el país de la UE que ha presentado un deterioro más importante en la evolución de la productividad del trabajo; en concreto, experimentó en el período 1995-2000 una reducción de las tasas de productividad laboral, pasando del 0,4 por 100 al -0,6 por 100 en el período 2000-2005. Esta evolución contrasta con la media comunitaria, que ha experimentado crecimientos en torno al 1,4 por 100 en los últimos años. España, junto con Italia, fueron los países de la zona euro que registraron peores evoluciones de productividad en 2005, cuando ésta descendió un 1,3 por 100. Además, en el período 2001-2008, cuando la tasa anual acumulativa de la productividad por hora trabajada media del conjunto de la UE-15 fue del 1,3 por 100, España únicamente experimentó una tasa del 0,9 por 100 anual.

El reducido crecimiento de la productividad en España se debe a un modelo de crecimiento de la producción basado en sectores intensivos en mano de obra, pero con escaso *stock* de capital por empleado, escaso nivel medio de formación y una reducida incorporación de progreso técnico. Como se puede observar en el gráfico 3, la contribución al valor añadido total por sector diverge con respecto a la media de la UE y a la Zona Euro para el año 2007. La construcción y los servicios relacionados con el comercio, el transporte y las comunicaciones tienen un peso más importante en la economía española que para la media europea. Este tipo de sectores se caracterizan por ser intensivos en trabajo y con un nivel de cualificación reducida, y su contribución a la productividad empresarial es más reducida que sectores que poseen una mano de obra más cualificada, como los sectores TIC o los basados en la ciencia.

Pese a ello, el empleo industrial en España ha crecido desde mediados de los años noventa y la cuota de mercado de las exportaciones industriales españolas se ha situado en un nivel cercano al 2 por 100 mundial, lo que refleja un buen comportamiento general de la industria (gráfico 6). La mejora en el entorno financiero, la continuada estrategia de moderación salarial y el empuje de la demanda han permitido explotar las ventajas competitivas de la industria hasta 2005, pese a la aparición de nuevos países competidores como los países de la integración europea y las economías asiáticas emergentes.

GRÁFICO 3
CONTRIBUCIÓN INDUSTRIAL AL VALOR AÑADIDO TOTAL. COMPARACIÓN INTERNACIONAL, AÑO 2007

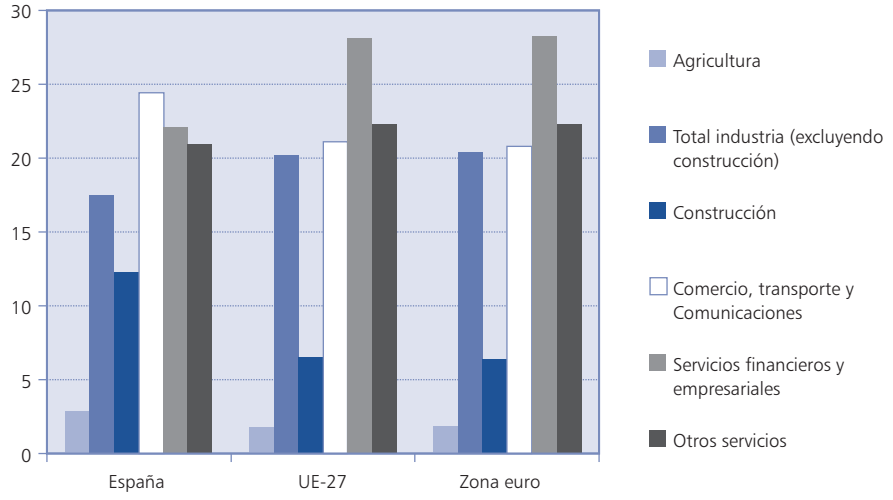
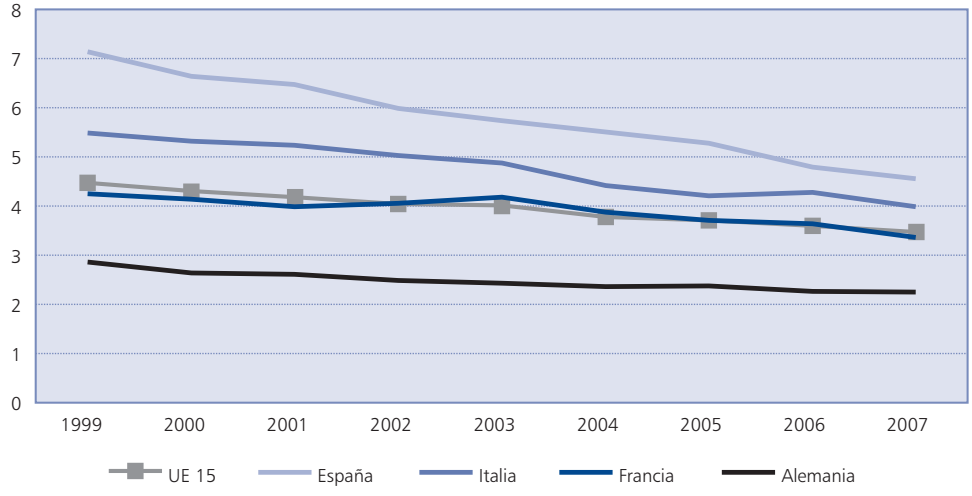


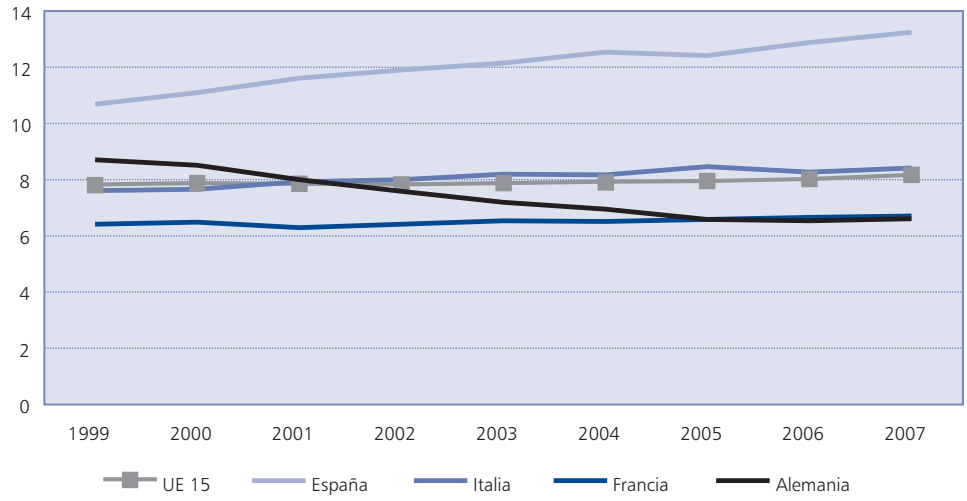
GRÁFICO 4
EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE POBLACIÓN ACTIVA EN LA AGRICULTURA



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, *Encuesta de fuerza del trabajo.*

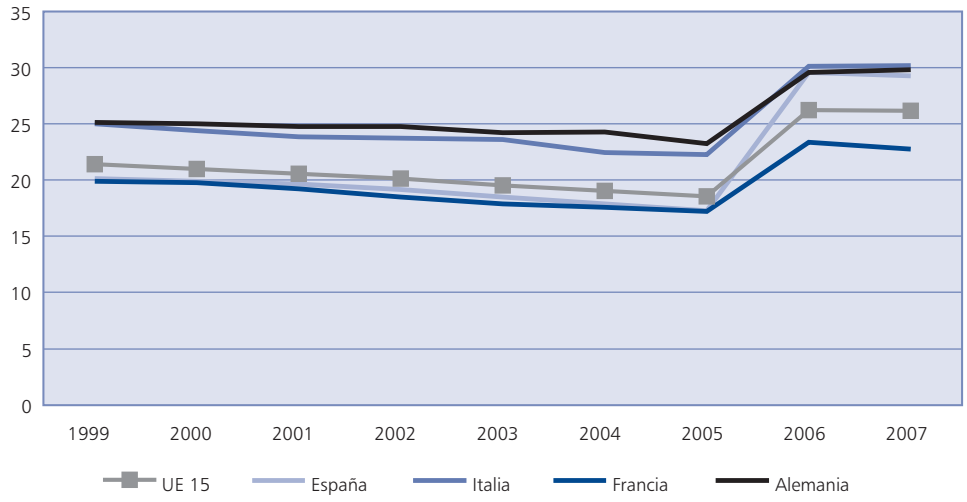
Como muestran los gráficos 4 a 7, la economía española ha experimentado en los últimos años una evolución en materia de reestructuración industrial fruto de las políticas industriales puestas en marcha. La economía española ha aumentando el peso de los servicios a costa de ir reduciendo progresivamente el peso relativo del sector agrícola y los sectores industriales de más baja intensidad tecnológica, presentando todavía una especialización relativa en sectores de economía

GRÁFICO 5
EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE POBLACIÓN ACTIVA EN LA CONSTRUCCIÓN



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, *Encuesta de fuerza del trabajo.*

GRÁFICO 6
EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE POBLACIÓN ACTIVA EN LA INDUSTRIA

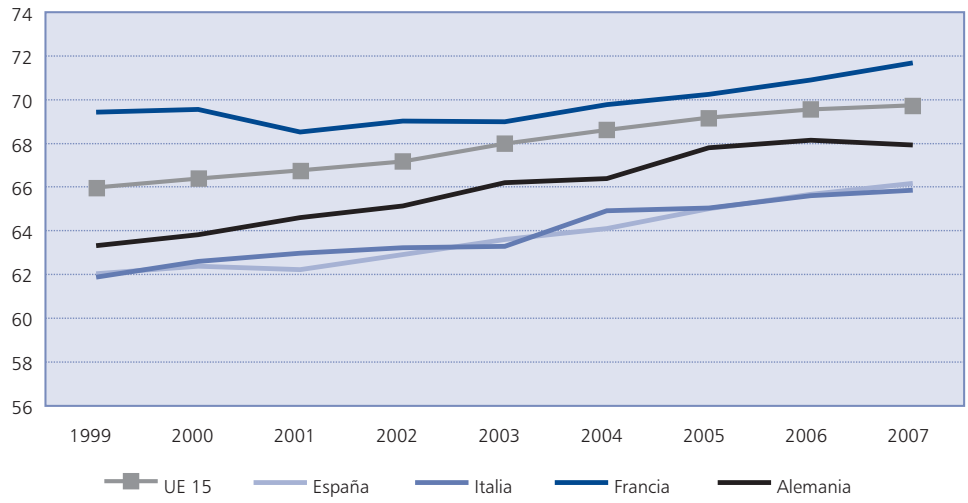


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, *Encuesta de fuerza del trabajo.*

del conocimiento medio-alto o medio-bajo. A pesar de todo, dentro de los sectores clasificados como no intensivos en conocimiento es posible encontrar empresas dotadas de niveles de competitividad muy elevados y competitivas internacionalmente, por ejemplo en la industria alimentaria o la del metal (Pérez *et al.*, 2004; Trullén, 2006; Castany y Callejón, 2008).

Es por ello por lo que en España ha aumentado la sensibili-

GRÁFICO 7
EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE POBLACIÓN ACTIVA EN LOS SERVICIOS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, *Encuesta de fuerza del trabajo.*

dad sobre la necesidad de incrementar el gasto en I+D con el fin de dotar a la economía de mayores niveles de crecimiento, productividad y competitividad con respecto a las otras regiones del mundo. España ha establecido el Plan Nacional de I+D como el instrumento del Estado que debe contener los programas de actuación, y los instrumentos para su aplicación, necesarios para alcanzar, entre otros, el progreso del conocimiento y el avance de la innovación, el desarrollo y el fortalecimiento de la capacidad competitiva de la industria y, en última instancia, el crecimiento económico, el fomento del empleo y la mejora de las condiciones de trabajo (FECYT, 2007).

2. Factores internos a la empresa

Si bien la inversión en I+D+i aparece como uno de los factores clave para el crecimiento y la recuperación, ésta requiere también de una inversión continuada y eficiente tanto en capital físico como en el factor trabajo. Así, la introducción de aplicaciones informáticas (TIC) y estrategias de recursos humanos, ya sea mediante una formación continuada de la mano de obra o mediante prácticas relacionadas con la flexibilidad laboral, son medidas determinantes que influyen directamente en la productividad del trabajo (Gual *et al.*, 2006; Mas y Quesada, 2005; Hernando y Núñez, 2004, entre otros).

2.1. *El factor trabajo*

Desde los años noventa, la economía española ha presentado un *crecimiento del empleo* y una mejora notable en la cualificación de la mano de obra. El crecimiento del empleo se ha llevado a cabo gracias a un fuerte aumento de empleos de baja cualificación y de la inmigración, factores que han provocado una reducción de la competitividad.

Si bien se ha producido un incremento de empleos con relativamente baja cualificación, algunos estudios muestran que la *cualificación media de la mano de obra* ha aumentado sustancialmente en España durante los últimos años, y es la poca eficiencia de la fuerza laboral lo que reduce su productividad (12). Si se compara la formación de la sociedad actual con la de las pasadas generaciones, se puede observar que un 40 por 100 de los jóvenes españoles entre 25 y 34 años cuenta con un alto grado de formación, mientras que en la generación precedente este porcentaje apenas suponía el 20 por 100.

Aunque los datos parecen mostrar que la cualificación de la mano de obra es mayor en los últimos años, algunos factores que influyen en la efectividad de la mejora de la cualificación laboral todavía parecen ausentes en el caso español. Factores relacionados con mejoras de la organización o cambios en las prácticas laborales

elevarían la efectividad de la formación continua y dotarían de una mayor flexibilidad al mercado laboral, configurándose así como factores claves para la competencia de la economía.

Al parecer, la especialización sectorial de los estados miembros también tiende a determinar el nivel de cualificación requerido para entrar en el mercado laboral. Como apunta la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2009), no parece que la demanda de puestos de trabajo de alto contenido tecnológico o de tecnologías de la información y las comunicaciones vaya a aumentar en los próximos años. De ahí que no se esperen unas diferencias notables en cuanto a la media de cualificación de la mano de obra en muchos países europeos, entre ellos España.

Por último, otro de los factores que ejercen influencia en la productividad laboral es la duración de la *jornada laboral*. España aún sigue teniendo una de las jornadas laborales medias más altas de Europa. Como ejemplo, mientras que la duración de la jornada anual de los diez países con mayor PIB per cápita ha caído de media un 25 por 100 en los últimos sesenta años, en España sólo se ha reducido un 13 por 100. Los principales motivos por los que parece no haber sido exitosa la jornada a tiempo parcial en España se encuentran en la tardía incorporación de la mujer al mercado de trabajo y la desfavorable legislación del mercado laboral.

2.2. *El factor tecnológico: el gasto de I+D+i*

Otro de los motivos que explican la reducida productividad de España con respecto a otros países desarrollados es el escaso *gasto en I+D+i* en el sector industrial (COTEC, 2004 y 2006; Busom, 2005; Castany y Callejón, 2008). Los últimos resultados de la *Encuesta de innovación de las empresas* (CIS4) demuestran una importante debilidad del conjunto de empresas españolas en materia de innovación. Así, sólo un 35 por 100 de las empresas españolas se consideran innovadoras, en comparación con el 42 por 100 del conjunto de las empresas de la UE 27 para el período temporal 2000-2004. El conjunto de indicadores sobre innovación también demuestra la debilidad general en el conjunto del proceso innovador de la economía española, y la tendencia a acentuar la distancia respecto a los países comunitarios más avanzados (European Commission, 2006). La matización, en este caso, reside en la existencia de innovaciones de proceso o de producto que no implican necesariamente I+D, como las basadas en el diseño o la moda. Como indican los estudios, este factor se ve fuertemente afectado por las políticas de estímulo a la innovación en la empresa mediante el uso de subvenciones e incentivos para investigación y desarrollo.

Finalmente, el reducido *uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones* (TIC) está detrás de esa baja productividad. Existen varios estudios en los que se analiza el efecto positivo de las TIC sobre la productividad empresarial (Dans, 2001; López Sánchez, 2004; Hernando y Núñez, 2004). Según la evidencia empírica, la relación entre la productividad y las tecnologías de la información en España presenta una dinámica muy similar a la que se da en los países de la OCDE. Esta dinámica se caracteriza por un impacto positivo del nivel de implantación de las TIC sobre la productividad empresarial y de la economía en su conjunto. La magnitud del impacto parece ser no lineal, disminuyendo a medida que transcurre el tiempo de aplicación y variando en función del nivel de implantación y del tamaño empresarial de las empresas en las que se implanta la tecnología.

2.3. *El papel de la especialización productiva y comercial*

Como se ha analizado en epígrafes anteriores, el nivel de productividad de las empresas de un determinado país no es independiente de los sectores y las gamas de productos en los que las empresas se especializan. España presenta una trayectoria de especialización sectorial muy estable durante 1985-2005. Se observa que en la economía española parece aumentar el peso de los sectores de mayor contenido tecnológico, al tiempo que pierden peso algunos sectores de menor intensidad tecnológica (ver gráficos 4 a 7).

La especialización productiva española siempre se ha caracterizado por sectores manufactureros en actividades tradicionales y en actividades de intensidad tecnológica baja o media, ya bastante maduras (Gordo *et al.* 2003; Pérez *et al.,* 2004; Castany y Callejón, 2008). España ha experimentado un cambio a favor de las actividades avanzadas superior al comunitario, con lo que, junto con una acertada combinación de ventajas de costes y localización en relación con los mercados europeos, ha conseguido obtener una capacidad exportadora destacable en comparación con otros estados miembros. Junto a esas actividades manufactureras, la consolidación de España como potencia turística ha contribuido a equilibrar nuestra balanza por

cuenta corriente y a completar el perfil de especialización productiva de la economía española.

Nuestras fortalezas relativas están en los bienes de consumo, y nuestras debilidades son nítidas en los bienes primarios e intermedios y los equipos. Este hecho concuerda con la orientación productiva española, que da más peso a las actividades de contenido medio-alto y medio-bajo que a las de alto contenido tecnológico (13).

El cambio estructural hacia actividades de mayor contenido tecnológico es el que permite atraer y retener capital humano, y desarrollar la acumulación de otros tipos de intangibles que refuerzan la productividad de la economía y su capacidad de generar empleos de calidad e innovaciones, factores que influyen claramente en la productividad de un país. La nueva política industrial de los países desarrollados pasa por una orientación no sólo de la mejora de la calidad de los bienes y servicios en sectores tradicionales, sino principalmente al impulso de los sectores de mayor intensidad tecnológica, de forma que la composición sectorial resultante dé lugar a niveles de productividad y competitividad elevados y a empleo de mayor calidad.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo ha analizado la evolución histórica de la productividad del trabajo en los últimos años a escala internacional. La gran divergencia experimentada por la productividad a lo largo de las últimas décadas ha suscitado un elevado interés, utilizándose como punto de referencia para clasificar u ordenar empresas o países. Estas ordenaciones han ganado credibilidad una vez que numerosos estudios han encontrado que la productividad se encuentra relacionada con otros indicadores de éxito, ya sea el crecimiento del empleo, la calidad de éste o la adopción de tecnología. La productividad ha sido vista como indicador de éxito, y usada para evaluar la intervención política y las decisiones empresariales.

El análisis muestra las diferencias que han experimentado las economías mundiales, centrándose en la UE y España en relación con las principales potencias competidoras. Se observa que la UE ha sido incapaz de acortar las diferencias de productividad del trabajo con respecto a sus competidores (EE.UU. y Japón principalmente), mostrándose las diferencias en la productividad del sector privado como la causa principal de la divergencia entre las potencias.

Respecto al caso español, el crecimiento de la últimas décadas y su proceso de integración en Europa han hecho que se acortasen las diferencias en el nivel de renta y en las características productivas entre España y los principales países de la UE, pero su especialización sectorial y comercial, con un peso muy elevado del sector de la construcción y de actividades manufactureras más tradicionales y con menor contenido tecnológico, aparecen como las principales limitaciones competitivas. En las próximas décadas nos vamos a encontrar con un problema añadido como consecuencia de la crisis económica, que reduce el consumo de bienes y la inversión empresarial, factores determinantes para el crecimiento económico y la competitividad del país.

Si bien es cierto que en los últimos años las políticas europeas y de los diferentes estados miembros, con la estrategia de Lisboa y los planes nacionales, se han centrado en dotar a las economías de una estructura económica más competitiva, motivando el crecimiento de empresas en sectores de alto contenido tecnológico y la creación de trabajos más cualificados con el fin de competir mundialmente, estas políticas parecen haber encontrado dificultades importantes derivadas de la crisis económica mundial acontecida en los últimos años. La estrategia 2020, centrada en conseguir un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, parece ser la apuesta para posicionar a la Unión Europea en la situación que merece en el panorama mundial.

NOTAS

(1) La literatura apunta a descensos de crecimiento del 2,8 por 100 para EE.UU. y del 2 por 100 para la UE durante el período 1973-1995, lo que llevó a una convergencia en tasas de crecimiento a inicios de la década de los noventa (VAN ARK *et al.,* 2008).

(2) El informe de productividad del factor trabajo en España 2001-2008 muestra que existe una divergencia notable entre las tasas de crecimiento de la productividad laboral de los países europeos. Entre los países que presentan mayores tasas se encontrarían Irlanda, Suecia y Luxemburgo; sin embargo, España se situaría, junto con Italia, en los puestos más bajos.

(3) La Oficina Internacional del Trabajo (OIT, 2009) señala que los estados miembros de la UE han experimentado un déficit en las cualificaciones de los trabajadores; estas diferencias tienen un impacto negativo sobre la productividad laboral y la competitividad empresarial del conjunto de la UE. Entre las causas de la baja cualificación, la OIT apunta a un incremento de las mujeres en el mercado de trabajo y a una elevada ocupación por parte de los trabajadores inmigrantes en ocupaciones básicas (aunque ellos cuenten con una cualificación equiparable a la media de los trabajadores europeos). Se prevé que esta situación va a experimentar un importante cambio en los próximos años, no únicamente debido a la acuciante crisis económica, sino también al envejecimiento de la población y a la reducción de la entrada de inmigrantes.

(4) Si bien, con respecto al volumen de la inversión privada en I+D, la evidencia empírica muestra que existen similitudes en cuanto a la comparación de las distribuciones de los gastos empresariales en I+D para las economías americana y europea (ORTEGA-ARGILÉS y BRANDSMA, 2010).

(5) Otros trabajos parecen no encontrar la causa en las diferentes contribuciones sectoriales. Según UPPENBERG (2009), Europa está más especializada en sectores manufactureros intensivos en I+D; si a lo largo del tiempo

Europa quisiera emular la estructura productiva americana expandiendo el sector servicios a expensas del sector manufacturero, el déficit de I+D existente entre estas dos regiones mundiales sería mayor. Uppenberg concluye que Europa presenta una intensidad en I+D menor como resultado de bajos niveles de intensidad en I+D en sectores específicos.

(6) Como GRIFFITH *et al.* (2006) comentan, Eurostat publica resultados en un nivel sectorial muy agregado (manufacturas, comercio al por mayor, servicios) para cada país, y la base de datos de Eurostat, conocida como NewCronos, sólo provee información a nivel sectorial. Recientemente, Eurostat también ha ofrecido el acceso a la base de datos o resultados de la *Encuesta de innovación tecnológica*, *(Community Innovation Survey)*, pero únicamente de forma anonimizada y micro-agregada. El acceso a datos micro-agregados es sin duda un avance, pero esta información únicamente se encuentra disponible para un número limitado de países.

(7) Para el objetivo del estudio, se creó una base de datos conocida como *Industry Labour Productivity Database*, con información de 56 industrias en 15 países europeos y EE.UU., para el período 1979-2001.

(8) Mientras las innovaciones de proceso aumentan el rendimiento de trabajo porque ahorran cantidades de éste por unidad de producto, la diferenciación del producto, esto es, la obtención de bienes de mayor utilidad para el consumidor, eleva la productividad porque el precio relativo del producto obtenido, con una cantidad dada de trabajadores, es superior. La diferenciación del producto es una vía alternativa a los bajos costes para competir, siendo más factible en las actividades avanzadas que en las tradicionales (MYRO y GANDOY, 1995).

(9) Existen algunos trabajos que, teniendo en cuenta la depreciación acelerada que acontece en los sectores de mayor contenido tecnológico, han utilizado diferentes tasas de depreciación de acuerdo con la obsolescencia de los bienes utilizados en la producción. Como ejemplos, encontramos el trabajo de HALL (2007) y los trabajos de ORTEGA-ARGILÉS *et al.* (2010a y 2010b), en los que se asignan mayores tasas de depreciación para el capital físico y para el capital tecnológico a los sectores de mayor contenido tecnológico.

(10) Para una información más detallada del análisis econométrico aquí presentado y de las características de la muestra, véase ORTEGA-ARGILÉS *et al.* (2010b).

(11) Se consideraron sectores altamente intensivos en I+D aquellos que presentaban una intensidad mayor al 5 por 100, entre ellos las industrias farmacéutica y de biotecnología, equipamiento electrónico y eléctrico, *software* y servicios de computación, bienes de ocio, etcétera. Para mayor detalle acerca de las características de la muestra, véase ORTEGA-ARGILÉS *et al.* (2010a).

(12) Sólo uno de cada tres españoles activos en el mercado de trabajo tienen conocimientos de inglés; esto es sólo un ejemplo de la poca competitividad del mercado de trabajo español, comparado con otros estados miembros.

(13) Según la literatura empírica, España parece presentar una especialización mayor en alimentación, bebidas y tabaco; textil, cuero, calzado y vestido (excepto Italia); productos minerales no metálicos; equipos de transporte (mucho más que Italia); madera y corcho. Si bien parece haber existido una reestructuración en la economía (sector industrial español) hacia los sectores de mayor contenido tecnológico; esta reestructuración ha sido tardía y menos intensa que la llevada a cabo en otros países desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA

AGHION, P., y P. HOWITT (1992), "A model of growth through creative destruction", *Econometrica,* 60, 2, marzo: 323-351.

BENEITO, P. (2001), "R&D, productivity and spillovers at the firm level: evidence from Spanish panel data", *Investigaciones Económicas*, 25, 2: 289-313.

BLANCHARD, O. (2004), "The economic future of Europe," *Journal of Economic Perspectives,* 8: 3-26.

BRYNJOLFSSON, E., y L. HITT (1996), "Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending", *Management Science*, 42: 541-558.

BUSOM, I. (2005), "La rentabilidad de la Inversión en I+D+i", *Documento de Economía Industrial*, 22, febrero.

CASTANY, L., y M. CALLEJÓN (2008), "Iniciativa emprendedora, innovación y competitividad", *ICE, El papel de los emprendedores en la economía*, 841: 7-28.

COTEC (2004), *El Sistema Español de Innovación. Situación en 2004*, Fundación COTEC, Madrid, abril.

— (2006) *Informe COTEC 2005 sobre tecnología e innovación en España*, Fundación COTEC, Madrid, junio.

CRESPI, F., y M. PIANTA (2008), "Diversity in innovation and productivity in Europe", *Journal of Evolutionary Economics*, 18: 529-545.

CUNEO, P., y J. MAIRESSE (1983), "Productivity and R&D at the firm level in French manufacturing", *NBER Working Papers*, 1068, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

DAHL, C.M.; KONGSTED, H.C., y SØRENSEN, A. (2010), "ICT and productivity growth in the 1990s: panel data evidence on Europe", *Empirical Economics*, DOI 10.1007/s00181-010-0421-4.

DANS, E. (2001), "IT investment in small and medium enterprises: paradoxically productive?", *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation,* 4, http://www.iteva.rug.nl/ejise

DAVERI, F. (2002), "The new economy in Europe, 1992-2001", *Oxford Review of Economic Policy,* 18: 345-362.

— (2004), "Why is there a productivity problem in the EU?", *CEPS Working Document, 205*, Centre for European Policy Studies, Brussels.

ESTRADA, A.; PONS, A., y J. VALLÉS (2006), "La productividad de la economía española: una perspectiva internacional", en *ICE Productividad y Competitividad de la Economía Española*, 829, marzo-abril.

EUROPEAN COMMISSION (2006), *European Trend Chart on Innovation 2006: European Innovation Progress Report*, Luxemburgo.

— (2008), *The 2007 EU Industrial R&D Investment Scoreboards (of 2004, 2005, 2006, 2007)*, European Commission, JRC/DG RTD.

FECYT (2007), *Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología*. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), M-15201-2007.

GEROSKI, P., MACHIN, y VAN REENEN (1993), "The Profitability of Innovating Firms," *the RAND Journal of Economics,* 24, 198-211.

GORDO, E.; GIL M., y PÉREZ, M. (2003), «La industria manufacturera española en el contexto europeo», Banco de España, *Boletín Económico*, marzo.

GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J., y B. PETTERS (2006), "Innovation and Productivity across four European countries", *Oxford Review of Economic Policy,* 22, 4: 483-498.

GRILICHES, Z. (1958), "Research cost and social returns: Hybrid corn and related innovations", *Journal of Political Economy,* LXVI, 5: 419-431.

— (1995), "R&D and productivity: econometric results and measurement issues", en P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change,* Oxford, Blackwell Publishers: 52-89.

— (2000) *R&D, Education, and Productivity,* Cambridge, MA, Harvard University Press.

GRILICHES, Z., y J. MAIRESSE (1982), "Comparing productivity growth: An exploration of French and US industrial and firm data", *NBER Working Paper 961*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

GUAL, J.; S. ROSELL, y A. RUIZ POSINO (2006), "El problema de la productividad en España: ¿Cuál es el papel de la regulación?", *Documentos de economía de La Caixa*, La Caixa Servicio de Estudios, Barcelona, junio.

HALL, B.H. (2007), "Measuring the returns to R&D: The depreciation problem", *NBER working paper*, 13473, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.

HALL, B.H., y J. MAIRESSE (1995), "Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms", *Journal of Econometrics,* 65: 263-293.

HERNANDO, I., y S. NÚÑEZ (2004), "The contribution of ICT to Economic Activity: A growth accounting exercise with Spanish firm-level data", Banco de España, *Investigaciones Económicas,* vol. XXVIII, 2: 314-315.

HULTEN, C.R. (1991), "The measurement of capital", en *Fifty Years of Economic Management,* E. R. BERNDT y J. E. TRIPLETT (eds.), Chicago, University of Chicago Press.

INKLAAR, R.; TIMMER, M.P., y VAN ARK, B. (2008), "Market services productivity", *Economic Policy*, enero: 139-194.

JANZ, N.; LÖÖF, H., y B. PETERS (2004), "Firm level innovation and productivity- Is there a common story across countries?," *Problems and Perspectives in Management,* 2: 1-22.

JONES, C.I. (2002), "Sources of US economic growth in a world of ideas", *American Economic Review,* 92: 220-239.

JORGENSON, D.W.; HO, M.S., y K.J. STIROH (2008), "A retrospective look at the US productivity growth resurgence", *Journal Economic Perspective*, 22 (1): 3-24.

KLETTE, J., y S. KORTUM (2004), "Innovating firms and aggregate innovation", *Journal of Political Economy,* 112: 986-1018.

LÓPEZ SÁNCHEZ, J. I. (2004), "¿Pueden las tecnologías de la información mejorar la productividad?", *Universia Business Review - Actualidad Económica,* primer trimestre.

LÖÖF, H., y HESMATI, A. (2006), «On the relation between innovation and performance: A sensitivity analysis», *Economics of Innovation and New Tecnology*, 15: 317-344.

MAIRESSE, J., y P. MOHNEN (2005), "The importance of R&D for innovation: A reassessment using French survey data", *Journal of Technology Transfer*, 30: 183-197.

MAIRESSE, J., y M. SASSENOU (1991), "R&D and productivity: A survey of econometric studies at the firm level", *NBER working paper 3666*, marzo, National Bureau for Economic Research, Cambridge, MA.

MANSFIELD, E. (1965), "Rates of return from industrial research and development", *American Economic Review*, 55: 310-322.

— (1980), "Basic research and productivity increase in manufacturing", *American Economic Review*, 70: 863-873.

MAS, M., y J. QUESADA (2005), *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*, Fundación BBVA, Madrid.

MOHNEN, P.; MAIRESSE, J., y M. DAGENAIS (2006), *Innovativity: A Comparison Across Seven European Countries*, CIRANO, Centre interuniversitaire de recherché en analyse des organisations, Montréal.

MYRO, R., y R. GANDOY (1995), "Sector industrial", en García *et al.* (eds.), *Lecciones de Economía Española,* 2ª ed., Biblioteca Civitas Economía y Empresa, Colección Economía. Ed. Civitas, Madrid.

OIT (2009), "Oportunidades y desafíos relacionados con la movilidad laboral en tiempos de crisis y posteriormente", Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra.

OLINER, S., y D. SICHEL (2000), "The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story?", *Journal of Economic Perspectives,* 14: 3-22.

O'MAHONY, M., y B. VAN ARK (eds.) (2003), *EU Productivity and Competitiveness: An Industry Perspective. Can Europe Resume the Catching-up Process?*, Luxemburgo, European Commission.

ORTEGA-ARGILÉS, R., y A. BRANDSMA (2010), "EU-US differences in the size of R&D intensive firms: Do they explain the overall R&D intensity gap?", *Science and Public Policy*, 37(6): 429-441.

ORTEGA-ARGILÉS, R.; PIVA, M.; POTTERS, L., y M. VIVARELLI (2010a), "Is corporate R&D investment in high-tech sectors more effective? Some guidelines for European Research Policy", *Contemporary Economic Policy*, 28(3), Julio: 353-365.

ORTEGA-ARGILÉS, R.; POTTERS, L., y VIVARELLI M. (2010b), "R&D and productivity: Testing sectoral peculiarities using micro data", *Empirical Economics*, DOI: 10.1007/s00181-010-0406-3

PARISI, M.; F. SCHIANTARELLI, y A. SEMBENELLI (2006), "Productivity, innovation creation and absorption, and R&D. Microevidence for Italy," *European Economic Review,* 8: 733-751.

PÉREZ, F. (dir); CHORÉN, P.; GOERLICH, F.J.; MAS, M.; MILGRAM, J.; ROBLEDO, J.C.; SOLER, A.; SERRANO, L.; ÜNAL-KESENCI, D., y E. URIEL (2004), *La competitividad de la economía española: inflación, productividad y especialización*, Colección de Estudios Económicos, n.º 32, Servicio de Estudios La Caixa, Barcelona, España.

RINCÓN, A., y M. VECCHI (2003), "Productivity performance at the company level", en *EU Productivity and Competitiveness: An Industry Perspective. Can Europe Resume the Catching-up Process?,* M. O'MAHONY y B. VAN ARK (eds.), Luxemburgo, European Commission: 169-208.

ROGERS, M. (2006), "R&D and Productivity in the UK: evidence from firm-level data in the 1990s", *Economics Series Working Papers 255*, University of Oxford.

ROMER, P. (1990), "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy,* 98, 5: S71-S102.

STIROH, K. J. (2002), "Information technology and the US productivity revival: what do the industry data say?," *American Economic Review,* 92: 1559-1576.

TRULLÉN, J. (2006), "The new Spanish industrial policy: innovation, external economies and productivity", *Revista Econòmica de Catalunya* (también disponible en la página web del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo).

TURNER, L., y H. BOULHOL (2008), "Recent trends and structural breaks in US and EU15 Labour Productivity Growth", *OECD Economics Department Working Papers,* n.º 628, Paris, OECD.

UPPENBERG, K. (2009), "R&D in Europe. Expenditures across sectors, regions and firm sizes", *Centre for European Policy Studies,* Bruselas.

VAN ARK, B.; O'MAHONY, M., y M.P. TIMMER (2008), "The productivity gap between Europe and the United States: Trends and causes", *Journal of Economic Perspectives,* 22, 1: 25-44.

VERSPAGEN, B. (1995), "R&D and productivity: A broad cross-section cross-country look", *Journal of Productivity Analysis*, 6:117-135.

VEUGELERS, R. (2006) "Innovation, jobs and growth in Europe: tackling deficiencies in EU's innovation capacity", *Department of Managerial Economics, Strategy and Innovation Working Papers*, Faculty of Economics and Applied Economics, Katholieke Universiteit Leuven, MSI 0611.

WAKELIN, K. (2001), "Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms", *Research Policy,* 30: 1079-1090.

ZAMARRÓN, M.A. (2007), "El Plan Nacional de I+D+i 2008-2011. Novedoso en su génesis y su contenido", *Claridad,* otoño 2001, cuarta etapa: 14-16.

MEDICIÓN DE LAS INNOVACIONES ORGANIZATIVAS Y EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD: EVIDENCIAS SOBRE LA EMPRESA ESPAÑOLA

José Carlos FARIÑAS
Alberto LÓPEZ
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Este artículo se centra en la medición de las innovaciones organizativas y en el análisis de su impacto en la productividad. En primer lugar, se delimita el concepto de innovación organizativa, revisando los principales planteamientos, tanto teóricos como aplicados. En segundo lugar, se cuantifican diversos aspectos de este tipo de innovaciones en la empresa española, tomando como referencia la información del Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Entre los resultados que se analizan en el texto, cabe destacar que entre el 45 por 100 y el 60 por 100 de las empresas, dependiendo de las muestras consideradas, introducen al menos una innovación de este tipo en periodos de tiempo trienales. Por otra parte, la inversión en innovación tecnológica y la dotación de capital humano hacen más probable la introducción de innovaciones organizativas. Asimismo, se aprecia un efecto positivo de este tipo de innovación sobre la productividad, existiendo un diferencial en la productividad del trabajo del 4 por 100, aproximadamente, respecto a las empresas que no adoptan este tipo de innovaciones.

Palabras clave: innovación organizativa, resultados empresariales, productividad.

Abstract

The aim of this paper is to measure organizational innovation and examine its impact on productivity. First, we review the different approaches to and definitions of organizational innovation, both from a theoretical and an applied perspective. Second, using data from the Panel de Innovación Tecnológica (PITEC), we analyze different issues related to organizational innovation for Spanish firms. We find that, depending on the sample used, between the 45 per 100 and the 60 per 100 of firms have introduced at least one organizational innovation during a three-year period. Moreover, investments in human capital and technological innovation appear to have a positive effect on the probability of adopting organizational innovations. Finally, we find evidence supporting the existence of a positive effect of organizational innovation on productivity. Our estimates indicate that the organizational innovation productivity premium is around 4 per 100.

Key words: organizational innovation, business results, productivity.

JEL classification: L23, O31.

I. INTRODUCCIÓN (1)

GRILICHES (1979) inicia una literatura muy amplia centrada en la relación entre I+D y productividad (2), y en el papel de las innovaciones tecnológicas de proceso y de producto como impulsoras de la productividad (3). Sin embargo, cada vez es más aceptado que los recursos dedicados por las empresas a la formación de su capital humano y a introducir innovaciones en su estructura organizativa son, a veces, tan importantes como las inversiones en activos tecnológicos e infraestructuras materiales. No sólo los esfuerzos dedicados a mejorar el capital tecnológico, sino también el capital humano y organizativo, resultan decisivos para impulsar el crecimiento de la productividad.

La tercera edición del *Manual de Oslo* (OCDE, 2005), que sirve de referencia en la actualidad para que los sistemas estadísticos de los países recojan la información y midan los fenómenos relacionados con la innovación, reconoce la necesidad de ampliar el concepto tradicional de innovación tecnológica. Además de la innovación tecnológica, que abarca las innovaciones de producto y de proceso, el *Manual* añade dos tipos adicionales de innovación: la innovación organizativa y la innovación en la comercialización.

La importancia de las «otras» formas de innovación ha sido confirmada por trabajos empíricos que han tratado de cuantificar su contribución al crecimiento de la productividad. Por ejemplo, Black y Lynch (2004) aportan un resultado muy significativo al estimar la contribución de la innovación organizativa al crecimiento. Aproximadamente, el 30 por 100 del crecimiento del *output* y el 89 por 100 del crecimiento de la productividad en el sector manufacturero de EE.UU. durante el período 1993-1996 estaría, según sus estimaciones, relacionado con innovaciones en las prácticas organizativas de las empresas.

El débil crecimiento de la productividad es uno de los problemas más importantes a que se enfren-

ta la economía española y, por extensión, la empresa española. Los estudios sobre las características organizativas de la empresa española (véase Huerta *et al.*, 2003; Huerta y García-Olaverri, 2007) ponen de relieve que la innovación tecnológica y organizativa es uno de sus eslabones débiles: la inversión en herramientas tecnológicas complejas es reducida, el compromiso con la formación es bajo, la organización del trabajo está basada en sistemas de jerarquía y control poco flexibles y la innovación organizativa avanza lentamente. Este diagnóstico tiene como corolario que la insuficiente innovación tecnológica y organizativa es uno de los motivos centrales que explican el débil crecimiento de la productividad de la economía española.

En este artículo se intenta cubrir un campo de estudio poco conocido, aunque decisivo, si es correcta la argumentación contenida en los párrafos anteriores, por su contribución al crecimiento de la productividad. En efecto, la innovación organizativa es difícil de medir, razón que probablemente explica la escasa atención que se le ha prestado hasta ahora en los estudios sobre la empresa y la economía española (véanse Salas, 1993, y Huerta *et al.*, 2003). Para hacerlo, nos apoyamos en la información que proporciona el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC). Esta base de datos, que se debe a la iniciativa de la Fundación COTEC, FECYT y el INE, convierte en un panel de empresas la información de la *Encuesta de innovación* realizada por el INE. Es, además, una base de datos amplia (en torno a 12.000 empresas) que dispone de muestras que son representativas de diferentes colectivos empresariales. La definición de innovación organizativa que se utiliza en el artículo es la que se desprende del *Manual de Oslo* citado anteriormente. El objetivo del artículo es ofrecer un panorama de este fenómeno en la empresa española que dé algunas claves cuantificadas sobre su importancia, así como los factores y características empresariales que están relacionados con su existencia.

Los temas están agrupados del siguiente modo. En el apartado II, se trata el concepto de innovación organizativa. Se hace un repaso de las aproximaciones más teóricas: teoría del diseño organizativo, teoría del aprendizaje organizativo y los análisis que se ocupan de la explicación del cambio organizativo. Asimismo, se señalan las aproximaciones interesadas en su medición, que se han centrado en identificar prácticas organizativas que influyen en los resultados de las empresas. El *Manual de Oslo* constituye el ejemplo más significativo dentro de esta orientación.

En el resto de apartados del artículo se cuantifican diversos aspectos de la innovación organizativa en la empresa española utilizando datos del PITEC. En el apartado III, se calcula la proporción de empresas que introducen innovaciones organizativas y se identifican características empresariales relacionadas con este tipo de innovación. El apartado IV se centra en los efectos que producen las innovaciones organizativas sobre los resultados empresariales y, en concreto, sobre la productividad. Por último, en el apartado V, se presentan las conclusiones principales.

II. EL CONCEPTO DE INNOVACIÓN ORGANIZATIVA Y SU MEDICIÓN

Desde una perspectiva general, una innovación organizativa hace referencia a la creación o adopción de una idea o modo de funcionamiento nuevo para la empresa (Daft, 1978; Damanpour y Evan, 1984; Damanpour, 1996). Sin embargo, los trabajos que han abordado la definición y delimitación del concepto de innovación organizativa tienen enfoques diversos.

Según Lam (2005), la literatura sobre innovación organizativa se estructura en torno a tres corrientes teóricas diferentes. En primer lugar, la teoría del *diseño organizativo* se ha ocupado, sobre todo, de cómo es la relación entre diferentes estructuras organizativas y la propensión a innovar. Desde los trabajos seminales de Chandler (1962) hasta los más recientes de Milgrom y Roberts (1992), este enfoque estratégico considera que las estructuras organizativas son, simultáneamente, causa y efecto de elecciones estratégicas relacionadas con las oportunidades de mercado. Por ejemplo, según este enfoque, el desarrollo de empresas con estructuras divisionales respondería, en determinados entornos, a una estrategia de diversificación en productos relacionados. Por tanto, la hipótesis central de este enfoque es que ciertos atributos organizativos de las empresas generarán mejores resultados en determinados entornos, dependiendo de su capacidad para minimizar los costes de transacción y también de hacer frente a los diversos fallos de los mercados de capitales.

En segundo lugar, la teoría del *aprendizaje organizativo* se ha interesado más bien en los procesos que permiten a una organización desarrollar nuevas ideas capaces de resolver problemas. Según este enfoque, la innovación, más que un *output* o resultado, es un proceso. Comprender los procesos mentales implicados en el conocimien-

to, es decir la cognición, así como los aspectos relacionados con el aprendizaje organizativo, son dos aspectos cruciales para el análisis de la innovación. La idea de que los resultados de la innovación dependen de la acumulación previa de conocimiento, que permite a su vez asimilar nuevos conocimientos, como ponen de relieve Cohen y Levinthal (1990), ilustra el concepto de innovación entendido como un proceso, que constituye un rasgo característico de este enfoque. La literatura orientada al *management* y seguidora de esta orientación se basa en buena medida en técnicas de la psicología cognitiva.

La tercera corriente se centra en el análisis del propio *cambio organizativo*, así como en los procesos que subyacen a la creación de nuevas formas organizativas. Aunque dentro de esta corriente hay una cierta heterogeneidad de enfoques, la demografía de las organizaciones es una de las que mejor la representa (Carroll y Hannan, 2000). El estudio demográfico y ecológico de las organizaciones revela que éstas tienen una fuerte inercia, y que raramente experimentan cambios radicales en su estrategia y en su estructura, incluso cuando se enfrentan a cambios significativos en su entorno. La adaptación de las estructuras organizativas se produce casi siempre a escala poblacional, con nuevas organizaciones que reemplazan a las que fracasan en su capacidad de adaptación.

Dada esta heterogeneidad de los enfoques teóricos, una parte de la literatura ha adoptado una perspectiva más aplicada, centrándose en la identificación de una «lista» de prácticas organizativas que influyen en la capacidad productiva de las empresas. En este sentido, se puede relacionar el concepto de innovación organizativa con el concepto de «capital organizacional». Tal y como ocurre con otros activos intangibles, no hay consenso en la definición de «capital organizacional», en cómo medirlo y en cómo cuantificar su contribución a la producción. Su valor no aparece en el balance de las empresas, suele ser tratado como un «gasto corriente», y no como un incremento de los activos, no existiendo un «mercado» para este tipo de capital que ayude a identificar su valor contable.

En relación con esta literatura más aplicada, Black y Lynch (2005) proponen una definición «práctica» (*a working definition*) de innovación organizativa, diferenciando tres tipos de prácticas: las relacionadas con la formación de los trabajadores, las relacionadas con la capacidad de decisión de los trabajadores y, por último, aquellas que están relacionadas con la organización del trabajo. Estos autores reconocen que no se trata de una lista exhaustiva que tenga en cuenta todas las dimensiones de la innovación organizativa, sino que se trata de una lista de prácticas organizativas sobre las que existe evidencia de su impacto en la productividad, en los salarios o en la demanda de trabajo.

El intento más significativo e influyente de proporcionar una «lista» de innovaciones organizativas es la tercera edición del *Manual de Oslo* (OCDE, 2005) (4). Esta edición define cuatro tipos de innovaciones: innovación de producto, innovación de proceso, innovación organizativa e innovación de comercialización. La ampliación del concepto de innovación, incluyendo dos tipos adicionales (innovación organizativa y de comercialización) al mismo nivel que la innovación tecnológica (innovación de producto y de proceso), es una de las novedades más importantes introducidas en esta edición del manual que sirve de referencia para establecer los criterios que deben seguir los sistemas estadísticos nacionales para medir la innovación (5).

Centrándonos en la innovación organizativa, la tercera edición del *Manual de Oslo* la define como la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas empresariales, en la organización del lugar de trabajo o en las relaciones exteriores de la empresa. Esta tipología se trata con más detalle a continuación.

1) *Innovaciones de organización en las prácticas empresariales:*

Este tipo de innovaciones implican la adopción de métodos nuevos de organización de las rutinas y de los procedimientos de gestión de los trabajos. Ejemplos de este tipo de innovación son los procesos de catalogación de los conocimientos (creación de bases de datos sobre las prácticas a seguir, las conclusiones obtenidas y otras formas de conocimiento) o la introducción de sistemas de gestión de la producción y suministro (sistemas de gestión de la cadena de suministro, la reestructuración de las actividades, la producción sobre pedido y los sistemas de gestión de la calidad).

2) *Innovaciones en la organización del trabajo:*

Estas prácticas se refieren a la introducción de nuevos métodos de asignación de responsabilidades, de distribución entre los empleados de las ca-

pacidades de decisión y de nuevos conceptos de estructuración e integración de distintas actividades. Como ejemplos se pueden citar las prácticas que confieran a los empleados mayor autonomía de decisión y que fomenten su implicación en el diseño de las tareas productivas, como en los casos de los sistemas de producción *just in time* o la producción sobre pedido.

3) *Innovaciones organizativas en materia de las relaciones exteriores de la empresa:*

Este tipo de innovaciones implican la introducción de nuevas maneras de organizar las relaciones con otras empresas o instituciones públicas, el establecimiento de nuevas formas de colaboración con organismos de investigación o clientes y de nuevos métodos de integración con los proveedores, y la externalización o la subcontratación de actividades consustanciales a una empresa.

La importancia del *Manual de Oslo* como guía para la recogida y la interpretación de los datos sobre innovación es, al menos en el ámbito europeo, indiscutible. Un ejemplo evidente de esta importancia es su influencia en el diseño de la *Community Innovation Survey* (*CIS*).

La *CIS* es la principal encuesta sobre innovación a nivel europeo. Esta encuesta está diseñada por Eurostat siguiendo las directrices metodológicas definidas en las diferentes ediciones del *Manual de Oslo*. Desde la primera versión de la *CIS* en 1993 se ha ido ampliando su alcance e incrementando el número de países que participan en su realización. La ejecución de la encuesta en cada país depende de la oficina estadística nacional correspondiente.

En la realización de la *CIS* podemos destacar dos elementos o principios básicos. En primer lugar, existe un cuestionario armonizado (*core questionnaire*) para todos los países que la realizan, lo que permite la comparabilidad internacional. En segundo lugar, se realiza, como mínimo, cada cuatro años. Respetando estas dos normas básicas, cada país tiene libertad para ampliar o adaptar el contenido del cuestionario y para aumentar la periodicidad de la realización de la encuesta (por ejemplo, en España se realiza anualmente desde el año 2002).

En España, la *CIS* es realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Hasta el año 2007 tomó el nombre de *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* y a partir del año 2008 ha pasado a llamarse *Encuesta sobre innovación en las empresas*.

La *CIS* recoge datos cualitativos sobre la innovación organizativa mediante preguntas directas en el cuestionario sobre la introducción de este tipo de innovaciones durante los últimos tres años. En este sentido, el cuadro n.º 1 muestra las innovaciones organizativas consideradas en la *CIS 4*, *CIS 2006* y *CIS 2008* (se limita el comentario a la información sobre la innovación organizativa disponible en la *CIS* desde su cuarta edición (*CIS 4*) hasta la última de ellas (*CIS 2008*)). Además, en el cuadro n.º 1 se especifica la edición del *Manual de Oslo* en la que se basa cada una de las versiones de la *CIS* y su correspondencia con la encuesta realizada en España.

Tanto la *CIS 4* como la *CIS 2006* se basaron en la segunda edición del *Manual de Oslo* (OCDE, 1997), aunque en la *CIS 2006* se pasó de tres a cuatro tipos de innovaciones organizativas. La *CIS 2008* está basada en la tercera edición del *Manual de Oslo* (OCDE, 2005), incluyendo así los tres tipos de innovaciones organizativas que fueron descritos anteriormente en este apartado. Cabe destacar que en la realización de la *CIS 2008* es la primera vez que se impuso la obligatoriedad de incluir las preguntas sobre innovaciones organizativas en los cuestionarios nacionales, aunque hay países, como es el caso de España, que ya las incluyeron en versiones anteriores.

Respecto a su traslación a España, la *CIS 4* fue la base para la elaboración de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* en los años 2004 y 2005, mientras que la *CIS 2006* fue la base para la realización de esta encuesta en los años 2006 y 2007. Finalmente, la *Encuesta sobre innovación en las empresas* de 2008 se basa en la *CIS 2008*. Cabe destacar que el cambio de denominación, eliminando el calificativo *tecnológica* de la encuesta española en el año 2008, no es casual, sino que responde a la nueva concepción del término «innovación» introducido en la tercera edición del *Manual de Oslo*, dejando atrás el carácter exclusivamente tecnológico de la innovación.

En cuanto al análisis empírico presentado en los apartados III y IV de este artículo, los datos utilizados se basan en la información recogida en la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* de los años 2004 y 2005. El análisis se limita a usar estos datos debido a que la información sobre innovaciones organizativas de las encuestas de los años 2006 y 2007 no está disponible para el uso de los investigadores, y los datos referentes al año

CUADRO N.º 1

EVOLUCIÓN DE LA DEFINICIÓN DE INNOVACIÓN ORGANIZATIVA EN LA CIS

CIS 4
(2ª ed. *Manual de Oslo*; EINT 2004 y 2005)

- Sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados de manera significativa destinados a mejorar la utilización o el intercambio de información, conocimientos y competencias dentro de la empresa
- Modificación importante de la organización del trabajo en la empresa, como los cambios en la estructura de gestión o la integración de distintos departamentos o actividades
- Cambios significativos en las relaciones con otras empresas o instituciones públicas; por ejemplo, mediante alianzas, asociación, externalización o subcontratación

CIS 2006
(2ª ed. *Manual de Oslo*; EINT 2006 y 2007)

- Nuevas prácticas empresariales en la organización del trabajo o de los procedimientos de la empresa (por ejemplo, la gestión de la cadena de suministro, re-ingeniería de negocios, producción eficiente, gestión de la calidad, sistemas de educación y formación, ...)
- Nuevos sistemas de gestión del conocimiento para mejorar el uso o intercambio de información, conocimientos y habilidades dentro de la empresa o para recopilar información externa a la empresa
- Nuevos métodos de organización de los lugares de trabajo en la empresa con el objetivo de un mejor reparto de responsabilidades y toma de decisiones (por ejemplo, el uso por primera vez de un nuevo sistema de reparto de responsabilidades entre los empleados, gestión de equipos de trabajo, reestructuración de departamentos, ...)
- Nuevos métodos de gestión de las relaciones externas con otras empresas o instituciones públicas (por ejemplo, la creación por primera vez de alianzas, asociaciones, externalización o subcontratación)

CIS 2008
(3ª ed. *Manual de Oslo*; EIN 2008)

- Nuevas prácticas empresariales en la organización del trabajo o de los procedimientos de la empresa (por ejemplo, la gestión de la cadena de suministro, sistemas de gestión del conocimiento, re-ingeniería de negocios, producción eficiente, gestión de la calidad, sistemas de educación y formación)
- Nuevos métodos de organización de los lugares de trabajo en la empresa con el objetivo de un mejor reparto de responsabilidades y toma de decisiones (por ejemplo, el uso por primera vez de un nuevo sistema de reparto de responsabilidades entre los empleados, gestión de equipos de trabajo, descentralización, reestructuración de departamentos, sistemas de educación/formación)
- Nuevos métodos de gestión de las relaciones externas con otras empresas o instituciones públicas (por ejemplo, la creación por primera vez de alianzas, asociaciones, externalización o subcontratación)

Nota: En este cuadro se detallan las innovaciones organizativas consideradas en la *CIS 4*, *CIS 2006* y *CIS 2008*, se especifica la edición del *Manual de Oslo* en la que se basa cada una de las versiones de la *CIS* y se establece su correspondencia con la encuesta realizada en España.
EINT: *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas.*
EIN: *Encuesta sobre innovación en las empresas.*

2008 no están disponibles en el momento de realización de este artículo.

Por último, es necesario mencionar los problemas asociados con la recogida de información sobre las innovaciones organizativas. La innovación es un fenómeno difícil de medir y cuantificar, y las innovaciones organizativas no son ajenas a estos problemas. Específicamente, existen características comunes a varios tipos de innovación, por lo que una empresa puede tener problemas o dudas a la hora de clasificar una innovación como organizativa. En este sentido, el *Manual de Oslo* señala que la distinción entre las innovaciones de proceso y las de organización es quizá la más complicada, pudiéndose señalar numerosos ejemplos de innovaciones en los que hay un cierto solapamiento entre estos dos tipos de innovación.

III. LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES ORGANIZATIVAS

Este apartado trata de identificar las características empresariales que están relacionadas con la realización de innovaciones organizativas. El análisis se basa en las muestras de empresas que proporciona el Panel de Innovación Tecnológica (PITEC).

La literatura empírica sobre innovación ha señalado un conjunto de factores que hacen más probable la adopción de innovaciones organizativas. Lynch (2007) ha resumido la literatura sobre esta cuestión destacando algunos factores: la presencia de la empresa en los mercados internacionales, la inversión en tecnologías de la información y un mayor grado de cualificación de las plantillas de trabajadores son rasgos que se asocian con la introducción de inno-

vaciones organizativas. En general, por tanto, la inversión en capital humano, en tecnologías de la información, en actividades de I+D y en capital físico son factores que facilitan la innovación organizativa. Otras características generales, como el tamaño y la edad de las empresas, presentan también una relación sistemática, de carácter inverso, con la innovación organizativa. Sin embargo, hay otros elementos respecto a los cuales la evidencia disponible indica que no se relacionan de manera sistemática con la innovación organizativa. Por ejemplo, la variable de resultados empresariales: las empresas con peores resultados son, en algunos trabajos, más propensas a la innovación organizativa, probablemente debido a que las necesidades de reorganización son mayores en periodos de crisis. Sin embargo, otros estudios apuntan hacia una relación positiva entre resultados e innovación organizativa, argumentando que ésta requiere de inversiones cuantiosas que obligan a una generación suficiente de recursos.

En este apartado se hace un examen descriptivo de la adopción de innovaciones organizativas por parte de las empresas españolas. El objetivo es cuantificar qué proporción de empresas realizan actividades relacionadas con la innovación organizativa e identificar de qué manera algunas características empresariales, como el tamaño, la edad, la actividad exportadora, etc., están relacionadas con la innovación organizativa. En el análisis se utiliza la información del 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 viva de 11.686 empresas en el último año disponible. La información que contiene el panel está basada en los datos que proporciona la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* realizada por el Instituto Nacional de Estadística.

El PITEC es representativo de dos colectivos de empresas. Por una parte, contiene una muestra de empresas grandes, de 200 o más trabajadores. En su inicio, el panel incorporaba el 73 por 100 de la población española de empresas grandes de 200 o más trabajadores, representatividad que se ha mantenido con el paso del tiempo. Por otra parte, el PITEC contiene la totalidad de la población de empresas que llevan a cabo actividades innovadoras regularmente. De manera precisa, la realización de actividades innovadoras se identifica con tener gasto en I+D interna. Por tanto, el PITEC ofrece estimaciones sobre las actividades de innovación de dos colectivos de empresas: las empresas grandes de 200 o más trabajadores y las empresas innovadoras con gasto en I+D interna. En lo que sigue, se hará referencia a las dos muestras indicando simplemente empresas grandes y empresas innovadoras (6). Dadas sus características, el PITEC es una buena base estadística para proporcionar estimaciones de magnitudes relacionadas con la innovación en la población de empresas grandes y en la población de empresas con una actividad innovadora regular.

Por las razones que se han señalado en el apartado anterior, se hará uso de los cortes transversales de información de los años 2004 y 2005. En ambos ejercicios, las empresas indican si han introducido innovaciones organizativas durante periodos trienales: 2002-2004, en la encuesta de 2004, y 2003-2005, en la encuesta de 2005. La definición de innovación abarca tres tipos de innovaciones: 1) sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados de manera significativa; 2) modificación importante de la organización del trabajo en la empresa (cambios en la estructura de gestión, en la integración de distintos departamentos o actividades), y 3) relaciones nuevas con otras empresas e instituciones públicas o cambios significativos en las mismas (alianzas, asociación, externalización, subcontratación). En el cuadro A1 del apéndice 2 se describe el número de empresas disponible, distinguiendo entre las muestras de empresas grandes e innovadoras, sector y año. En 2005 la muestra de empresas grandes se aproxima a 3.000 y el número de empresas innovadoras está en torno a 7.000.

En el resto de este apartado se presentan, en primer lugar, epígrafe 1, las principales regularidades relacionadas con la adopción de innovaciones organizativas en las muestras de empresas grandes y empresas innovadoras. En el epígrafe 2 se estima un modelo *probit* para confirmar si las características relacionadas con la adopción de innovaciones organizativas son robustas a la inclusión de otras variables de control.

1. Algunas regularidades sobre la adopción de innovaciones organizativas por la empresa española

Este epígrafe presenta una caracterización de las empresas que han adoptado innovaciones organizativas atendiendo al sector en el que operan, a su tamaño, a la edad de la empresa y a su relación con otras actividades como la exportación y la innovación tecnológica. Estas características se analizan de forma independiente.

Los cuadros n.os 2 y 3 presentan el porcentaje de empresas que han adoptado innovaciones organizativas, distinguiendo los periodos 2002-2004 y 2003-2005, así como los sectores de manufacturas y servicios. Hay dos regularidades que resaltar. En primer lugar, en la muestra de empresas grandes, el porcentaje de las que introducen algún tipo de innovación organizativa se sitúa en el 45-50 por 100. Este porcentaje es mayor, alrededor del 60 por 100, en la muestra de empresas innovadoras. Que el porcentaje de empresas sea superior entre las que hacen otro tipo actividad innovadora confirma una regularidad empírica según la cual las innovaciones tecnológicas y organizativas son actividades complementarias que se presentan de manera asociada en muchas empresas.

En segundo lugar, diferenciando según el tipo de innovación, la adopción de sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados es la innovación organizativa más común, seguida de cerca por la introducción de modificaciones en la organización del trabajo. El porcentaje de empresas que adopta innovaciones organizativas en su relación con otras empresas es significativamente menor.

Se aprecian algunas diferencias sectoriales en la realización de actividades de innovación organizativa. En la muestra de empresas grandes este tipo de innovaciones es más común en los sectores manufactureros, mientras que en la muestra de empresas innovadoras las actividades de servicios son más propensas a adoptar este tipo de innovaciones. Es-

CUADRO N.º 2

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS, SEGÚN SECTORES, EN EMPRESAS GRANDES (≥ 200 TRABAJADORES)

	Manufacturas	*Servicios*	*Total*
	2002-2004		
Gestión de conocimientos	45,5	33,4	38,4
Organización del trabajo	39,8	30,6	34,4
Relaciones externas	17,5	14,5	15,7
Al menos una innovación organizativa	*55,4*	*42,3*	*47,7*
	2003-2005		
Gestión de conocimientos	40,1	33,9	36,6
Organización del trabajo	38,0	30,6	33,8
Relaciones externas	16,3	13,9	14,9
Al menos una innovación organizativa	*50,4*	*42,3*	*45,8*

CUADRO N.º 3

PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS, SEGÚN SECTORES, EN EMPRESAS INNOVADORAS (GASTO EN I+D INTERNA >0)

	Manufacturas	*Servicios*	*Total*
	2002-2004		
Gestión de conocimientos	45,6	53,4	48,2
Organización del trabajo	41,7	45,9	43,1
Relaciones externas	17,3	29,3	21,3
Al menos una innovación organizativa	*58,2*	*65,7*	*60,7*
	2003-2005		
Gestión de conocimientos	42,1	49,4	44,8
Organización del trabajo	41,3	44,8	42,6
Relaciones externas	16,4	28,3	20,8
Al menos una innovación organizativa	*56,4*	*62,6*	*58,7*

te patrón de comportamiento es el mismo en los tres tipos de innovaciones organizativas considerados.

Por último, los datos sugieren la existencia de una ligera disminución del porcentaje de empresas con innovaciones organizativas a lo largo del periodo observado, 2002-2005. El dato puede reflejar una disminución en este tipo de actividades que esté relacionada con factores de índole cíclica: el primer período (2002-2004) incluye el año 2002, de fuerte recesión, mientras que el segundo periodo (2003-2005) sustituye 2002 por 2005, que es un año muy expansivo. Si fuera esta causa cíclica el factor que explica la caída en los porcentajes de realización de actividades innovadoras indicaría que la innovación organizativa es anticíclica (7). No obstante, en el año 2005 el panel incorporó un elevado número de empresa para completar su representatividad, y este factor puede estar también detrás de la fluctuación observada en los años 2004 y 2005. La disponibilidad de información en años sucesivos permitirá aclarar este aspecto, de sumo interés, en el análisis de la innovación.

El tamaño es una variable que aparece asociada con la innovación organizativa, especialmente en empresas pequeñas con estilos de gestión del personal que ponen el acento en la participación (Lynch, 2007). El gráfico 1 indica, en la muestra de empresas innovadoras, la probabilidad de que las empresas introduzcan innovaciones organizativas distinguiendo cinco tramos de tamaño. Los resultados indican que la propensión a introducir innovaciones organizativas es creciente con el tamaño de la empresa. La relación entre tamaño e introducción de cambios organizativos en la relación con otras empresas e instituciones presenta forma de U, aunque la magnitud de las diferencias es pequeña y, probablemente, no significativa en términos estadísticos.

Otro aspecto considerado en la literatura sobre innovación es la relación entre la edad y la propensión a adoptar innovaciones organizativas. El resultado más habitual que se obtiene en la literatura indica que las empresas más jóvenes son más propensas a la adopción de este tipo de prácticas. En la muestra de empresas españolas innovadoras (8), según el gráfico 2, la propensión a adoptar innovaciones organizativas es algo menor entre las empresas de reciente creación, con cuatro o menos años de antigüedad, respecto al resto de empresas. La diferencia entre las proporciones de empresas jóvenes innovadoras y del resto de empresas es, no obstante, pequeña. El análisis no puede considerar definiciones más amplias de la edad de la empresa debido a limitaciones en la información disponible, limitando el alcance de la regularidad que estamos comentando. Hay que añadir que en un tipo de innovación organizativa, la que se refiere a las relaciones con otras empresas (externalización, subcontratación, etc.), las empresas más jóvenes parecen ser más activas que el resto de empresas.

Un aspecto importante a la hora de caracterizar a las empresas activas en la introducción de innovaciones organizativas es su grado de apertura a los mercados exteriores. El gráfico 3 muestra la relación entre ambas características. Se considera que una empresa opera en los mercados internacionales si exporta bienes o servicios a dichos mercados. La relación positiva entre apertura exterior e innovaciones organizativas es clara y se da en ambas mues-

GRÁFICO 1
PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS, SEGÚN TAMAÑO, EN EMPRESAS INNOVADORAS (GASTO EN I+D INTERNA >0)

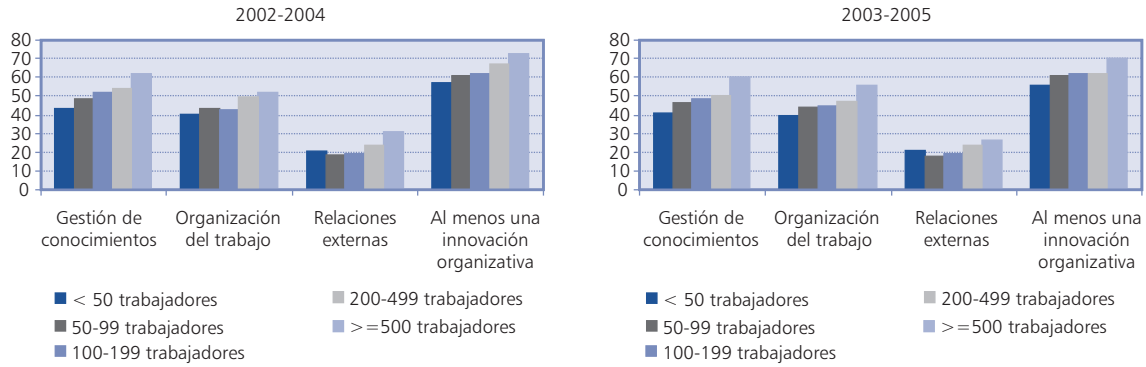


GRÁFICO 2
PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS, SEGÚN EDAD, EN EMPRESAS INNOVADORAS (GASTO EN I+D INTERNA >0)

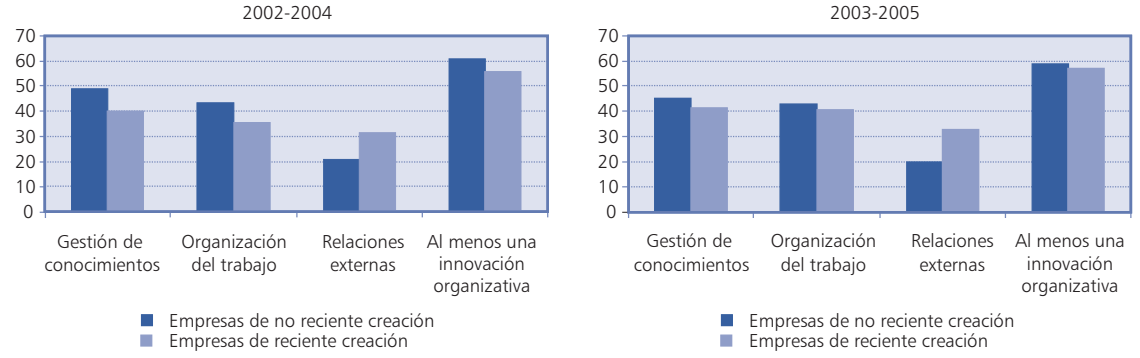
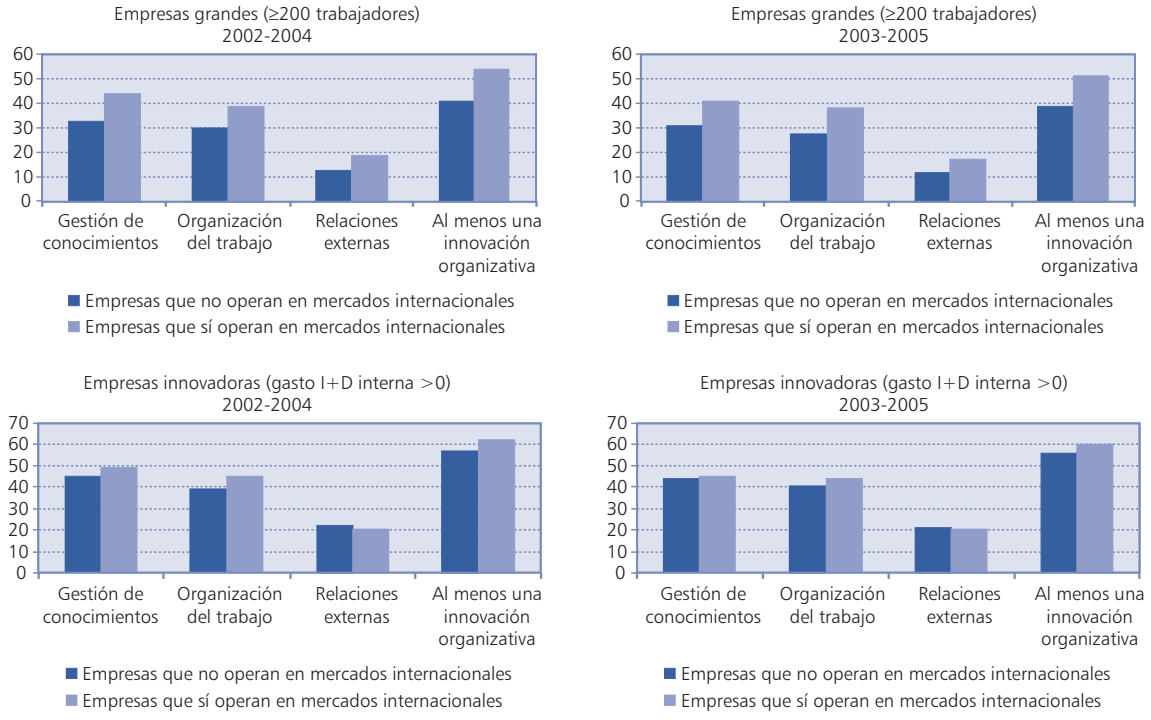


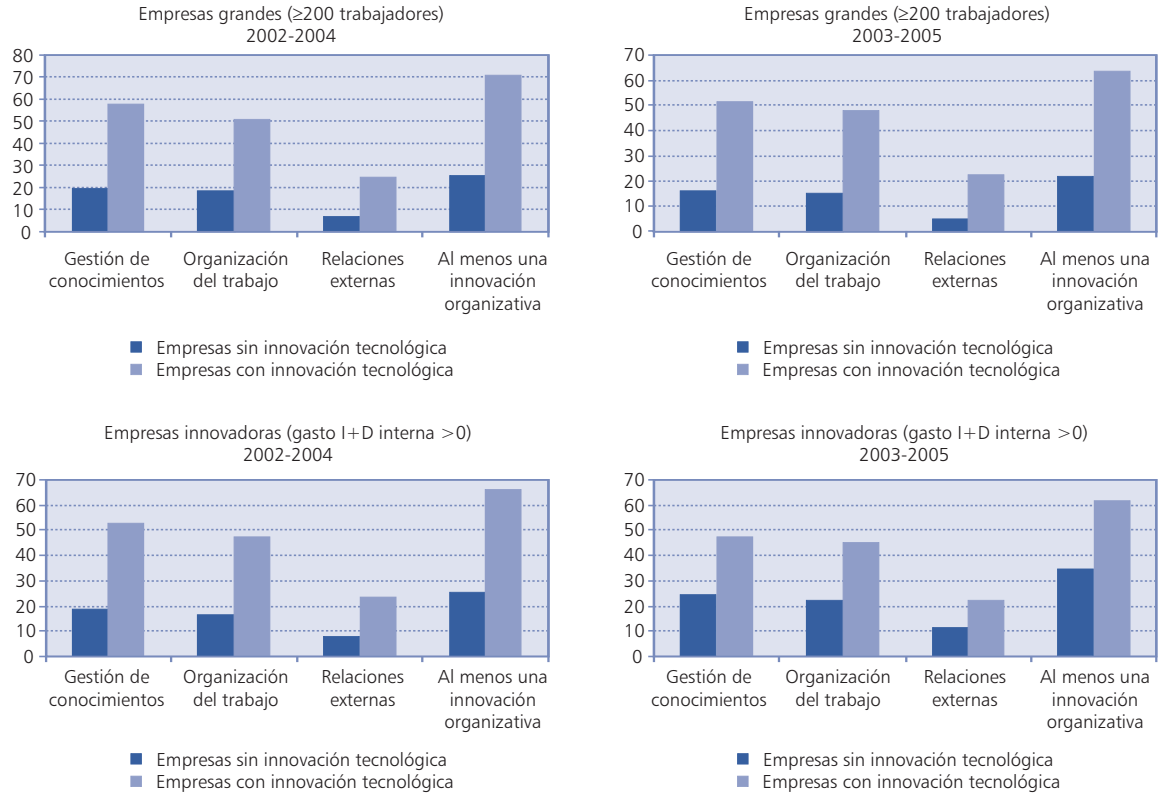
GRÁFICO 3
PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS SEGÚN SU ACTIVIDAD EXPORTADORA



tras para ambos periodos y, en general, para los tres tipos de innovaciones organizativas considerados.

Por último, el gráfico 4 recoge la relación entre innovación organizativa y tecnológica. Una empresa tiene innovación tecnológica si ha introducido al menos una innovación de producto y/o de proceso en el periodo. El porcentaje de empresas con innovaciones organizacionales que introducen al mismo tiempo innovaciones tecnológicas es aproximadamente

GRÁFICO 4
PORCENTAJE DE EMPRESAS CON INNOVACIONES ORGANIZATIVAS SEGÚN HAGAN O NO INNOVACIÓN TECNOLÓGICA



el triple respecto a aquellas empresas sin innovaciones tecnológicas. Este resultado es válido para ambas muestras, para ambos periodos y para los tres tipos de innovaciones organizativas considerados.

2. La adopción de innovaciones organizativas: análisis de regresión

El examen del epígrafe anterior se completa en éste con un análisis de regresión que trata de confirmar si la asociación entre cada factor considerado (tamaño, edad, sector de las empresas, etc.) y la innovación organizativa es robusta al control del resto de factores. Además, el análisis de regresión permite aproximar la magnitud de los efectos que ciertas características empresariales tienen sobre la innovación organizativa.

La magnitud de la asociación entre la innovación organizativa (IO) y las variables de control se obtiene a partir de un modelo que define la probabilidad de realización de innovaciones organizativas a través de la siguiente expresión:

$$P(IO = 1 \mid X) = G(a + bX).$$

Donde G es la función de distribución del modelo *probit* y X es un vector de variables de control que incluye las siguientes características de la empresa: la intensidad de los gastos de innovación, una medida del capital humano, la actividad exportadora, el tamaño, dos variables dicotómicas que identifican, respectivamente, si la empresa es de reciente creación y si está integrada en un grupo de sociedades y, por último, variables de control representativas del sector y del año al que corresponden las observaciones. En el apéndice 1 se encuentra una definición detallada de las variables utilizadas en el análisis.

Los resultados de la estimación se recogen en el cuadro n.º 4. Se distinguen tres muestras de empresas. Las dos utilizadas en el análisis descriptivo del

CUADRO N.º 4

DETERMINANTES DE LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES ORGANIZATIVAS

	Todas las empresas	*Empresas grandes*	*Empresas innovadoras*
Intensidad gastos en innovación	0,140*** (0,021)	0,544*** (0,180)	0,036* (0,020)
Capital humano	0,002*** (0,0001)	0,004*** (0,0003)	0,0003** (0,0001)
Mercado internacional	0,098*** (0,008)	0,064*** (0,016)	0,058*** (0,011)
Empresa de reciente creación	0,004 (0,021)	0,185** (0,087)	0,006 (0,022)
Tamaño (log empleo)	0,014*** (0,002)	0,061*** (0,008)	0,041*** (0,003)
Grupo	0,015* (0,008)	0,044*** (0,015)	-0,006 (0,010)
Incluye:			
Variables sectoriales			
Variables temporales			
Número de observaciones	19.623	5.577	11.908
Pseudo-R-Cuadrado	0,031	0,058	0,018
Log-*Likelihood*	-13.172,983	-3.632,088	-7.876,859

Nota: Coeficientes significativos al: 1 por 100***, 5 por 100**, 10 por 100*. 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.

epígrafe anterior: la muestra de empresas grandes y la muestra de empresas innovadoras. Además se define una tercera muestra que integra todas las empresas del PITEC. Esta última incluye las muestras de empresas grandes y de empresas innovadoras y, además, una muestra de control de empresas de menos de 200 trabajadores sin gastos en innovación.

Las estimaciones, con carácter general, son consistentes con los resultados del epígrafe III.1. En primer lugar, la inversión en innovación tecnológica tiene un efecto significativo sobre la probabilidad de introducir innovaciones organizativas. Este resultado confirma la complementariedad entre ambos tipos de innovaciones, que parece ser especialmente intensa en la muestra de empresas grandes. En la muestra que incorpora todas las empresas, el efecto marginal de incrementar la inversión en innovación aumenta la probabilidad de las innovaciones organizativas en 0,14. También la dotación de capital humano, aproximado por el número de doctores y licenciados, incrementa la probabilidad de las innovaciones organizativas, aunque en una magnitud pequeña. En segundo lugar, tres características de las empresas —el ser exportadora, su tamaño y la pertenencia a un grupo de sociedades— están relacionadas positivamente de manera significativa con la innovación organizativa. La apertura al exterior es la característica que se relaciona de manera más intensa con la inversión en este tipo de innovaciones. En cuanto a la edad, presenta, excepto en el grupo de empresas grandes, una relación no significativa con la probabilidad de introducir innovaciones organizativas, confirmando lo que se señaló en el epígrafe anterior. El elevado efecto que se observa en la muestra de empresas grandes se debe probablemente a que el número de empresas de reciente creación en esta muestra es muy reducido.

El análisis por separado de cada tipo de innovación (de gestión del conocimiento, de organización del trabajo y de relación con terceros) pone de manifiesto que los resultados, salvando alguna excepción, son muy similares a los que se han comentado para la innovación organizativa definida de manera agregada.

Por otra parte, en los cuadros A2, A3 y A4 del apéndice 2 se presentan los resultados del análisis de los determinantes de cada uno de los tres tipos de innovaciones organizativas consideradas por separado. En estos casos, la variable a explicar toma el valor 1 si la empresa declara haber adoptado la innovación organizativa a la que hace referencia cada cuadro.

IV. INNOVACIONES ORGANIZATIVAS Y PRODUCTIVIDAD

Existe una extensa literatura que se ha ocupado de los efectos de las innovaciones organizativas sobre los resultados y rendimientos de las empresas, especialmente de la productividad. Ichniowski y Shaw (2003) hacen una revisión exhaustiva de esta literatura, circunscribiendo la definición de este tipo de innovaciones a uno de los tres tipos considerados por el *Manual de Oslo*: las innovaciones relacionadas con la gestión de los recursos humanos (sistemas flexibles de trabajo, formación, trabajo en equi-

po y sistemas de incentivos). En general, la evidencia disponible sugiere que la introducción de innovaciones en los sistemas de gestión de los recursos humanos tiene un efecto positivo sobre los resultados y rendimientos de las empresas, medidos a través de la productividad del trabajo, de la *q* de Tobin o del valor de mercado de la empresa. Además, encuentran evidencia a favor de la existencia de sinergias entre las diferentes prácticas innovadoras.

Entre los estudios que analizan el fenómeno de la innovación organizativa con datos de empresa, cabe destacar los artículos de Black y Lynch (2001, 2004). Su análisis se centra en tres tipos de innovaciones organizativas: las relacionadas con la formación de los trabajadores, con la capacidad de decisión de los trabajadores —«dar voz a los trabajadores», en palabras de los autores, que utilizan el conocido término de Hirschman (1970)— y, por último, con la organización del trabajo. La conclusión a la que llegan es que el efecto de este tipo de innovaciones sobre la productividad es mayor en contextos en los que la organización sindical está más desarrollada. Otro hecho interesante apunta a que el factor más importante para el crecimiento de la productividad es el grado de difusión de las prácticas organizativas dentro de la empresa (porcentaje de trabajadores que aplican una determinada innovación), y no el mero hecho de adoptarlas.

Otra contribución relevante de Black y Lynch (2004) es la medición, en el contexto de los ejercicios agregados de contabilidad del crecimiento, del efecto de las innovaciones organizativas sobre la productividad, tomando como punto de partida datos de empresa. Calcula la aportación de este tipo de innovaciones al crecimiento de la producción agregada de los EE.UU. en el periodo 1993-1996. El 30 por 100, aproximadamente, del crecimiento del *output* y el 89 por 100 del crecimiento de la productividad en el sector manufacturero de EE.UU., durante el período 1993-1996, se debió a innovaciones relacionadas con prácticas organizativas.

En la determinación del efecto de las innovaciones organizativas sobre la productividad no sólo es importante o significativo el análisis de su efecto «directo». Una parte importante de la literatura se ha centrado en el efecto «indirecto» de las innovaciones organizativas, que se produce a través de las complementariedades que existen entre este tipo de prácticas y la inversión o uso de tecnologías de la información (TIC). Una buena revisión de la literatura empírica sobre esta cuestión se encuentra en Brynjolfsson y Hitt (2000) (9).

Bresnahan *et al.* (2002) encuentran evidencia a favor de la existencia de fuertes complementariedades entre el uso de TIC y las innovaciones organizativas. Las prácticas organizativas que analizan están relacionas con la organización de las tareas en grupos de trabajo (promoción del trabajo en equipo, uso de grupos de proyecto, etc.) y con la capacidad de decisión individual (delegación de responsabilidades, etc.). Por otra parte, las variables que recogen el uso de TIC son el número de ordenadores en la empresa y su uso dentro de la empresa (porcentaje de trabajadores que usa ordenadores y correo electrónico), el nivel de capital tecnológico en la empresa y el grado de informatización del trabajo.

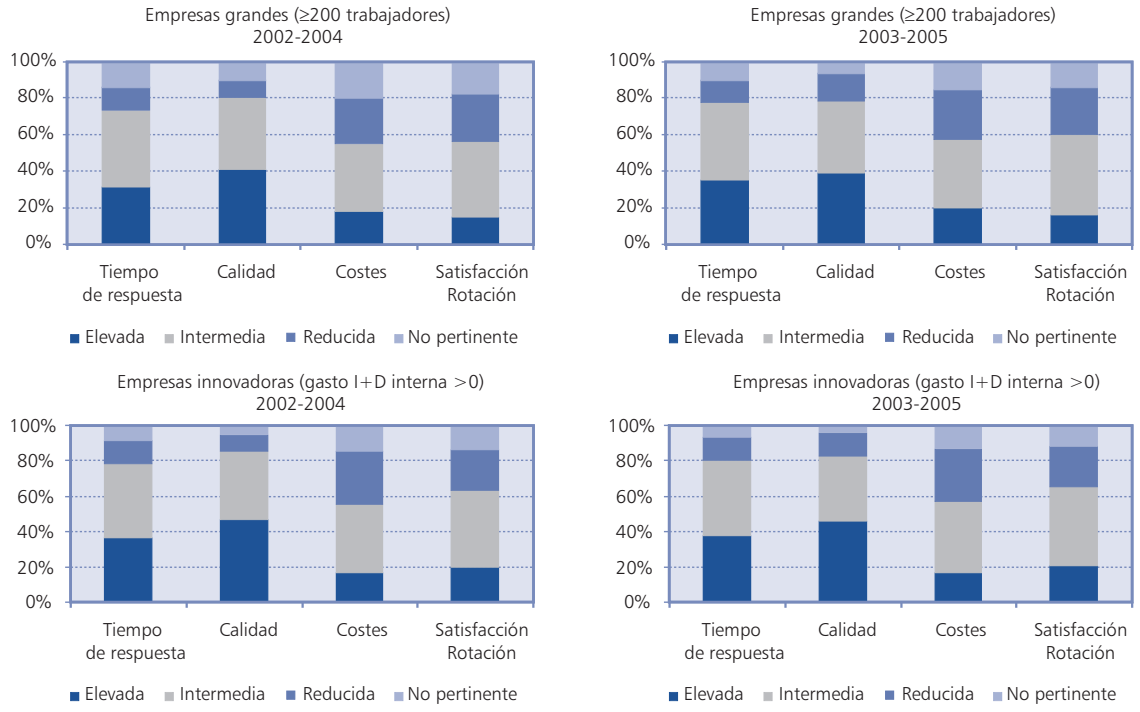
Desde una perspectiva más divulgativa, y como resumen de sus trabajos previos, Brynjolfsson (2005) expone que el impacto de las TIC en la productividad depende principalmente de las inversiones en prácticas organizativas que las empresas realizan de forma complementaria a la inversión en TIC. Entre las prácticas de las empresas que hacen más eficiente el uso de las TIC, el autor destaca las siguientes: adopción de procesos digitales frente a los analógicos, acceso libre a la información tanto para gerentes como para trabajadores, incremento de la capacidad de decisión de los trabajadores, uso de sistemas de incentivos basados en el mérito, inversión en valores corporativos e inculcarlos en los trabajadores, contratar a las personas adecuadas, invertir en capital humano.

En el resto de este apartado se presenta evidencia, con datos de empresas españolas, sobre los efectos, en general, de las innovaciones organizativas y sobre el impacto, en particular, de la introducción de innovaciones organizativas en la productividad del trabajo de las empresas.

1. ¿Qué efectos atribuyen las empresas a sus innovaciones organizativas?

En el PITEC, las empresas indican qué tipo de efectos han producido las innovaciones organizativas. Este epígrafe resume las respuestas que han dado las empresas a esta pregunta, en la que cada empresa indica qué importancia (elevada, intermedia, reducida o no pertinente) atribuye a la innovación, pudiendo elegir entre cuatro alternativas: 1) reducción del periodo de respuesta a las necesidades de un cliente o proveedor; 2) mayor calidad de los bienes o servicios; 3) menores costes por unidad producida; 4) mayor satisfacción del personal o menores tasas de rotación del personal.

GRÁFICO 5
IMPORTANCIA DE LOS EFECTOS DE LAS INNOVACIONES ORGANIZATIVAS



En el gráfico 5 se muestra el porcentaje de empresas que atribuyen a cada uno de los cuatro efectos señalados en el párrafo anterior una importancia elevada, intermedia o reducida, así como el porcentaje de empresas que no están afectadas por dichas innovaciones o que consideran que las innovaciones no han tenido ningún efecto. Se presentan los resultados para las dos muestras de empresas grandes y de empresas innovadoras, distinguiendo entre los dos periodos temporales a que se refieren las innovaciones: 2002-2004 y 2003-2005.

El efecto más importante con el que vinculan las empresas sus innovaciones organizativas es con el incremento de la calidad de los bienes o servicios que producen. Alrededor del 40 por 100 de las empresas consideran que la importancia de las innovaciones organizativas es elevada. La segunda posición en orden decreciente de importancia es la reducción del periodo de respuesta a las necesidades de un cliente o proveedor de la empresa. En conjunto, alrededor del 80 por 100 de las empresas consideran que la calidad y el tiempo de atención al cliente tienen importancia (alta o media) en relación con los efectos producidos por la innovación organizativa.

En cuanto a los efectos de las innovaciones organizativas sobre los costes y la satisfacción y rotación del personal, el porcentaje de empresas que consideran que es importante es sensiblemente más bajo: en torno al 60 por 100 de las empresas atribuyen a estos efectos una importancia alta o media.

2. Innovaciones organizativas y productividad del trabajo: análisis de regresión

La mayor parte de la literatura empírica que ha analizado las innovaciones organizativas se ha centrado en el estudio de su efecto sobre la productividad. Para investigar este efecto con datos de empresas españolas, en este epígrafe se estima el diferencial de productividad existente entre las empresas que introducen y las que no introducen innovaciones organizativas. La regresión con la que se estima el diferencial incluye un conjunto amplio de variables de control, para que el diferencial estimado sea robusto a otros factores que también influyen sobre la productividad. En la ecuación estimada, el logaritmo de la productividad del trabajo es la variable dependiente, y en el segundo miembro de la ecuación se in-

cluye la innovación organizativa y un conjunto amplio de variables de control:

$$\ln(PT)_{05} = \alpha IO_{04} + \beta IT_{04} + \gamma Exp_{05} + \\ + \delta Control_{05} + \mu,$$

donde la variable dependiente, $\ln(PT)_{05}$, es el logaritmo de la productividad del trabajo, definida ésta como el cociente entre la cifra de negocios y el número de empleados de 2005. IO_{04} es una variable dicotómica que indica si la empresa ha introducido o no innovaciones organizativas durante el periodo 2002-2004. La diferencia temporal en la medida de la productividad y la innovación organizativa trata de captar el efecto desfasado de la segunda sobre la primera. Además, en las regresiones estimadas se descompone la innovación organizativa en los tres tipos de innovación que considera el *Manual de Oslo*: la innovación en la gestión de los conocimientos, en la organización del trabajo y en las relaciones externas. Como variables de control se incluyen una variable representativa de la obtención de innovaciones tecnológicas (innovaciones de producto y de proceso) por parte de la empresa durante el periodo 2002-2004 (IT_{04}), la actividad exportadora de la empresa en el año 2005 (Exp_{05}); también se incluye la intensidad exportadora aproximada por el cociente entre las exportaciones y el volumen de ventas. Por último, $Control_{05}$ es un vector de variables de control que recoge la pertenencia a un grupo de empresas y variables artificiales de sector y de tamaño. En el apéndice 1 se encuentra la definición detallada de las variables utilizadas en las regresiones.

Con respecto a la muestra de empresas utilizada en la estimación, se toman como referencia las empresas disponibles en el PITEC los años 2004 y 2005. Se han incluido por tanto las muestras de empresas grandes y de empresas innovadoras (con gasto en I+D interna), ambas representativas de sus poblaciones de referencia. Además, se ha incluido una muestra de control de empresas no innovadoras con empleo inferior a 200 trabajadores.

El cuadro n.º 5 presenta los resultados de la estimación. En primer lugar, en cuanto al efecto de la introducción de innovaciones organizativas, el hecho de haber adoptado al menos una de las tres innovaciones consideradas tiene un efecto positivo en la productividad del trabajo (regresiones *a* y *c*). Las empresas que han introducido al menos una innovación organizativa durante el período 2002-2004 presentan una productividad del trabajo en 2005

CUADRO N.º 5

INNOVACIONES ORGANIZATIVAS Y PRODUCTIVIDAD

	(a)	*(b)*	*(c)*	*(d)*
Al menos una innovación organizativa (*t-1*)	0,043**	—	0,037**	—
	(0,019)		(0,018)	
Gestión de conocimientos (*t-1*)	—	0,063***	—	0,058***
		(0,023)		(0,022)
Organización del trabajo (*t-1*)	—	-0,025	—	-0,022
		(0,023)		(0,023)
Relaciones externas (*t-1*)	—	-0,022	—	-0,023
		(0,027)		(0,026)
Innovación tecnológica (*t-1*)	0,040*	0,072***	0,025	0,053**
	(0,023)	(0,025)	(0,023)	(0,025)
Empresa exportadora	0,393***	0,381***	—	—
	(0,021)	(0,023)		
Intensidad exportadora	—	—	0,052***	0,051***
			(0,002)	(0,002)
Grupo	0,485***	0,492***	0,461***	0,471***
	(0,021)	(0,022)	(0,021)	(0,022)
Incluye:				
Dummies sectoriales				
Dummies de tamaño				
Número de empresas	11.160	8.747	11.160	8.747
R-Cuadrado	0,312	0,352	0,328	0,370

Nota: Coeficientes significativos al: 1 por 100***, 5 por 100**, 10 por 100*. Errores estándar robustos entre paréntesis. Todas las regresiones incluyen variables artificiales de sector (52 variables), variables artificiales de tamaño (5 variables) y constante. *(t-1)* al lado del nombre de las variables indica que se refiere al periodo 2002-2004.

que es aproximadamente el 4 por 100 superior respecto a las empresas que no han adoptado este tipo de innovaciones.

Considerando el efecto, por separado, de los tres tipos de innovaciones organizativas, la única práctica organizativa con un efecto significativo sobre la productividad es la adopción de sistemas de gestión de los conocimientos que se destinan a mejorar la utilización o el intercambio de información, conocimientos y competencias dentro de la empresa (ver regresiones *b* y *d*). Implantar sistemas de gestión de los conocimientos da lugar a un diferencial de productividad del 6 por 100 aproximadamente. Los otros dos tipos de innovaciones organizativas consideradas (organización del trabajo y relaciones externas) no tienen un efecto en la productividad del trabajo al ser consideradas de forma individual.

Respeto al resto de variables explicativas se obtienen resultados consistentes con la literatura empírica existente. En primer lugar, la introducción de innovaciones tecnológicas tiene, en general, un efecto positivo en la productividad del trabajo. En segundo lugar, la actividad exportadora tiene un importante efecto sobre el diferencial de productividad: las empresas exportadoras tienen una productividad que supera casi en el 40 por 100 a las no exportadoras. Por último, la pertenencia a un grupo de empresas tiene un efecto positivo sobre la productividad.

V. CONCLUSIONES

Existe un amplio consenso sobre la importancia de la innovación organizativa. La gestión de los recursos humanos, la adaptabilidad organizativa, las relaciones con los proveedores y clientes, así como otros aspectos relacionados con el diseño organizativo, tienen una gran influencia sobre los resultados y rendimientos de las empresas.

Sin embargo, la innovación organizativa es un fenómeno difícil de medir y cuantificar. Junto a los planteamientos teóricos que se han resumido en el apartado II de este artículo, existen aproximaciones más aplicadas que definen listas de prácticas empresariales vinculadas con la organización del trabajo y, en general, con la organización de la empresa (gestión de la cadena de suministro, sistemas de gestión del conocimiento, re-ingeniería de negocios, producción eficiente, gestión de la calidad, sistemas de educación y formación, etc.) que definen la innovación organizativa. Como parte de estos esfuerzos, el *Manual de Oslo* fija por primera vez una definición homogénea del concepto de innovación organizativa que comienza a aplicarse en la Unión Europea a través de la realización de la *Community Innovation Survey*.

La tercera edición del *Manual de Oslo* define cuatro tipos de innovaciones: innovación de producto, innovación de proceso, innovación organizativa e innovación de comercialización. Define además la innovación organizativa incluyendo los siguientes elementos: innovaciones de organización en las prácticas empresariales, innovaciones en la organización del lugar de trabajo e innovaciones organizativas en materia de las relaciones exteriores de la empresa.

El objetivo de este artículo es, por una parte, cuantificar qué proporción de empresas introducen innovaciones organizativas e identificar de qué manera dichas innovaciones están relacionadas con algunas características empresariales como el tamaño, la edad, la actividad exportadora, etc. Por otra parte, se analizan los efectos de las innovaciones organizativas, sobre todo en lo que se refiere a los resultados empresariales y, en concreto, a la productividad. En resumen, se ofrece una estimación que cuantifica diversos aspectos de la innovación organizativa en la empresa española, tema sobre el que hay escasa información.

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 grandes y en la población de empresas con una actividad innovadora regular.

Los resultados principales del estudio son los siguientes. En relación con las características empresariales que se relacionan con la adopción de innovaciones organizativas, se obtiene que el porcentaje de empresas grandes que introduce al menos una innovación de este tipo en periodos trienales se sitúa en el 45-50 por 100. Este porcentaje es mayor, alrededor del 60 por 100, en la muestra de empresas innovadoras. El porcentaje superior entre las empresas innovadoras confirma una regularidad empírica de la literatura sobre innovación: la innovación tecnológica y la innovación organizativa son actividades complementarias que se presentan de manera asociada en muchas empresas.

Diferenciando entre los distintos tipos de innovaciones organizativas, se obtiene que la adopción de sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o

mejorados es la innovación organizativa más común, seguida de cerca por la introducción de modificaciones en la organización del trabajo. La adopción del tercer tipo de innovación (la asociada a las relaciones exteriores de la empresa) es significativamente menor respecto a las dos anteriores.

Analizando los determinantes de la adopción de este tipo de innovaciones, se obtiene que el efecto marginal de incrementar la inversión en innovación tecnológica aumenta la probabilidad de las innovaciones organizativas en 0,14. También la dotación de capital humano, aproximado por el número de doctores y licenciados, incrementa la probabilidad de las innovaciones organizativas, aunque en una magnitud inferior que la inversión en innovación tecnológica.

El otro aspecto estudiado en el artículo son los efectos de las innovaciones organizativas. En primer lugar, al analizar las respuestas directas de las empresas, se obtiene que el efecto más importante con el que vinculan las empresas sus innovaciones organizativas es con el incremento de la calidad de los bienes o servicios. Alrededor del 40 por 100 de las empresas atribuyen mucha importancia a este efecto. La segunda posición, en orden decreciente de importancia, es la reducción del periodo de respuesta a las necesidades de un cliente o proveedor de la empresa. En conjunto, alrededor del 80 por 100 de las empresas consideran que la calidad y el tiempo de atención al cliente son efectos de las innovaciones organizativas que tienen mucha importancia

En segundo lugar, del análisis de la relación entre la innovación organizativa y la productividad se obtiene que las empresas que han introducido al menos una innovación organizativa durante el período 2002-2004 presentan una productividad del trabajo en 2005 que es aproximadamente el 4 por 100 superior respecto a las empresas que no han adoptado este tipo de innovaciones, controlando un conjunto amplio de factores que influyen en las diferencias de productividad entre empresas.

Para finalizar, quedan cuestiones importantes pendientes de tratar en este artículo. Por ejemplo, los trabajos que analizan la relación entre las TIC y la innovación organizativa concluyen que el impacto de las TIC en la productividad depende principalmente de las inversiones en prácticas organizativas que las empresas realizan de forma complementaria a la inversión en TIC. Esta cuestión merece ser analizada en futuros trabajos para conocer hasta qué punto el reducido crecimiento de la productividad de las empresas españolas durante la última década tiene su origen en una inversión en TIC que ha carecido de cambios organizativos que exploten el potencial productivo de estas tecnologías.

NOTAS

(1) Los autores agradecen la financiación recibida del proyecto SEJ 2007-66520/ECON del Ministerio de Educación y Ciencia y del proyecto Excelecon - Comunidad de Madrid S2007/HUM-0444.

(2) GRILICHES (1995) contiene una revisión de esta literatura.

(3) Por ejemplo, CRÉPON *et al.* (1998) proponen un modelo estructural para analizar la relación entre gastos en I+D, innovación y productividad.

(4) El *Manual de Oslo*, desarrollado conjuntamente por Eurostat y la OCDE, es la guía fundamental que proporciona las directrices para la recogida y la interpretación de los datos sobre innovación.

(5) Las ediciones anteriores del *Manual de Oslo* se centraban en la innovación tecnológica (innovación de producto y de proceso), y la discusión sobre innovaciones no tecnológicas se incluía en un anexo.

(6) Una descripción más detallada de esta base de datos se encuentra en FARIÑAS *et al.* (2009) y en el portal de la FECYT (en el apartado «Publicaciones Fecyt» del portal ICONO), en la dirección http://icono.fecyt.es/.

(7) En este sentido, existe evidencia a favor de una relación positiva entre la propensión a introducir innovaciones organizativas y la fase recesiva del ciclo (por ejemplo, NICKELL *et al.*, 2001).

(8) El análisis se limita a la muestra de empresas innovadoras debido a que sólo hay 18 empresas en la muestra de empresas grandes que sean de reciente creación. Estas 18 empresas de reciente creación son más propensas a introducir innovaciones organizativas que el resto de empresas grandes.

(9) Desde un punto de vista teórico, MILGROM y ROBERTS (1990) proporcionan un tratamiento sistemático de las complementariedades entre las decisiones relativas a la organización y a la tecnología, basado en la supermodularidad de la función de beneficios. Por otra parte, LINDBECK y SNOWER (2000) desarrollan un modelo teórico para el análisis de la asociación entre la introducción de TIC y los cambios organizativos.

BIBLIOGRAFÍA

BLACK, S.E., y LYNCH, L.M. (2001), «How to compete: The impact of workplace practices and information technology on productivity», *Review of Economics and Statistics,* 83(3): 434-445.

— (2004), «What's driving the new economy: The benefits of workplace innovation», *The Economic Journal*, 114: 97-116.

— (2005), «Measuring organizational capital in the new economy», en C. CORRADO, J. HALTIWANGER y D. SICHEL (eds.), *Measuring Capital in the New Economy*, Chicago, IL, University of Chicago Press: 205-236.

BRESNAHAN, T.F.; BRYNJOLFSSON, E., y HITT, L.M, (2002), «Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firmlevel evidence», *The Quarterly Journal of Economics*, 117: 339-376.

BRYNJOLFSSON, E., (2005), «Seven pillars of productivity», *Optimize*, número 22.

BRYNJOLFSSON, E., y HITT, L.M., (2000), «Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance», *Journal of Economic Perspectives*, 14(4): 23-48.

CARROLL, G., y HANNAN, M.T. (2000), *The Demography of Corporations and Industries*, Princeton University Press, Princeton, NJ.

CHANDLER, A.D. (1962), *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*, Cambridge, M.A., MIT Press.

COHEN, W.M., y LEVINTHAL, D.A. (1990), «Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation», *Administrative Science Quarterly*, 35: 123-138.

CRÉPON, B.; DUGUET, E., y MAIRESSE, J. (1998), «Research and development, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2): 115-156.

DAFT, R.L. (1978), «A dual-core model of organizational innovation», *Academy of Management Review*, 21: 193-210.

DAMANPOUR, F. (1996), «Organizational complexity and innovation: Developing and testing multiple contingency models», *Management Science*, 42/5: 693-716.

DAMANPOUR, F., y EVAN, W.M. (1984), «Organizational innovation and performance: The problem of organizational lag», *Administrative Science Quarterly*, 29: 392-402.

FARIÑAS, J.C.; HUERGO, E.; JAUMANDREU, J., y LÓPEZ, A. (2009), *Informe Pitec 2008. La innovación en la empresa española*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Madrid.

GRILICHES, Z. (1979), «Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth», *Bell Journal of Economics*, 10(1): 92-116.

— (1995), «R&D and productivity: Econometric results and measurement issues», en P. STONEMAN (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell, Oxford: 52-89.

HIRSCHMAN, A.O. (1970), *Exit, Voice and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organziations and States*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

HUERTA, E., y GARCÍA-OLAVERRI, C. (2007), «La frontera de la innovación: ¿dónde se encuentra la empresa española?», en J. A. ALONSO (dir.) *Claves de la economía mundial*, Ministerio de Economía, ICEZ, Madrid: 100-109.

HUERTA, E.; MERINO, J.; BAYO, J.A., y GARCÍA-OLAVERRI, C. (2003), *Los desafíos de la competitividad: la innovación tecnológica y organizativa en la empresa española*, Ed. Fundación BBVA, Bilbao.

ICHNIOWSKI, C., y SHAW, K. (2003), «Beyond incentive pay: Insiders' estimates of the value of complementary human resource management practices», *The Journal of Economic Perspectives*, 17(1): 155-178.

LAM, A. (2005), «Organizational innovation», en, FAGERBERG, J., MOWERY, D.C. y NELSON, R.R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford: 115-147.

LINDBECK, A., y SNOWER, D. (2000), «Multitask learning and the reorganization of work: From tayloristic to holistic organization», *Journal of Labor Economics*, 18(3): 353-376.

LYNCH, L.M. (2007), «The adoption and diffusion of organizational innovation: Evidence for the U.S. economy», *NBER working paper 13156*.

MILGROM, P., y ROBERTS, J. (1990), «The economics of modern manufacturing: technology, strategy and organization», *American Economic Review*, LXXX: 511-528.

— (1992), *Economics, Organization and Management*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

NICKELL, S.; NICOLITSAS, D., y PATTERSON, M. (2001), «Does doing badly encourage management innovation?», *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63(1): 5-28.

OCDE, (1997), *Oslo Manual (second edition): Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, Paris.

— (2005), *Oslo Manual (third edition): Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, Paris.

SALAS, V. (1993), «Factores de competitividad empresarial», PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, 56: 379-396.

APÉNDICE 1

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Al menos una innovación organizativa. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha introducido al menos una innovación organizativa de las siguientes: gestión de conocimientos, organización del trabajo y relaciones externas.

Capital humano. Porcentaje de doctores y licenciados dentro del personal dedicado a actividades de I+D interna.

Empresa de reciente creación. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha sido creada en 2001 o con posterioridad.

Empresa exportadora. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa exporta.

Grupo. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa pertenece a un grupo de empresas.

Gestión de conocimientos. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha introducido sistemas de gestión de los conocimientos nuevos o mejorados de manera significativa, destinados a mejorar la utilización o el intercambio de información, conocimientos y competencias dentro de su empresa.

Innovación tecnológica. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha introducido una innovación de producto y/o de proceso.

Intensidad de los gastos en innovación. Cociente entre gastos de innovación y cifra de negocios de la empresa.

Intensidad exportadora. Cifra de exportaciones entre número de empleados (en logaritmos).

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

Organización del trabajo. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha introducido una modificación importante de la organización del trabajo en su empresa, como los cambios en la estructura de gestión o la integración de distintos departamentos o actividades.

Productividad del trabajo. Cifra de negocios entre número de empleados (en logaritmos).

Relaciones externas. Variable artificial que toma el valor 1 si la empresa ha introducido cambios nuevos o significativos en sus relaciones con otras empresas o instituciones públicas; por ejemplo, mediante alianzas, asociación, externalización o subcontratación.

Tamaño. Número de empleados (en logaritmos).

APÉNDICE 2

CUADROS ADICIONALES

CUADRO A.1

NÚMERO DE EMPRESAS UTILIZADO EN LOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	EMPRESAS GRANDES (≥ 200 TRABAJADORES)		*EMPRESAS INNOVADORAS (GASTO EN I+D INTERNA >0)*	
	2004	*2005*	*2004*	*2005*
Manufacturas	1.237	1.223	3.633	4.365
Servicios	1.751	1.632	1.790	2.590
Total	2.988	2.855	5.423	6.955

CUADRO A.2

DETERMINANTES DE LA ADOPCIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS NUEVOS O MEJORADOS

	Todas las empresas	*Empresas grandes*	*Empresas innovadoras*
Intensidad gastos en innovación	0,113*** (0,018)	0,351*** (0,111)	0,029 (0,020)
Capital humano	0,002*** (0,0001)	0,003*** (0,0002)	0,0003** (0,0001)
Mercado internacional	0,071*** (0,007)	0,052*** (0,016)	0,032*** (0,011)
Empresa de reciente creación	-0,012 (0,020)	0,184** (0,090)	-0,002 (0,022)
Tamaño (log empleo)	0,021*** (0,002)	0,061*** (0,008)	0,049*** (0,003)
Grupo	0,011 (0,008)	0,030** (0,014)	-0,007 (0,011)
Incluye:			
Variables sectoriales			
Variables temporales			
Número de observaciones	19.623	5.577	11.908
Pseudo-R-Cuadrado	0,027	0,054	0,022
Log-*Likelihood*	-12.697,029	-3.499,955	-8.048,740

Nota: Coeficientes significativos al: 1 por 100***, 5 por 100**, 10 por 100*. 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.

CUADRO A.3

DETERMINANTES DE LA MODIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO EN LA EMPRESA

	Todas las empresas	*Empresas grandes*	*Empresas innovadoras*
Intensidad gastos en innovación	0,094*** (0,018)	0,353*** (0,100)	0,026 (0,020)
Capital humano	0,002*** (0,0001)	0,003*** (0,0002)	0,0003* (0,0001)
Mercado internacional	0,066*** (0,007)	0,039** (0,015)	0,040*** (0,010)
Empresa de reciente creación	0,002 (0,020)	0,088 (0,086)	-0,004 (0,022)
Tamaño (log empleo)	0,013*** (0,002)	0,046*** (0,007)	0,037*** (0,003)
Grupo	0,021*** (0,008)	0,055*** (0,014)	0,004 (0,010)
Incluye:			
Variables sectoriales			
Variables temporales			
Número de observaciones	19.623	5.577	11.908
Pseudo-R-Cuadrado	0,021	0,043	0,012
Log-*Likelihood*	-12.479,675	-3.426,945	-8.039,161

Nota: Coeficientes significativos al: 1 por 100***, 5 por 100**, 10 por 100*. 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.

APÉNDICE 2 (continuación)

CUADROS ADICIONALES

CUADRO A.4

DETERMINANTES DE LA ADOPCIÓN DE CAMBIOS EN LAS RELACIONES CON OTRAS EMPRESAS O INSTITUCIONES PÚBLICAS

	Todas las empresas	*Empresas grandes*	*Empresas innovadoras*
Intensidad gastos en innovación	0,127*** (0,012)	0,184*** (0,055)	0,119*** (0,015)
Capital humano	0,001*** (0,0001)	0,001*** (0,0001)	0,0004*** (0,0001)
Mercado internacional	0,045*** (0,005)	0,038*** (0,011)	0,039*** (0,008)
Empresa de reciente creación	0,063*** (0,016)	0,182** (0,087)	0,073*** (0,020)
Tamaño (log empleo)	0,006*** (0,002)	0,034*** (0,005)	0,019*** (0,002)
Grupo	0,017*** (0,006)	0,031*** (0,010)	0,010 (0,008)
Incluye:			
Variables sectoriales			
Variables temporales			
Número de observaciones	19.623	5.577	11.908
Pseudo-R-Cuadrado	0,043	0,045	0,032
Log-*Likelihood*	-8.200,981	-2.281,023	5.883,801

Nota: Coeficientes significativos al: 1 por 100***, 5 por 100**, 10 por 100*. 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.

¿OBTIENEN LAS MULTINACIONALES MAYORES RENDIMIENTOS DE SUS ACTIVIDADES DE I+D?

Dolores AÑÓN HIGÓN

Universidad de Valencia y ERI-CES

Miguel MANJÓN ANTOLÍN

Universidad Rovira i Virgili

Juan A. MÁÑEZ

Universidad de Valencia y ERI-CES

Resumen

En este estudio se analiza en qué medida el carácter multinacional de las empresas, definido en términos de su participación accionarial, influye en la relación endógena entre investigación y desarrollo (I+D) y productividad. En particular, la contribución de la I+D a la productividad es analizada para un panel representativo de empresas extraídas de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE). Los resultados indican que la «multinacionalidad» no ejerce un papel diferencial en los rendimientos obtenidos por la I+D. En cambio, factores como el tamaño de las empresas y la intensidad tecnológica del sector en el que operan, sí parecen conllevar diferencias significativas en los rendimientos.

Palabras clave: I+D, productividad, multinacional.

Abstract

In this study we analyse to what extent the multinational nature of companies, defined in terms of equity holding, affects the endogenous relationship between research and development (R&D) and productivity. In particular, the contribution of R&D to productivity is examined for a representative panel of companies drawn from the Spanish *Survey on Business Strategies* (ESEE). The results show that «multinationality» does not play a differential role in the returns obtained by R&D. However, such factors as the size of the companies and the technological intensity of the sector in which they operate do appear to entail significant differences in the returns.

Key words*:* R&D, productivity, multinational.

JEL classification: C14, D24, F23, O32.

I. INTRODUCCIÓN (*)

LA importancia de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) como determinante de la tasa de crecimiento a largo plazo de los países ha sido objeto de un creciente interés en los últimos años, tanto por parte de los investigadores como por parte de los gestores de la política económica. De hecho, la consecución de un incremento significativo de la intensidad del gasto en I+D es una prioridad estratégica de la política a largo plazo de la Unión Europea (UE). En el año 2000 la UE lanzó la Agenda de Lisboa, una ambiciosa estrategia que tenía como objetivo convertir a Europa en la economía del conocimiento más dinámica del mundo en 2010. Dos años después de su lanzamiento, los países miembros de la Unión Europea establecieron el *objetivo de Barcelona*, por el que, siguiendo con el espíritu de la estrategia de Lisboa, se comprometían a incrementar el gasto europeo en I+D hasta el 3 por 100 del PIB (producto interior bruto), debiendo representar el sector privado no menos de dos tercios del gasto total en I+D (1). Una parte sustancial de esta inversión privada en I+D la llevan a cabo empresas multinacionales. Así, por ejemplo, los datos analizados en este estudio muestran que en el período 1992-2002 las multinacionales en España representaban, en promedio, un 20,67 por 100 del total de empresas manufactureras que realizaban I+D, pero su participación en el gasto total en I+D alcanzaba un 58,54 por 100; véase Narula y Zanfei (2005) para evidencia adicional sobre el caso español (2).

Desde un punto de vista microeconómico, es generalmente reconocido que las actividades de I+D son una de las principales fuentes de crecimiento de la productividad empresarial (Griliches, 1980). Sin embargo, numerosos estudios empíricos muestran importantes divergencias en los rendimientos obtenidos por las empresas en sus actividades innovadoras (Griliches y Mairesse, 1983; Hall *et al.*, 2009). Estas divergencias han sido explicadas, principalmente, por el papel jugado por el grado de sofisticación tecnológica (Klevorick *et al.*, 1995) y las condiciones de apropiabilidad (Levin *et al.*, 1987). En cambio, se ha prestado escasa atención al papel que podría jugar el carácter multinacional de la empresa en la relación entre actividades de I+D y productividad, lo que contrasta con la evidente importancia de las empresas multinacionales en las actividades de investigación y desarrollo.

En concreto, existen al menos tres investigaciones previas en torno a esta cuestión: Tsang *et al.* (2008), quienes proporcionan evidencia para em-

presas de Singapur, y Kafourus *et al.* (2008) y Añón y Manjón (2009), quienes proporcionan evidencia para empresas británicas. No obstante, los dos primeros trabajos presentan serios problemas metodológicos (entre otros, el empleo de una especificación adhoc de la función de producción y el no control de la presencia de *shocks* productivos no observables) que podrían causar sesgos de estimación y que, por lo tanto, plantean dudas sobre la fiabilidad de sus resultados. Por su parte, Añón y Manjón (2009) proponen una estrategia de estimación consistente cuya validez depende en gran medida de unas condiciones de identificación que son mucho más restrictivas que las planteadas aquí (Ackerberg *et al.*, 2006) (3).

El objetivo de este trabajo es proporcionar evidencia del efecto que tiene el carácter multinacional de la empresa en la relación entre actividades de I+D y productividad en el caso español; se utilizan para ello recientes innovaciones metodológicas que permiten superar las deficiencias observadas en trabajos anteriores. En concreto, el análisis de los efectos del carácter multinacional de la empresa sobre el rendimiento de las actividades de I+D se realiza en dos etapas. En la primera, se emplea el método generalizado de los momentos para estimar consistentemente los coeficientes asociados a los factores productivos de una función de producción Cobb-Douglas, bajo el supuesto de que las expectativas de las empresas sobre la productividad futura dependen tanto de su productividad actual como de los gastos actuales en I+D (Doraszelski y Jaumandreu, 2009; Wooldridge, 2009). Esta primera etapa permite, además, obtener estimaciones de la productividad (no observable) de cada empresa que, en la segunda etapa, se emplean para obtener la distribución muestral de los rendimientos de la I+D a partir de una aproximación numérica (Judd, 1998). De esta manera, podemos hacer inferencias para los distintos grupos de empresas que queramos considerar, lo que en nuestro caso se concreta en una comparativa usando técnicas de dominancia estocástica (Delgado *et al.,* 2002; Mañez *et al.*, 2010) entre la distribución de los rendimientos obtenidos por las empresas domésticas y las multinacionales extranjeras (MNE).

Los resultados obtenidos para una muestra representativa de empresas manufactureras extraída de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* para el período 1992-2002 indican que los rendimientos de la I+D no difieren entre empresas nacionales y multinacionales. Por otro lado, los resultados demuestran que otros factores, como el tamaño de la empresas y el grado de intensidad tecnológica del sector, son cruciales a la hora de explicar las diferencias empresariales en los rendimientos de las actividades de investigación y desarrollo.

El resto del artículo se organiza del siguiente modo: en el apartado II, se revisan los argumentos teóricos y la evidencia empírica en torno a cómo el carácter multinacional de la empresa puede incidir en la relación entre actividades de I+D y productividad; en el III, se presenta el modelo econométrico y la metodología de estimación; en el IV, se describen los datos utilizados en el análisis, y en el V, se comentan los resultados de la estimación de la elasticidad del gasto en I+D. Por último, las principales conclusiones del trabajo se recogen en el apartado VI.

II. ACTIVIDADES DE I+D, PRODUCTIVIDAD Y MULTINACIONALES

El que las empresas multinacionales puedan obtener mejores rendimientos empresariales ha sido objeto de investigación tanto desde un punto de vista teórico (Caves, 1974) como desde un punto de vista empírico (Doms y Jensen, 1998; Criscuolo y Martin, 2009). No obstante, revisar este conjunto de contribuciones queda fuera de los límites de este trabajo. Dado que el interés aquí se centra en el efecto diferencial que puede suponer el que una empresa sea multinacional en la relación entre sus actividades de I+D y su productividad, a continuación se presentan los principales argumentos teóricos en torno a cuál puede ser el signo que puede tener ese efecto diferencial, para posteriormente analizar la metodología y los resultados obtenidos en estudios empíricos previos.

1. Argumentos teóricos

Las teorías de la internacionalización empresarial sugieren que las multinacionales tienen una serie de ventajas que les permiten compensar los altos costes que implica operar en mercados foráneos. Estas ventajas podrían surgir de la posesión de mejores activos tangibles y, especialmente, intangibles (Aitken y Harrison, 1999); de su habilidad para explotar economías de escala (Dunning, 1993); de los diferenciales de coste de los factores productivos, y/o de la transferencia de conocimiento desde la empresa matriz a sus filiales extranjeras (Bartlett y Ghoshal, 1989).

En particular, las razones que llevan a las empresas multinacionales a expandir internacionalmente sus actividades de I+D son, para Dunning y Narula

(1995), la explotación de los activos originarios de la empresa matriz y/o la adquisición de activos a través de la explotación de ventajas tecnológicas propias del país huésped. En el primer caso, la internacionalización de la I+D respondería a un proceso de transferencia de tecnología hacia las filiales extranjeras con el fin de explotar los activos tecnológicos desarrollados en el país de origen, si bien adaptándolos y modificándolos a las características de los mercados exteriores (Bartlett y Ghoshal, 1989). En el segundo caso, las multinacionales buscan la adquisición de recursos únicos para capturar las externalidades creadas por las empresas e instituciones de los países de destino (Florida, 1997).

En principio, las multinacionales estarían en disposición de obtener mayores rendimientos por sus procesos innovadores debido a que poseen una mayor capacidad innovadora y un mejor régimen de apropiabilidad (Hitt *et al.*, 1997). Su mayor capacidad innovadora viene asociada al hecho de que la empresa multinacional puede acceder a un mayor volumen de recursos globales a un menor coste (Kobrin, 1991) y a una mayor oportunidad de (y capacidad para) aprender del *stock* global de conocimientos proveniente de fuentes internacionales muy variadas: proveedores, consumidores, universidades y/o centros de investigación (Hitt *et al.,* 1997). Paralelamente, Teece (1986) señala que la diversificación internacional mejora el régimen de apropiabilidad de las empresas, a la vez que aumenta la posibilidad de obtener activos estratégicos complementarios que hacen que las multinacionales puedan rendir por encima de las empresas locales. Estas características, unidas al aprovechamiento de las economías de escala y la diversificación de riesgos que confieren los procesos de internacionalización, llevarían a plantear la hipótesis inicial de que las multinacionales deberían obtener mayores rendimientos (en términos de productividad) que las empresas domésticas.

Sin embargo, los costes asociados a la expansión internacional de la I+D podrían contrarrestar los potenciales beneficios que permitían formular la hipótesis anterior. Entre éstos se encuentran, en primer lugar, «la desventaja de ser extranjero» (véase, por ejemplo, Hymer, 1976, y Zaheer, 1995), resultado, en último término, del menor conocimiento por parte de la filial extranjera del mercado local, los costes de reputación y la falta de conexiones con el entramado institucional del país huésped. En segundo lugar, los rendimientos de la I+D obtenidos por las filiales extranjeras con respecto a las autóctonas podrían verse desfavorecidos por los altos costes de coordinación y los posibles problemas de agencia derivados de una red dispersa de laboratorios de I+D. Finalmente, cabe también considerar los posibles riesgos políticos y de tipo de cambio, y la posibilidad de fuga de conocimientos hacia los competidores locales (Von Zedtwitz y Gassmann, 2002; Gersbach y Schmutzler, 2006).

Por lo tanto, no hay argumentos teóricos concluyentes que permitan establecer un *a priori* teórico sobre el efecto del carácter multinacional de la empresa en los rendimientos de las actividades de investigación y desarrollo.

2. Evidencia empírica

Desde un punto de vista empírico, ha sido ampliamente documentado que las filiales de multinacionales son, en promedio, más productivas que las empresas puramente nacionales (4). No obstante, resulta interesante destacar que estos trabajos analizan exclusivamente cómo la multinacionalidad de la empresa afecta a la productividad, sin explorar la posibilidad de que el carácter multinacional también pudiera condicionar el resultado de determinadas estrategias empresariales, particularmente las relacionadas con la I+D. Paralelamente, la internacionalización de las actividades de I+D ha ido creciendo a lo largo de las últimas décadas (Kuemmerle, 1999; Le Bas y Sierra, 2002), por lo que resulta cada vez más evidente la necesidad de investigar los potenciales efectos diferenciales de este proceso de internacionalización sobre las actividades empresariales.

Sin embargo, hasta donde conocemos, son escasos los trabajos previos que abordan la cuestión de hasta qué punto la superioridad productiva de las multinacionales se traduce también en un mayor rendimiento de sus actividades innovadoras. En particular, estos trabajos se pueden agrupar en aquellos que centran su análisis en los rendimientos obtenidos en el proceso innovador y aquellos que lo centran exclusivamente en los rendimientos de la inversión en I+D (en términos de productividad).

Así, por ejemplo, Criscuolo *et al.* (2010) estudian el papel de la globalización en la relación *input/output* del proceso innovador empleando una función de producción de conocimiento. Su principal conclusión es que en el Reino Unido las empresas multinacionales innovan más, pero no sólo debido al hecho de que utilicen más recursos en este ámbito, sino también gracias a que se benefician de un *stock* global de conocimientos heterogéneos (tanto de la

empresa matriz como de sus filiales). En cambio, Molero y García (2008) concluyen que el proceso innovador de las filiales de multinacionales que operan en España muestra una considerable coincidencia con el que emplean las empresas domésticas.

Respecto a los trabajos que analizan los rendimientos de la inversión en I+D, Kafourus *et al.* (2008) y Tsang *et al.* (2008) concluyen que el grado de internacionalización influye positivamente en la relación I+D/productividad. Por su parte, Añón y Manjón (2009) muestran que las multinacionales del Reino Unido obtienen mayores rendimientos derivados de las actividades de I+D (medidos en términos de productividad) que las empresas domésticas.

En concreto, Kaforous *et al.* (2008) muestran que las empresas británicas necesitan superar un determinado umbral de internacionalización (definido éste como la proporción de ventas en el extranjero sobre el total de ventas) para poder beneficiarse de los rendimientos de la I+D, y Tsang *et al.* (2008), que las filiales extranjeras en Singapur obtienen un mayor rendimiento de sus inversiones en I+D que sus rivales autóctonas (5). Sin embargo, como ya se mencionó en la introducción, estos trabajos adolecen de ciertos problemas metodológicos; entre otros, la utilización de una especificación ad hoc de la función de producción y la no consideración de la presencia de *shocks* productivos no observables en la estimación de la función de producción, lo que tendría como consecuencia que los estimadores empleados podrían ser sesgados (Griliches y Mairesse, 1998).

Añón y Manjón (2009) superan las deficiencias metodológicas de los anteriores estudios recurriendo a un método de estimación consistente, incluso en presencia de *shocks* productivos no observables, y empleando una especificación más flexible de la relación entre I+D y productividad. En concreto, estos autores siguen de cerca la modelización propuesta recientemente por Dorazelski y Jaumandreu (2009), la cual ni requiere imponer hipótesis sobre el proceso de acumulación de la I+D ni tampoco una predicción sobre las condiciones iniciales del proceso acumulativo. Sin embargo, en lugar de emplear un estimador del MGM como proponen Dorazelski y Jaumandreu (2009), Añón y Manjón (2009) optan por adaptar el procedimiento de estimación semiparamétrico propuesto por Levinsohn y Petrin (2003). Aunque en principio válida, esta opción supone imponer unas restrictivas condiciones de identificación en el modelo. En particular, si las cantidades de factor trabajo y consumos intermedios se determinan en el mismo período, el coeficiente asociado al factor trabajo estaría (no paramétricamente) no identificado (Ackerberg *et al.,* 2006).

Los supuestos empleados por Añón y Manjón (2009) pueden resultar válidos en una muestra de empresas maduras y de gran tamaño que operan en un entorno institucional como el del Reino Unido (6). No obstante, parecen poco plausibles en un análisis de grandes y pequeñas empresas españolas como el que se pretende realizar aquí. En consecuencia, la aproximación seguida en este trabajo para evaluar si las filiales de empresas multinacionales obtienen mayores rendimientos de sus inversiones en I+D sigue más de cerca la propuesta de Dorazelski y Jaumandreu (2009) y Wooldridge (2009), estimando una función de producción por MGM tal y como se detalla a continuación.

III. MODELIZACIÓN Y ESTIMACIÓN

Supongamos que las empresas producen un bien homogéneo empleando una tecnología Cobb-Douglas (expresada en términos logarítmicos):

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_a a_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + \omega_{it} + e_{it} \quad [1]$$

siendo y_{it} la producción de la empresa i en el periodo t (en nuestro caso, $i = 1,\ldots, 2184$ y $t = 1,\ldots, Ti$ para $Ti = 3,\ldots, 11$), k_{it} el factor capital, l_{it} el factor trabajo y m_{it} los consumos intermedios. La variable a_{it} representa la edad de la empresa, expresada en años, ω_{it} la productividad de la empresa y e_{it} un término de error estándar.

En la estimación de un modelo lineal como el de la expresión [1] hay que tener en cuenta la existencia de correlación entre la productividad, ω_{it}, y los factores productivos; en particular, el trabajo. La empresa, por ejemplo, puede observar los *shocks* de productividad con suficiente antelación como para ajustar el factor trabajo. Esta correlación entre la productividad y el trabajo complica la estimación de [1], puesto que en este contexto el estimador por MCO es sesgado, es inconsistente y los métodos de efectos fijos y variables instrumentales no resultan, en general, apropiados (Ackerberg *et al*., 2006).

Estas deficiencias en los métodos de estimación más tradicionales llevaron a Olley y Pakes (1996) a proponer un método de estimación semiparamétrico que, bajo determinados supuestos sobre la relación entre los *shocks* productivos y la inversión en capital físico, permite obtener estimaciones consis-

tentes de los parámetros del modelo [1]. No obstante, Levinsohn y Petrin (2003) señalan que, a menudo, los datos relativos a la inversión empresarial presentan un fuerte truncamiento en el valor cero, lo que puede provocar importantes pérdidas de eficiencia en la estimación. En cambio, es relativamente común disponer de datos sobre factores de producción intermedios (energía, materiales, etcétera).

En particular, Levinsohn y Petrin (2003) asumen que la demanda de consumos intermedios (m_{it}) que se deriva del programa dinámico de maximización de beneficios es una función de la edad, el capital y la productividad no observable, $m_{it} = m(a_{it}, k_{it}, \omega_{it})$. Además, esta función de demanda de consumos intermedios se supone monotónicamente creciente en ω_{it}, dadas las otras variables de estado, lo cual, bajo determinadas condiciones de regularidad, la hace invertible en ω_{it}. De esta manera, podemos definir $\omega_{it} = h(a_{it}, k_{it}, m_{it})$ y la función $\varphi(a_{it}, k_{it}, m_{it}) = \beta_0 + \beta_a a_{it} + \beta_k k_{it} + \beta_m m_{it} + h(a_{it}, k_{it}, m_{it})$, con lo que la expresión [1] puede reescribirse como:

$$y_{it} = \beta_l l_{it} + \varphi(a_{it}, k_{it}, m_{it}) + e_{it} \qquad [2]$$

La ventaja de emplear el modelo parcialmente lineal [2], en lugar de la expresión [1], es que el problema de la endogeneidad del factor trabajo desaparece, permitiendo así la estimación consistente de β_l y $\varphi(\cdot)$. Así, por ejemplo, Levinsohn y Petrin (2003) emplean un estimador en series similar al de Olley y Pakes (1996), lo que en la práctica supone estimar [2] por MCO empleando una aproximación polinómica (de grado 3) para $\varphi(\cdot)$. La desventaja de esta derivación es que, en principio, no permite identificar los coeficientes de la edad, del capital y de los consumos intermedios. En consecuencia, estos coeficientes deben obtenerse en una etapa adicional del procedimiento de estimación bajo el supuesto de que la productividad sigue un proceso exógeno de Markov.

No obstante, Ackerberg *et al.* (2006) demuestran que, en general, los supuestos empleados por Levinsohn y Petrin (2003) no garantizan la identificación de los coeficientes a menos que el factor trabajo «varíe independientemente de la función no paramétrica» $\varphi(\cdot)$, por lo que estos autores plantean un procedimiento alternativo basado en que las decisiones relativas al factor trabajo inciden en las decisiones relativas a los consumos intermedios.

Un planteamiento similar es el que subyace en la reciente propuesta de Wooldridge (2009: 113), quien, en cierta forma, combina la condición de momentos empleada por Ackerberg *et al.* (2006) con la empleada por Olley y Pakes (1996) y Levinsohn y Petrin (2003), derivando así un estimador del MGM con cuatro características a destacar. En primer lugar, «permite considerar la posibilidad de que la primera etapa de Olley y Pakes (1996) o Levinsohn y Petrin (2003) en realidad contenga información para la identificación de los parámetros de los factores variables». En segundo lugar, dada la estructura lineal resultante, el estimador es relativamente fácil de obtener empleando el *software* econométrico habitual (en nuestro caso, *Stata*, tal y como se describe en Baum *et al.* 2007). En tercer lugar, los errores estándar se obtienen directamente del procedimiento de estimación, sin necesidad de recurrir al *bootstrapping*. Finalmente, la estimación conjunta del sistema de dos ecuaciones sobre el que se construye el estimador proporciona mejoras en la eficiencia respecto a los procedimientos alternativos en dos etapas.

En cualquier caso, el objetivo último de este trabajo no es el análisis de la estimación de los coeficientes de la función de producción, sino la evaluación de la influencia de la «multinacionalidad» en la contribución de la I+D a la productividad. Para ello, en este estudio se sigue la reciente propuesta de Doraszelski y Jaumandreu (2009) y se valora el impacto de la I+D sobre la productividad a partir de la estimación de la expresión [1] bajo el supuesto de que $\omega_{it} = E[\omega_{it} / \omega_{it-1}, r_{it-1}] + \xi_{it}$ (Proceso de Markov «controlado»), siendo $r_{it} = r(a_{it}, k_{it}, \omega_{it})$ la función de demanda de inversión en I+D que se deriva del programa dinámico de maximización de beneficios de la empresa. En la práctica, esta propuesta es de sencilla implementación en el procedimiento de estimación previamente descrito, puesto que, en esencia, se trata de emplear $\varphi = \varphi(a_{it}, k_{it}, m_{it}, r_{it-1})$ en lugar de $\varphi = \varphi(a_{it}, k_{it}, m_{it})$ en la construcción de las condiciones de momentos (7).

Obsérvese que suponer que las expectativas de las empresas sobre la productividad futura dependen tanto de su productividad actual como de los gastos actuales en I+D nos permite considerar la relación endógena entre I+D y productividad sin incluir el *stock* de conocimientos como una variable explicativa adicional. Sin embargo, al no incluir la I+D en el vector de explicativas del modelo, no es posible obtener directamente una estimación de su efecto parcial o marginal (la derivada parcial de la esperanza condicional de la producción real con respecto a la I+D). Pero, dado que una vez estimados los parámetros del modelo es posible obtener una estimación de la productividad no observada, el efecto parcial o marginal de la I+D respecto a la productividad puede ob-

tenerse a partir de una aproximación numérica de la derivada (Judd, 1998). De esta forma, se obtiene la distribución muestral (estimada) de esta elasticidad y se puede proceder a su descripción a partir, por ejemplo, de su media y sus principales percentiles. Además, estos resultados nos van a permitir realizar una comparativa entre los rendimientos obtenidos por distintos grupos de empresas, tales como, por ejemplo, domésticas *versus* multinacionales.

En concreto, para llevar a cabo las comparaciones de las distribuciones estimadas de la elasticidad del gasto en I+D usaremos el concepto de dominancia estocástica de primer orden (Delgado *et al.,* 2002) (8). Así, supongamos que disponemos de dos muestras aleatorias e independientes de productividades, $z_1,\ldots,z_n$ y $z_{n+1},\ldots,z_{n+m}$, que corresponden a dos grupos de empresas (de tamaños n y m) con distintas trayectorias de I+D, y que están gobernadas por las funciones de distribución $F(.)$ y $G(.)$ respectivamente. Diremos que la función F domina estocásticamente a la función G (dominancia de primer orden) si $F(z)-G(z)\leq 0\ \forall z\in$ º y, además, esta desigualdad se cumple estrictamente para al menos un valor de z.

En la práctica, el análisis de dominancia estocástica propuesto se basa en dos contrastes de hipótesis: un contraste de igualdad de las distribuciones (contraste de dos colas) y un contraste del signo de la diferencia (contraste de una cola). De esta manera, si rechazamos la hipótesis nula del contraste de dos colas (H_0: No existen diferencias significativas entre ambas distribuciones) y no rechazamos la hipótesis nula del contraste de una sola cola (H_0: Diferencias favorables a la distribución F), entonces se concluye que la función F domina a la función G. En particular, los contrastes de dos y una cola se evalúan, respectivamente, con los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov (KS) descritos en Delgado *et al.* (2002). Finalmente, cuando se trabaja con datos de panel, hay que tener en cuenta que el requisito de independencia de las observaciones exigido por los contrastes de KS implica la necesidad de llevar a cabo los contrastes anualmente, ya que incluir más de una observación para una empresa en una determinada muestra violaría este requisito.

IV. DATOS

Los datos utilizados en este análisis provienen de la *Encuesta de estrategias empresariales* (ESEE) para el período 1992-2002. La ESEE es una encuesta anual representativa de las empresas manufactureras españolas clasificadas por sectores industriales y categorías de tamaño. Todas las empresas de más de 200 trabajadores (*empresas grandes*) son susceptibles de ser incluidas, aunque finalmente su ratio de participación es aproximadamente del 70 por 100. Por su parte, para las empresas de entre 10 y 200 empleados (*empresas pequeñas*) se diseñó un sistema de selección aleatorio que ha dado como resultado una participación de alrededor del 5 por 100. Por último, las empresas con menos de 10 empleados no se incluyen en la muestra.

La muestra completa de la ESEE está compuesta por 18.519 observaciones, las cuales representan una media anual de 1.871 empresas. No obstante, algunas de estas empresas no contestaron a las preguntas necesarias para construir las variables empleadas en este estudio (cuya definición se incluye en el apéndice y cuyos estadísticos descriptivos se recogen en el cuadro n.º 1). Además, para poder construir un panel de datos, se exigió que las informaciones requeridas estuvieran disponibles un mínimo de tres años consecutivos. En consecuencia, nuestra muestra de trabajo contiene 14.428 observaciones, que corresponden a una media anual de 1.311 empresas. En particular, aproximadamente el 15 por

CUADRO N.º 1

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	Media	*Desviación estándar*	*Min.*	*Max.*
Producción*	10,14	1,94	0,56	16,70
Edad	29,12	30,38	1,00	123,00
Capital*	9,76	2,38	2,53	17,74
Trabajo*	6,45	1,81	1,79	12,67
Materiales intermedios*	10,63	2,45	2,04	18,42
I+D*	8,14	1,56	2,74	14,91
Multinacional extranjera	0,15	0,35	0,00	1,00

Nota: Los valores de las variables con un asterisco están en logaritmos neperianos.

100 de las empresas están participadas por capital extranjero (y, por lo tanto, son consideradas aquí como multinacionales extranjeras).

V. RESULTADOS

1. Estimaciones de la elasticidad del gasto en I+D: multinacionales *versus* empresas domésticas

El cuadro n.º 2 presenta las estimaciones de la función de producción [1] empleando distintos métodos de estimación (MCO, efectos fijos, y dos versiones del estimador del MGM descrito anteriormente). Los coeficientes estimados son significativos en todas las especificaciones y tienen un tamaño similar a aquellos obtenidos en otros estudios. Comparando con la regresión por MCO, los coeficientes del trabajo y de los materiales en el modelo estimado por el MGM decrecen considerablemente tanto cuando se especifica un proceso de Markov exógeno (sin considerar la I+D) como controlado (considerando la I+D). En particular, en este último caso observamos una tendencia a que el coeficiente del trabajo siga disminuyendo y a un ligero aumento del coeficiente del capital (resultado análogo al obtenido por Doraszelski y Jaumandreu, 2009).

En todo caso, nuestro principal objetivo no radica en las estimaciones de los coeficientes de la función de producción, sino en la estimación de las elasticidades del gasto en I+D. Así, en el cuadro n.º 3 mostramos el valor estimado de la elasticidad respecto a

CUADRO N.º 2

ESTIMACIONES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

	MCO	*Efectos fijos*	*MGM (Proceso de Markov exógeno)*	*MGM (Proceso de Markov controlado)*
Edad	0,0006***	0,0005***	0,0006***	0,0008***
	(0,0001)	(0,0001)	(0,0002)	(0,0003)
Capital	0,0491***	0,0445**	0,0089***	0,0265***
	(0,0017)	(0,0016)	(0,0028)	(0,0048)
Trabajo	0,3128***	0,3038***	0,2686***	0,2141***
	(0,0032)	(0,0073)	(0,0024)	(0,0040)
Materiales	0,6654***	0,6275***	0,5952***	0,6351***
	(0,0022)	(0,0045)	(0,0061)	(0,0105)

Nota: La variable dependiente es el logaritmo neperiano de la producción real. Los asteriscos denotan la significación estadística de los coeficientes (tres, dos y un asterisco/s denota/n, respectivamente, significación al 1 por 100, 5 por 100 y 10 por 100). Las estimaciones MGM con Proceso de Markov exógeno corresponden al caso en el que no se emplea la I+D para la estimación de la función φ (véase el apartado III para más detalles), mientras que sí se emplea en las estimaciones MGM con Proceso de Markov controlado. Todas las estimaciones se han obtenido con datos del periodo 1993-2002 debido a la inclusión de retardos de las variables en la construcción de la matriz de instrumentos.

CUADRO N.º 3

ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D: EMPRESAS NACIONALES Y MULTINACIONALES

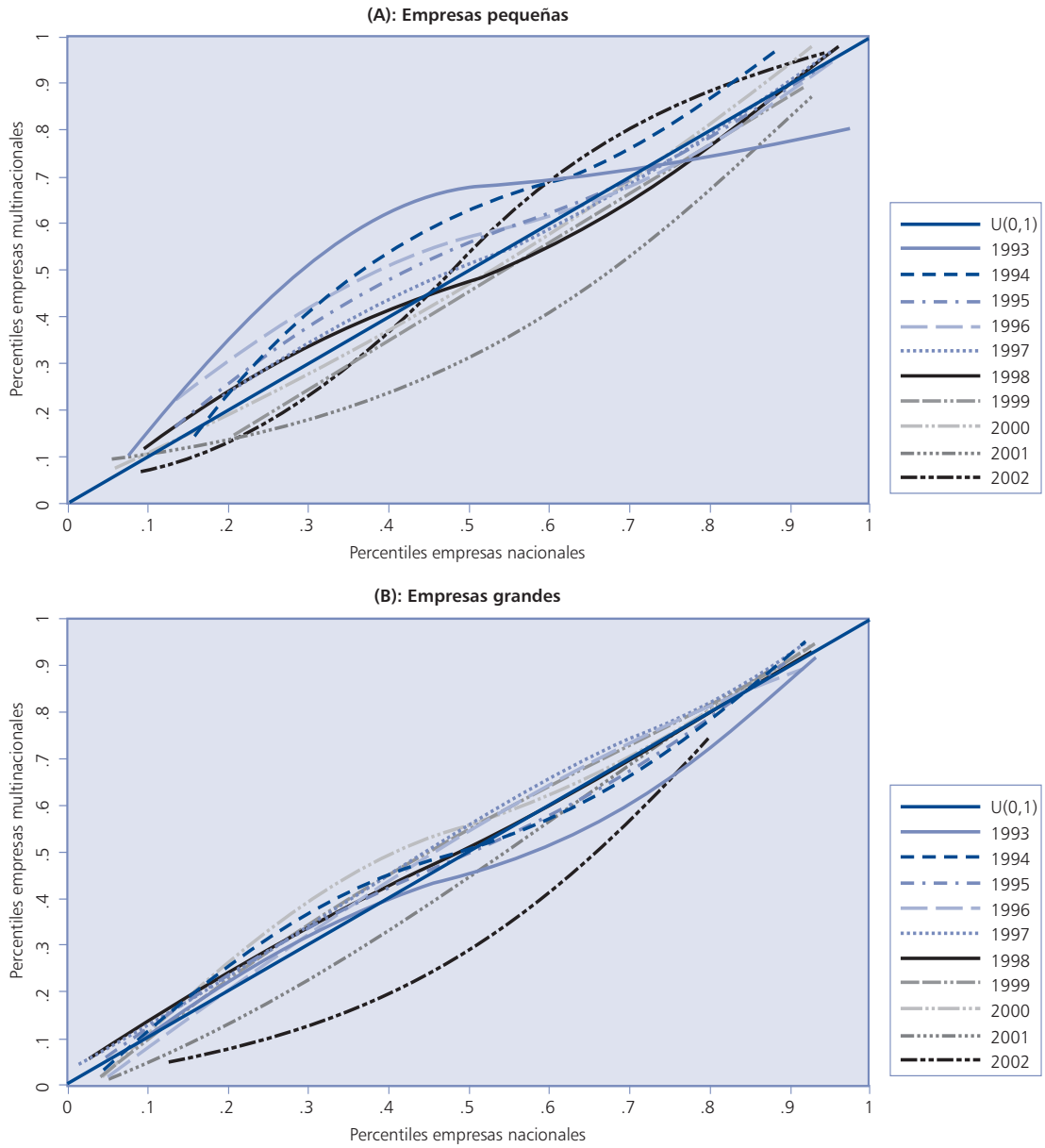
	NÚMERO DE OBSERVACIONES	*ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D*		
		p25	*p50*	*p75*
Todas las empresas	2.980	0,149	0,183	0,221
	1.240	0,146	0,177	0,218
Empresas pequeñas				
Nacionales	1.134	0,124	0,149	0,180
Multinacionales	529	0,124	0,149	0,176
Empresas grandes				
Nacionales	1.846	0,168	0,198	0,232
Multinacionales	711	0,163	0,199	0,232

Nota: p25, p50 y p75 denotan, respectivamente, el primer, segundo (mediana) y tercer cuartil de la distribución.
Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

la I+D en los percentiles 25, 50 (mediana) y 75, tanto para las empresas nacionales como para las multinacionales extranjeras. No obstante, dado que el tamaño de la empresa podría condicionar de alguna forma el rendimiento del gasto en I+D, el cuadro número 3 proporciona la comparativa entre empresas multinacionales y domésticas, distinguiendo además entre pequeñas empresas (entre 10 y 200 trabajadores) y grandes empresas (más de 200 trabajadores). Como se puede apreciar, apenas existen diferencias entre empresas multinacionales y nacionales respecto a los valores de los diferentes percentiles presentados.

De hecho, tal y como se puede apreciar en el gráfico 1, esta ausencia de diferencias es extensi-

GRÁFICO 1
DISTRIBUCIONES RELATIVAS DE LA ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D: MULTINACIONALES CON RESPECTO A EMPRESAS NACIONALES



ble al conjunto de la distribución de la elasticidad del gasto en I+D. En concreto, el gráfico 1 muestra las funciones de distribución relativa de la elasticidad del gasto en I+D para las empresas multinacionales en *t* y las empresas nacionales en *t,* para cada año del período 1993-2002 (tanto para las empresas grandes como para las pequeñas) (9). Así, por ejemplo, si las dos distribuciones fueran idénticas, entonces la distribución relativa sería una uniforme [0,1] y coincidiría con la diagonal de los gráficos; en cambio, una posición de la función de distribución relativa por debajo de la diagonal sugiere que la distribución representada en el eje vertical (en este caso, multinacionales) domina estocásticamente a la distribución en el eje horizontal (en este caso, empresas domésticas). Por lo tanto, la conclusión que emerge del gráfico 1 es que la distribución de la elasticidad del gasto en I+D de las empresas multinacionales en *t* no domina estocásticamente a la de las empresas domésticas en *t*, en la medida en que, en la mayor parte de los años analizados, las funciones de distribución relativa de la elasticidad del gasto de I+D están muy próximas a la diagonal, tanto para las empresas pequeñas como para las grandes.

Estos análisis descriptivos nos llevarían a rechazar la hipótesis de que las empresas multinacionales obtienen mayores rendimientos de sus inversiones en I+D que las empresas nacionales (en términos de productividad). No obstante, para contrastar estadísticamente si la distribución de elasticidades del gasto de I+D de las multinacionales efectivamente no domina estocásticamente a la de las empresas autóctonas, necesitamos recurrir a los contrastes de KS de una y dos colas definidos en el apartado III. Así, para cada año y grupo de tamaño, se compara $F_t(z_t|\tau=\tau_0)$ *vs.* $G_t(z_t|\tau=\tau_0)$, siendo F_t y G_t las funciones de distribución de la elasticidad del gasto en I+D para las empresas multinacionales y domésticas, respectivamente, t = 1993,…,2002 y τ_0= grandes, pequeñas. El cuadro n.º 4 muestra los resultados de estos contrastes. Independientemente del grupo de tamaño considerado y del año analizado, no podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de las distribuciones, lo que confirmaría los resultados del análisis gráfico.

Con el objetivo de ahondar en el origen de estos resultados, en el cuadro n.º 5 se ofrecen datos relativos a las diferentes estrategias de I+D (combinar actividades de I+D interna con la contratación exter-

CUADRO N.º 4

CONTRASTE DE LAS DIFERENCIAS EN ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D ENTRE EMPRESAS MULTINACIONALES Y NACIONALES

	NÚMERO DE OBSERVACIONES		*DIFERENCIAS EN LA ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D*			*IGUALDAD DE LAS DISTRIBUCIONES*		*DIFERENCIAS FAVORABLES A LAS MULTINACIONALES*	
	Multinacionales	*Nacionales*	*p25*	*p50*	*p75*	*Est.*	*P- Value*	*Est.*	*P-Value*
Empresas pequeñas									
1993	15	64	-0,017	-0,014	0,026	0,697	0,453	0,959	0,298
1994	37	93	-0,014	-0,019	-0,007	0,168	0,388	1,096	0,248
1995	48	99	-0,013	-0,003	-0,010	0,578	0,272	1,249	0,181
1996	44	95	-0,008	-0,013	-0,005	0,642	0,718	0,851	0,432
1997	57	105	-0,001	-0,002	-0,005	0,361	0,932	0,627	0,592
1998	63	134	0,006	0,005	0,010	0,876	0,598	0,495	0,716
1999	58	167	0,003	-0,003	-0,003	0,509	0,982	0,546	0,676
2000	69	142	0,010	0,001	0,009	0,940	0,501	0,360	0,837
2001	74	127	0,016	-0,003	-0,011	0,839	0,693	0,756	0,482
2002	64	108	0,006	0,003	-0,015	0,863	0,815	0,824	0,525
Empresas grandes									
1993	59	175	-0,003	0,003	0,006	0,781	0,620	0,457	0,706
1994	71	184	-0,005	-0,002	0,005	0,408	0,809	0,648	0,476
1995	85	201	-0,004	0,001	-0,005	0,427	0,936	0,566	0,589
1996	75	185	-0,004	-0,002	-0,007	0,296	0,659	0,760	0,380
1997	75	193	-0,013	-0,001	-0,008	0,312	0,246	1,030	0,151
1998	71	193	-0,008	-0,003	0,001	0,294	0,782	0,680	0,458
1999	67	192	-0,010	0,000	0,004	0,325	0,271	0,976	0,165
2000	74	186	-0,001	-0,004	-0,005	0,282	0,614	0,810	0,356
2001	72	174	0,004	-0,001	0,000	0,547	0,946	0,262	0,891
2002	62	163	0,012	0,030	0,022	1,456	0,110	0,172	0,965

Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

CUADRO N.º 5

ESTRATEGIAS DE I+D E INTENSIDAD DEL GASTO EN I+D

Estrategia de I+D	*Tamaño*	*Porcentaje de empresas*	*Intensidad del gasto en I+D*
	Pequeñas		
I+D interna y I+D externa	Nacionales	44,13	2,87
	Mutinacionales	45,28	2,93
Sólo I+D interna	Nacionales	42,89	1,76
	Mutinacionales	43,20	1,71
Sólo I+D externa	Nacionales	12,98	1,47
	Mutinacionales	11,22	1,79
	Grandes		
I+D interna e I+D externa	Nacionales	57,76	5,53
	Mutinacionales	58,11	2,69
Sólo I+D interna	Nacionales	35,12	0,96
	Mutinacionales	33,93	1,03
Sólo I+D externa	Nacionales	7,12	1,27
	Mutinacionales	7,96	1,16

Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

na de I+D; llevar a cabo actividades de I+D únicamente de modo interno a la empresa; contratar únicamente actividades de I+D externas a la empresa) y la intensidad del gasto en I+D (definido como gasto en I+D —declarado por la empresa— sobre ventas) de las empresas de nuestra muestra, distinguiendo tanto entre nacionales y multinacionales extranjeras como entre grandes y pequeñas. Las cifras revelan que, independientemente del tamaño de empresas considerado, los porcentajes de empresas que optan por una determinada estrategia de I+D son similares para empresas nacionales y multinacionales. Además, se constata que para aquellas empresas que han optado por una determinada estrategia no hay una diferencia significativa en la intensidad del gasto en I+D entre empresas nacionales y multinacionales (10).

Por el contrario, las estrategias de I+D seguidas por las empresas grandes y pequeñas son significativamente diferentes, tanto si consideramos las empresas nacionales como las multinacionales. En concreto, la estrategia dominante para las empresas grandes es la combinación de I+D interna con la contratación externa de I+D (casi el 60 por 100 de las empresas grandes optan por esta estrategia), seguida de cerca por la realización de I+D únicamente de forma interna (aproximadamente el 34 por 100 de las empresas grandes optan por esta estrategia). En cambio, el porcentaje de empresas pequeñas que optan por combinar I+D interna y externa se sitúa en torno al 45 por 100, mientras que aproximadamente el 43 por 100 opta exclusivamente por actividades de I+D interna. El resultado combinado es que el porcentaje de empresas que únicamente contratan I+D externa es mucho mayor entre las empresas pequeñas.

2. El papel del tamaño de la empresa y la intensidad tecnológica del sector

La evidencia empírica presentada muestra que la «multinacionalidad» no es un factor diferencial en los rendimientos obtenidos de la I+D (en términos de productividad). No obstante, es importante subrayar que la comparativa se ha realizado sobre el conjunto de las empresas multinacionales y nacionales. En otras palabras, si bien no se han hallado diferencias significativas en los rendimientos del gasto en I+D obtenidos por las empresas nacionales y multinacionales, ello no significa que estas diferencias no puedan existir entre subconjuntos de empresas nacionales y multinacionales (idealmente, definidos sobre variables exógenas y de carácter discreto). A título ilustrativo, a continuación se explora si, condicional al carácter nacional o multinacional de la empresa, el tamaño y la intensidad tecnológica del sector en el que opera la empresa influyen en el rendimiento de las actividades de investigación y desarrollo.

2.1. *Tamaño empresarial*

El cuadro n.º 6 recoge, para las submuestras de empresas nacionales y multinacionales, el valor es-

CUADRO N.º 6

ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D: EMPRESAS GRANDES Y PEQUEÑAS

	NÚMERO DE OBSERVACIONES	*ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D*		
		p25	*p50*	*p75*
Nacionales				
Empresas pequeñas	1.134	0,124	0,149	0,180
Empresas grandes	1.846	0,168	0,198	0,231
Multinacionales				
Empresas pequeñas	529	0,124	0,149	0,176
Empresas grandes	711	0,164	0,199	0,232

Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

timado de la elasticidad del gasto en I+D de las empresas pequeñas y grandes en los percentiles 25, 50 y 75. Como se puede apreciar, independientemente del carácter autóctono o multinacional, las empresas grandes alcanzan valores claramente superiores a las pequeñas. Por su parte, el gráfico 2 muestra las funciones de distribución relativa de la elasticidad del gasto en I+D para las empresas grandes en *t* y las empresas pequeñas en *t,* para cada año del período 1993-2002. En el gráfico 2 podemos observar que, independientemente del grupo de tamaño considerado, la función de distribución relativa de la elasticidad del gasto en I+D está por debajo de la diagonal para todos los años, lo que sugiere que la función de distribución de la elasticidad del gasto en I+D de las empresas grandes en *t* domina a la correspondiente a las empresas pequeñas en *t*.

Dadas las diferencias observadas entre las distribuciones de productividad de las empresas gran-

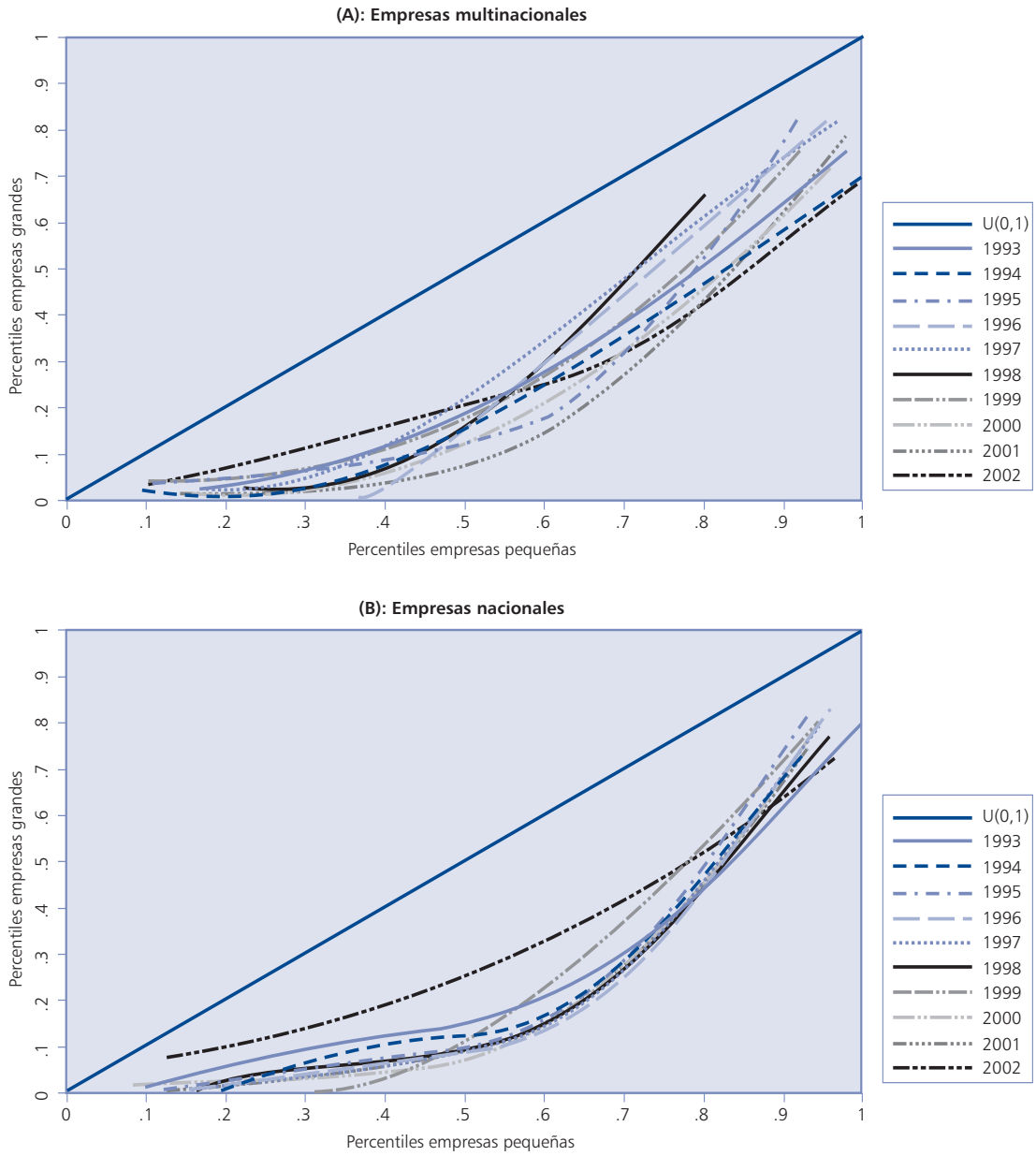
CUADRO N.º 7

CONTRASTE DE LAS DIFERENCIAS EN ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D ENTRE EMPRESAS GRANDES Y PEQUEÑAS

	NÚMERO DE OBSERVACIONES		*DIFERENCIAS EN LA ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D*			*IGUALDAD DE LAS DISTRIBUCIONES*		*DIFERENCIAS FAVORABLES A LAS EMPRESAS GRANDES*	
	Multi.	*Nac.*	*p25*	*p50*	*p75*	*Est.*	*P- Value*	*Est.*	*P-Value*
Pequeñas									
1993	175	64	0,031	0,040	0,058	3,423	0,000	0,000	1,000
1994	184	93	0,042	0,048	0,064	3,995	0,000	0,000	1,000
1995	201	99	0,040	0,049	0,044	3,702	0,000	0,000	1,000
1996	185	95	0,050	0,052	0,051	4,038	0,000	0,000	1,000
1997	193	105	0,045	0,048	0,043	3,858	0,000	0,049	0,997
1998	193	134	0,044	0,052	0,064	4,654	0,000	0,000	1,000
1999	192	167	0,044	0,047	0,049	3,835	0,000	0,000	1,000
2000	186	142	0,054	0,052	0,063	4,427	0,000	0,037	0,998
2001	174	127	0,055	0,052	0,060	4,336	0,000	0,000	1,000
2002	163	108	0,026	0,045	0,045	2,395	0,003	0,181	0,966
Grandes									
1993	59	15	0,044	0,057	0,037	1,786	0,011	0,056	0,996
1994	71	37	0,052	0,065	0,075	2,740	0,000	0,000	1,000
1995	85	48	0,049	0,053	0,049	2,585	0,000	0,000	1,000
1996	75	44	0,055	0,064	0,049	2,618	0,000	0,000	1,000
1997	75	57	0,033	0,049	0,041	2,374	0,000	0,000	1,000
1998	71	63	0,030	0,044	0,055	2,545	0,000	0,000	1,000
1999	67	58	0,030	0,050	0,055	2,233	0,000	0,000	1,000
2000	74	69	0,044	0,047	0,049	2,588	0,000	0,000	1,000
2001	72	74	0,043	0,055	0,071	3,749	0,000	0,000	1,000
2002	62	64	0,032	0,072	0,082	2,774	0,000	0,144	0,978

Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

GRÁFICO 2
DISTRIBUCIONES RELATIVAS DE LA ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D: EMPRESAS GRANDES CON RESPECTO A EMPRESAS PEQUEÑAS



des y pequeñas, el siguiente paso es contrastar formalmente si la función de distribución de la elasticidad del gasto en I+D de las empresas grandes en t domina estocásticamente a la de las empresas pequeñas en t. Así, para cada año, y tanto para empresas nacionales como multinacionales, se compara $F_t(z_t|\phi=\phi_0)$ *vs.* $G_t(z_t|\phi=\phi_0)$ usando los contrastes de una y dos colas definidos en el apartado III, donde ahora F_t y G_t son las funciones de distribución de la elasticidad del gasto en I+D para las empresas grandes y pequeñas, respectivamente, t = 1993,…,2002 y ϕ_0= nacionales, multinacionales. El cuadro n.º 7 recoge los resultados de estos contrastes de Kolmogorov-Smirnov.

CUADRO N.º 8

DIFERENCIAS EN LA ELASTICIDAD DE LA I+D POR INTENSIDAD TECNOLÓGICA SECTORIAL: NACIONALES *VERSUS* MULTINACIONALES

	NÚMERO DE OBSERVACIONES	*ELASTICIDAD DEL GASTO EN I+D*		
		p25	*p50*	*p75*
Empresas pequeñas				
Tecnología baja				
Nacionales	495	0,117	0,144	0,169
Multinacionales	117	0,124	0,144	0,168
Tecnología media				
Nacionales	357	0,124	0,147	0,169
Multinacionales	160	0,125	0,153	0,185
Tecnología baja				
Nacionales	282	0,131	0,163	0,198
Multinacionales	172	0,126	0,144	0,183
Empresas grandes				
Tecnología baja				
Nacionales	670	0,158	0,188	0,225
Multinacionales	239	0,150	0,176	0,216
Tecnología media				
Nacionales	648	0,174	0,198	0,231
Multinacionales	263	0,170	0,203	0,238
Tecnología baja				
Nacionales	528	0,174	0,208	0,241
Multinacionales	209	0,176	0,212	0,236

Fuente: Datos ESEE y elaboración propia.

Por un lado, los resultados nos llevan a rechazar la hipótesis nula de igualdad de las distribuciones, tanto para la submuestra de empresas autóctonas como para la de multinacionales. Por otro lado, los resultados no nos permiten rechazar la hipótesis nula de que la elasticidad del gasto en I+D de las empresas grandes sea mayor que la de las empresas pequeñas. Por lo tanto, si comparamos las elasticidades del gasto en I+D para empresas de distinto tamaño observamos que la distribución de la elasticidad del gasto en I+D para las empresas grandes domina estocásticamente a la de las empresas pequeñas, tanto en el caso de empresas nacionales como en el caso de empresas multinacionales.

2.2. *Intensidad tecnológica del sector*

En el cuadro n.º 8 presentamos nuevamente los valores estimados de la elasticidad del gasto en I+D en los percentiles 25, 50 y 75 de las distribuciones de empresas nacionales y extranjeras, pero en este caso clasificamos las empresas en función de la intensidad del sector tecnológico en el que operan (alta, media y baja) (11). Las cifras nos indican que el grado de intensidad tecnológica del sector en que operan la empresas incide sobre la elasticidad del gasto en I+D. En concreto, a mayor intensidad tecnológica mayor es el valor de la elasticidad estimada en los distintos percentiles. Sin embargo, de forma análoga a lo observado en todos los análisis previos, las diferencias en cada sector tecnológico entre empresas multinacionales extranjeras y autóctonas no son estadísticamente significativas.

VI. CONCLUSIONES

La evidencia empírica sobre el efecto del carácter multinacional de las empresas sobre el rendimiento de las actividades en I+D es escasa. Este trabajo presenta un primer análisis de cómo en España los rendimientos de las actividades en I+D (en términos de productividad) se ven afectados por el carácter multinacional de la empresa. Los resultados indican que los rendimientos de la I+D no se ven condicionados por el carácter multinacional de las empresas, siendo, por el contrario, relevantes factores como el tamaño de las empresas y la intensidad tecnológica del sector en el que operan.

Además, la ausencia de diferencias relevantes entre las empresas nacionales y las multinacionales extranjeras respecto a estrategias de I+D e intensidad

del gasto en I+D podrían explicar el que no existan diferencias significativas entre los rendimientos de la I+D obtenidos por estos dos grupos de empresas. Paralelamente, las diferencias entre las estrategias de I+D de las empresas pequeñas y grandes podrían constituir un factor explicativo de las diferencias observadas en los rendimientos de la I+D. Finalmente, el hecho de que las empresas grandes muestren rendimientos superiores, siendo su estrategia dominante la realización conjunta de actividades de I+D internas y externas, sugiere la existencia de complementariedades entre I+D interna y externa.

Nuestros resultados, aunque difieren de los obtenidos para otros países como Reino Unido, complementan los encontrados para el caso español por Molero y García (2008). Estos autores, utilizando una muestra y una metodología distintas, concluyen que, a la hora de organizar sus actividades innovadoras, no existen diferencias sustanciales entre las filiales extranjeras en España y las empresas autóctonas. De ello infieren que las empresas multinacionales en España mantienen un comportamiento adaptativo y una actitud pasiva, lo que podría explicar las dificultades que el sector manufacturero español tiene en crear ventajas tecnológicas en sectores internacionalmente dinámicos. Asimismo, en línea con nuestros resultados, estos autores destacan el papel crítico del tamaño y de las oportunidades tecnológicas.

NOTAS

(*) El primer y tercer autor agradecen el apoyo financiero del proyecto ECO2008-04576/ECON, el segundo del proyecto SEJ2007-64605/ECON.

(1) Sin embargo, el objetivo de Barcelona parece difícilmente alcanzable en 2010. Las estadísticas de la OCDE (OECD, 2008) revelan que en 2006 el gasto medio en I+D de los países de la UE-27 era del 1,83 por 100 del PIB, y el de España en particular del 1,2 por 100 (a pesar de haber experimentado un incremento sustancial del gasto en I+D en la última década).

(2) Estos porcentajes corresponden a las proporciones muestrales de la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE) para el periodo 1992-2002, y se han obtenido considerando que una empresa realiza inversión en I+D si declara que en el año *t* (= 1992, …, 2002) ha invertido en I+D, y además declara una inversión positiva en I+D; por su parte, una empresa se ha considerado como multinacional si la participación directa o indirecta de capital extranjero es igual o mayor al 10 por 100.

(3) También cabría mencionar aquí los estudios de MOLERO y GARCÍA (2008) y CRISCUOLO *et al.* (2010), si bien estos trabajos se centran en el proceso innovador, y no analizan explícitamente la relación entre I+D y productividad.

(4) Véase AÑÓN y MANJÓN (2009) para un repaso de los distintos trabajos empíricos que analizan la relación entre multinacionalidad y productividad.

(5) Obsérvese que, estrictamente, KAFOURUS *et al.* (2008) no analizan multinacionales, sino el grado de internacionalización de la empresa (definida como la proporción de ventas en el extranjero sobre el total de ventas).

(6) De hecho, AÑÓN y MANJÓN (2009) argumentan que los resultados obtenidos empleando una aproximación análoga a la utilizada en este estudio (véase el apartado III para más detalles) no son sustancialmente diferentes de los obtenidos a partir de la aproximación semiparamétrica previamente descrita, lo que indicaría que esas condiciones de identificación parecen efectivamente cumplirse en este caso.

(7) Es importante subrayar que la aproximación seguida en este trabajo presenta importantes diferencias respecto a la propuesta de DORASZELSKI y JAUMANDREU (2009). Entre otras cuestiones, estos autores basan su estrategia de identificación y derivación de la productividad no observada en el empleo de una función inversa de demanda de trabajo que, por simplicidad, aquí no se explota.

(8) Este método ha sido utilizado recientemente por MAÑEZ *et al.* (2010) para analizar la relación entre innovaciones de proceso y productividad.

(9) Intuitivamente, estos gráficos representan la equivalencia entre cada uno de los percentiles de la distribución de elasticidades del gasto en I+D de las empresas multinacionales en la escala de percentiles de la distribución de las elasticidades del gasto en I+D de las empresas nacionales (una discusión más técnica puede hallarse, por ejemplo, en HANDCOCK y MORRISK, 1999, y DELGADO *et al.*, 2002). En particular, tal y como se ha comentado en la sección previa, el supuesto de independencia entre las observaciones de una misma empresa obliga a realizar comparaciones anuales de las distribuciones de la elasticidad del gasto en I+D.

(10) La única diferencia significativa es que la intensidad del gasto en I+D en el grupo de empresas grandes que combinan I+D «interna» e I+D «externa» es mayor para las empresas domésticas que para las multinacionales.

(11) Los sectores (NACE-93 dos dígitos) de intensidad tecnológica alta son: «Edición y artes gráficas», «Productos químicos», «Máquinas de oficina y proceso de datos», «Maquinaria y material eléctrico» y «Otro material de transporte». Por su parte, los sectores de intensidad tecnológica baja son: «Industrias cárnicas», «Productos alimenticios y tabaco», «Bebidas», «Textiles y vestido», «Cuero y calzado», «Industria de la madera», «Industria del papel», «Industria del mueble» y «Otras industrias manufactureras». El resto son sectores de intensidad tecnológica media.

BIBLIOGRAFÍA

ACKERBERG, D.A.; CAVES, K., y FRAZER, G. (2006), «Structural identification of production functions», *Working Paper*, Department of Economics, UCLA.

AITKEN, B., y HARRISON, A. (1999), «Do domestic firms benefit from foreign direct investment? Evidence from Venezuela», *American Economic Review*, 89(3): 605-618.

AÑÓN HIGÓN, D., y MANJÓN ANTOLÍN, M. (2009), «Does internationalization alter the R&D-productivity relationship?» *Documento de Trabajo*, Departamento de Economía, Universidad Rovira i Virgili.

BARTLETT, C.A., y GHOSHAL, S. (1989), *Managing Across Borders: The Transnational Solution*. Boston, MA, Harvard Business School Press.

— (1990), «Managing innovation in the transnational corporation», en BARTLETT, C., DOZ, Y. y HEDLUND, G. (eds.), *Managing the Global Firm*, Routledge, Londres: 215-255.

BAUM, C.F.; SCHAFFER, M.E., y STILLMAN, S. (2007), «Enhanced routines for instrumental variables/generalized method of moments estimation and testing», *Stata Journal*, 7(4): 465-506.

CAVES, R. (1974), «Multinational firms, competition and productivity in host-country markets», *Economica,* 41(162): 176-193.

CRISCUOLO, C., y MARTIN, R. (2009), «Multinationals and U.S. productivity leadership: Evidence from Great Britain», *The Review of Economics and Statistics*, 91 (2): 263-281.

CRISCUOLO, C.; HASKEL, J.E., y SLAUGHTER, M.J. (2010), «Global engagement and the innovation activities of firms», *International Journal of Industrial Organization*, 28(2): 191-202.

DELGADO, M.A.; FARIÑAS, J.C., y RUANO, S. (2002), «Firm productivity and export markets: a non parametric approach», *Journal of International Economics*, 57: 397-422.

DOMS, M.E., y JENSEN, J.B. (1998), «Comparing wages, skills, and productivity between domestically and foreign-owned manufacturing establishments in the United States», en BALDWIN, R., LIPSEY, R. y RICHARDSON, J.D. (eds.), *Geography and Ownership as Bases for Economic Accounting*, Chicago, Chicago University Press: 235-255.

DORASZELSKI, U., y JAUMANDREU, J. (2009), «R&D and productivity: Estimating endogenous productivity», *Working Paper*, Harvard University.

DUNNING, J.H. (1993), *Multinational Enterprises and The Global Economy*, Addison-Wesley, Nueva York.

DUNNING, J.H., y NARULA, R. (1995), «The R&D activities of foreign firms in the United States», *International Studies of Management and Organization*, 25 (1-2): 39-73.

FLORIDA, R. (1997), «The globalisation of R&D: Results of a survey of foreign-affiliated R&D laboratories in the USA», *Research Policy*, 26: 85-103.

GERSBACH, H. y SCHMUTZLER, A. (2006), «Foreign direct investment and R&D offshoring», *CEPR, Discussion Paper n.º 5766*.

GRILICHES, Z. (1980), «R&D and the productivity slowdown», *American Economic Review*, 70: 343-348.

— (1998), *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press, Chicago.

GRILICHES, Z., y MAIRESSE, J. (1983), «Comparing productivity growth: An exploration of French and US industrial and firm data», *European Economic Review*, 21: 89-119.

— (1998), «Production functions: The search for identification», en STROM, S. (ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press, Cambridge.

HALL, B.H., y MAIRESSE, J. (1995), «Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms», *Journal of Econometrics*, 65: 263-293.

HALL, B.H.; MAIRESSE, J., y MOHNEN, P. (2009), «Measuring the returns to R&D», *NBER Working Paper Series*, vol. w15622.

HANDCOCK, M.S., y MORRISK, M. (1999), *Relative Distribution Methods in Social Sciences*, Nueva York, Springer-Verlag.

HITT, M.A.; HOSKISSON, R.E., y KIM, H. (1997), «International diversification: Effects of innovation and firm performance in product-diversified firms». *Academy of Management Journal*, 40 (4): 767-798.

HYMER, S. (1976), *The International Operations of National Firms: A Study of Direct Investment*. Cambridge, MA, MIT Press.

JUDD, K.L. (1998), *Numerical Methods in Economics*, The MIT Press, Cambridge.

KAFOUROS, M.I.; BUCKLEY, P.J., y SHARP, J.A. (2008), «The role of internationalization in explaining innovation performance», *Technovation*, 28: 63-74.

KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R., y WINTER, S. (1995), «On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities», *Research Policy*, 24: 185-205.

KOBRIN, S.J. (1991), «An empirical analysis of the determinants of global integration», *Strategic Management Journal*, 12: 17-31.

KOLMOGOROV, A.N. (1933), «Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione», *Giornale dell'Instituto Italiano degli Attuari*, 4: 83-91.

KUEMMERLE, W. (1999), «Foreign direct investment in industrial research in the pharmaceutical and electronic industries - Results from a survey of multinational firms», *Research Policy*, 28: 179-193.

LE BAS, C., y SIERRA, C. (2002), «Location versus country advantages' in R&D activities: Some further results on multinationals' locational strategies», *Research Policy*, 31: 589-609.

LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R., y WINTER, S. (1987), «Appropriating the returns from industrial R&D», *Brookings Papers on Economic Activity*, 3: 783-831.

LEVINSOHN, J., y PETRIN, A. (2003), «Estimating production functions using inputs to control for unobservables», *Review of Economic Studies*, 70(2): 317-341.

MÁÑEZ, J.A.; ROCHINA, M.E., y SANCHIS, J.A. (2010), «Process innovations and firm productivity growth», *Small Business Economics*, 34(2): 147-166.

MOLERO, J., y GARCÍA, A. (2008), «The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish innovation system: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach», *Technovation*, 28(11): 739-757.

NARULA, R., y ZANFEI, A. (2005), «Globalization of innovation: The role of multinational enterprises», en FAGERBERG, J., MOWERY, D. y NELSON, R.R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.

OECD (2008), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008*, OECD, Paris.

OLLEY, G.S., y PAKES, A. (1996), «The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry», *Econometrica*, 64(6): 1263-1297.

SMIRNOV, N.V. (1939), «On the estimation of the discrepancy between empirical curves of distribution for two independent samples.» *Bulletin of Moscow University*, 2: 3-16.

TEECE, D.J. (1986), «Profiting from technological innovation», *Research Policy*, 15 (6): 285-305.

TSANG, E.W.K.; YIP, P.S.L., y HENG TOH, M., (2008), «The impact of R&D on value added for domestic and foreign firms in a newly industrialized economy», *International Business Review*, 17(4): 423-441.

VON ZEDTWITZ, M., y GASSMANN, O. (2002), «Market versus technology drive in R&D internationalization: Four different patterns of managing research and development», *Research Policy*, 31: 569-588.

WOOLDRIDGE, J.M. (2009), «On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables», *Economics Letters*, 104: 112-114.

ZAHEER, S. (1995), «Overcoming the liability of foreignness», *Academy of Management Journal*, 38(2): 341-363.

APÉNDICE

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD

Valor de la producción. Valor de las ventas ajustado por la variación neta de existencias. Para calcular la producción a precios constantes, hemos calculado deflactores individualizados por empresa utilizando la información sobre variaciones en el precio efectivo de venta de los productos de la empresa en cada uno de los mercados en los que opera y la participación de las ventas en cada mercado sobre las ventas totales de la empresa.

Trabajo. Número de horas trabajadas. Para calcular esta variable, hemos utilizado la siguiente información de la encuesta: número de trabajadores a tiempo completo y a tiempo parcial, la jornada normal diaria, las horas trabajadas y las horas no trabajadas. El total de horas trabajadas es el resultado de multiplicar el número de trabajadores por la media de horas trabajadas. Para el cálculo del número de trabajadores, hemos utilizado la información del número al final de cada año, tanto a tiempo completo como a tiempo parcial, así como las variaciones de trabajadores a lo largo de cada año.

Capital. Valor total del inmovilizado material. El ajuste de esta variable a términos constantes se ha llevado a cabo usando los índices de precios para bienes de equipo publicados por el Instituto Nacional de Estadística.

Consumos intermedios. Suma de las compras y los servicios exteriores, más la variación de existencias de compras. El ajuste de esta variable a términos constantes se ha efectuado utilizando deflactores individuales por empresa, calculados a partir del precio pagado por la empresa al adquirir los distintos factores de producción: energía y combustibles, materias primas y otros aprovisionamientos y servicios exteriores.

I+D. Gastos en I+D declarados por la empresa. El ajuste de esta variable a términos constantes se ha efectuado utilizando los índices de precios industriales publicados por el Instituto Nacional de Estadística.

Edad. Años desde la fundación de la empresa.

Multinacional. Empresa con una participación extranjera en el capital social superior al 10 por 100.

AGLOMERACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA DE LAS EMPRESAS EN ESPAÑA

David MARTÍN

Universidad Complutense de Madrid

Juan Andrés NÚÑEZ

Jaime TURRIÓN

Universidad Autónoma de Madrid

Francisco J. VELÁZQUEZ

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

El presente trabajo trata de medir la intensidad y la evolución de la aglomeración y la especialización geográfica de la actividad innovadora en el caso específico de España. Para ello, se realiza un primer análisis sobre especialización de la actividad generadora de conocimiento y de su convergencia en las últimas tres décadas. A continuación, se calculan los índices de concentración geográfica a partir de microdatos de empresas y se analizan en función de las agrupaciones sectoriales según intensidad tecnológica. Los resultados confirman la existencia de especialización y aglomeración geográfica en un número importante de actividades productivas que aumentan con el contenido tecnológico de los sectores, y que son especialmente intensas en el caso de los servicios de mayor intensidad tecnológica.

Palabras clave: aglomeración, especialización geográfica, actividad innovadora, España.

Abstract

This article sets out to measure the intensity and evolution of agglomeration and geographical specialisation of innovative activity in the specific case of Spain. To this end, we carry out an initial analysis with regard to specialization of knowledge-generating activity and its convergence in the last thirty years. We then go on to calculate the indices of geographical concentration on the basis of company microdata and we analyse these as a function of sectoral groupings according to technological intensity. The results confirm the existence of geographical specialisation and agglomeration in a considerable number of productive activities, which increase with the technological content of the sectors and which are especially marked in the case of services of greater technological intensity.

Key words*:* agglomeration, geographical specialisation, innovative activity, Spain.

JEL classification: O31, R12.

I. INTRODUCCIÓN

LA capacidad de innovación y de generación de nuevo conocimiento es actualmente una de las fuentes más importantes de ventaja comparativa internacional, al menos entre las economías avanzadas. Audretsch (1998) atribuye este hecho al continuado proceso de globalización y a la revolución en las tecnologías de la información y comunicaciones. De hecho, este fenómeno ha desplazado las fuentes de ventaja comparativa tradicionales de las economías occidentales desarrolladas desde los sectores de actividad con contenido tecnológico moderado hacia las actividades productivas de mayor contenido tecnológico, como única solución al mantenimiento de niveles salariales relativamente altos sin que ello redunde en elevadas tasas de desempleo.

Estos argumentos ganan especial relevancia en el contexto económico actual, marcado por una crisis financiera internacional que afecta en mayor medida a las economías desarrolladas con menores ventajas tecnológicas, entre las que indudablemente se encuentra la economía española. En este sentido, ya desde hace una década la agenda política europea ha tratado de incorporar estos objetivos, aunque los resultados alcanzados son más bien exiguos. Pero, si bien parece existir cierta consciencia de este cambio en el origen de la ventaja competitiva, también ha surgido una gran preocupación en los países y regiones más retrasadas. De hecho, parece evidenciarse una cierta propensión hacia la concentración de las actividades de alto contenido tecnológico y, por tanto, cabría pensar que este proceso de transformación productiva puede incrementar las diferencias de crecimiento y renta entre las distintas regiones.

Efectivamente, la generación de conocimiento tecnológico y su aplicación industrial son actividades en las cuales se producen las fuentes marshalia-

nas de economías de aglomeración que determinan la concentración de las empresas: la existencia de *spillovers* de información, la existencia de factores de producción locales no comercializables y la necesidad de mercados de trabajo muy especializados locales (Marshall, 1920, y Krugman, 1991). Ejemplos clásicos de esta concentración son el Silicon Valley, la industria electrónica del Sur de California, la región italiana Emiglia-Romagna y la región alemana de Baden Württemburg (Gordon y McCann, 2005), a las que se podrían añadir los casos más locales de la industria cerámica en Castellón, el parque tecnológico de Tres Cantos en Madrid o el @22 Distrito Tecnológico de Barcelona.

El estudio de la concentración geográfica de las actividades productivas es un tema clásico en la literatura económica, aunque sólo a partir de mediados de los ochenta este tipo de análisis se realiza mediante el uso de indicadores y técnicas estadísticas, muchos de ellos tomados de otras áreas de la economía o reinterpretadas del pasado. Podrían señalarse tres trabajos que suponen cambios relevantes en el estudio y medición de este fenómeno: Krugman (1991), quien lo revitaliza y lo introduce en la agenda de preocupaciones de la economía, Ellison y Glaeser (1997), quienes proponen una medida que, teniendo una interpretación teórica, solventa algunos de los problemas a los que se enfrentaban los anteriores índices, y Duranton y Overman (2005), quienes introducen el concepto de microdatos en la medición de los fenómenos sectoriales de aglomeración geográfica.

Sin embargo, el análisis de este fenómeno diferenciando el comportamiento innovador de la empresa es mucho más reciente, pues resulta complejo encontrar referencias previas a la mitad de los noventa. De hecho, la preocupación por este fenómeno deriva de dos convicciones. La primera, que la ventaja competitiva de las economías y empresas descansa cada vez más en el comportamiento innovador, al menos en el caso de los países avanzados, y la segunda, la creencia en que, por sus características, estas actividades van a tender a concentrarse geográficamente. Así, básicamente, el análisis de la concentración de las actividades innovadoras se ha enfocado desde dos perspectivas: la primera, analizando las actividades generadoras de conocimiento (gastos de innovación, en I+D, personal en I+D, etc.) o los *outputs* innovadores (innovaciones de producto, proceso, patentes, etc.). Así, Feldman (1994) analiza la innovación de producto, y Paci y Usai (2000) lo hacen sobre las patentes; la segunda, menos habitual, atendiendo a la distribución geográfica de las actividades productivas o empresas, pero considerando su contenido o actividades tecnológicas (sectores de alta tecnología, empresas innovadoras). Baptista y Swann (1998) son un buen ejemplo.

El presente artículo tiene como objetivo analizar la existencia de pautas de aglomeración de la actividad productiva relacionadas con la intensidad tecnológica de las actividades productivas en el caso concreto de España. Para ello, en el siguiente apartado, se desarrolla un marco conceptual para entender esta interrelación entre actividad innovadora y concentración geográfica. A continuación, en el apartado III, se analiza la existencia y la evolución de pautas regionales de especialización en las actividades de generación de conocimiento, es decir, en las de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D). En el apartado IV se repasan los indicadores desarrollados en la literatura que tratan de medir la aglomeración de las actividades productivas, y en el V se presentan los principales resultados encontrados al aplicar los índices más populares de aglomeración a los microdatos expandidos obtenidos del Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI). Concluye este artículo con el habitual apartado de consideraciones finales.

II. AGLOMERACIÓN E INNOVACIÓN: UN MARCO TEÓRICO SIMPLIFICADO

Para desarrollar un modelo explicativo, se debe comenzar por considerar que el factor de producción fundamental de la actividad innovadora es el nuevo conocimiento que generan científicos, ingenieros y trabajadores cualificados, fruto de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las que participan. La función de producción de conocimiento de Griliches (1979), utilizada de manera amplia en la literatura sobre crecimiento económico y cambio tecnológico, sintetiza con éxito esta idea. No obstante, los trabajos empíricos existentes en torno a la estimación de esta función de producción muestran que la relación entre actividad innovadora, medida a partir de las patentes generadas o nuevos productos, y los *inputs* de nuevo conocimiento —gastos en I+D, niveles de capital humano, número de científicos e ingenieros desarrollando actividades de I+D— es más fuerte cuanto mayor es el nivel de agregación de la información empleada en la estimación, siendo el ajuste extremadamente bueno a escala de país e incluso de sector de actividad económica, y debilitándose dicha relación hasta hacerse, a menudo, estadísticamente no significativa cuando la unidad de referencia es la empresa y se incluyen en la muestra las empresas más pequeñas.

Audretsch (1998) explica esta ruptura de la función de producción de conocimiento a escala de empresa en términos de características singulares del factor de producción fundamental en dicha función. Por un lado, es un factor radicalmente distinto al capital y al trabajo, cuyo valor potencial es incierto y asimétrico en los distintos agentes que lo poseen. Por otro, la capacidad que tiene el nuevo conocimiento para *fluir* desde la fuente que lo genera —universidades y centros de investigación, laboratorios, departamentos de I+D de grandes empresas—, a empresas "vecinas", que aprovechan la externalidad derivada de su proximidad geográfica a la fuente de nuevo conocimiento, es variable.

La existencia de dichas externalidades aclara el hecho de que una proporción importante de empresas pequeñas, con baja o nula intensidad de gasto en actividades de I+D, innoven de manera considerable y desproporcionada a los recursos que dedican para la generación de nuevo conocimiento (Audretsch, 1995), e influye de manera decisiva sobre los patrones de localización geográfica de la actividad innovadora concentrando esta actividad en torno a las fuentes de nuevo conocimiento. Audretsch y Feldman (1996) demuestran empíricamente para Estados Unidos que la propensión para la aglomeración y formación de *clusters* geográficos es más importante en aquellas actividades en las que la presencia de externalidades de nuevo conocimiento es mayor.

Que la localización y la proximidad geográfica sean importantes a la hora de identificar relaciones entre las externalidades de nuevo conocimiento y la actividad tecnológica, cuando la revolución de las tecnologías de la información ha reducido drásticamente los costes de las comunicaciones, puede explicarse de acuerdo con la diferenciación entre información y conocimiento tácito (Audretsch, 1998). Mientras que la información —tal como la tasa de inflación en Alemania, o las cotizaciones en Bolsa de una determinada empresa…— puede ser codificada, trasmitida e interpretada de manera única y sencilla, el conocimiento tácito es algo mucho más denso, de difícil codificación, su difusión requiere interacción directa y repetida entre sus interlocutores (Von Hipple, 1994), y se vuelve inviable y extremadamente costosa a medida que aumenta la distancia entre la fuente de dicho conocimiento y quien ha de percibirlo.

Con objeto de medir las externalidades de nuevo conocimiento y poder explicar a partir de éstas la geografía de la actividad innovadora, Pakes y Griliches (1984) y Jaffe (1986) —aunque existen aportaciones posteriores de Feldman (1994) y Audretsch y Feldman (1996)— introducen en la función de producción de conocimiento de Griliches (1979) las dimensiones espacio y producto.

$$I_{si} = IDP_{si}^{\beta_1} \cdot IU_{si}^{\beta_2} \cdot \left[IU_{si} \cdot CG_{si}^{\beta_3} \right] \cdot \epsilon_{si}$$

En esta función de producción de dos factores, el producto derivado de la actividad tecnológica *(I)*, en la región *s* y sector de actividad *i*, depende del gasto en I+D de las entidades privadas *(IDP)*, y de los gastos en investigación realizados por las universidades y centros de investigación *(IU)*. El término entre corchetes capta el efecto de las externalidades del conocimiento generado en las universidades de la región, condicionando la investigación realizada en éstas a la medida de coincidencia geográfica de la I+D privada y la investigación de las universidades *(CG)*.

Las estimaciones realizadas por Acs *et al.* (1994) de esta función de producción revelan que son sobre todo las empresas innovadoras más pequeñas de algunos sectores de actividad específicos las que más aprovechan las externalidades del conocimiento generado por las universidades, mientras que la I+D privada suele ser mucho más importante para la actividad innovadora de las empresas más grandes. Audretsch y Feldman (1996) afirman que la propensión de la actividad tecnológica a concentrarse geográficamente depende en cierta medida de la fase del ciclo de vida en que se encuentre la actividad, dado que el conocimiento tácito suele ser más importante en las etapas incipientes de la actividad. Para estos autores, mientras que las dotaciones de nuevo conocimiento de los trabajadores cualificados tienden a concentrar la actividad innovadora en todas las fases de su evolución (los mercados de trabajo cualificados locales de Marshall), el conocimiento generado por universidades y centros de investigación elevará la propensión a la aglomeración en las primeras etapas de vida (se trataría de los *spillovers* tecnológicos marshallianos).

Además, en las etapas finales de vida de los productos también se observará un movimiento de dispersión y nueva concentración, derivados de procesos de congestión en la actividad innovadora, algo que Audretsch (1998) denomina "bloqueo" intelectual, que suele terminar desplazando la actividad a otras regiones donde las nuevas ideas alimenten el desarrollo y la evolución de la actividad tecnológica. En conclusión, en tanto se incrementa el conteni-

do tecnológico de los bienes y servicios productivos y más rápida es la generación de nuevo conocimiento, mayor es la probabilidad de incremento en la concentración de las empresas.

III. LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ACTIVIDADES INNOVADORAS

Como se ha señalado en apartados anteriores, la literatura económica indica que las actividades tecnológicas tienden a concentrarse geográficamente, pues de esta forma consiguen mayores niveles de productividad (Ciccone y Hall, 1996, y Ciccone, 2002).

Pues bien, en este apartado se va a estudiar la concentración, y su evolución decreciente, de las actividades tecnológicas considerando un nivel de desagregación geográfica regional (comunidades autónomas). Para poder llevar a cabo este sencillo análisis, se van a utilizar varios indicadores que recogen la generación de conocimiento en España. En concreto, se analizarán los gastos en actividades de I+D diferenciando entre privados y públicos, porque el gasto en I+D financiado por las administraciones públicas responde en mayor medida a investigación básica, independientemente del sector que lo ejecute, mientras que el financiado por fondos privados tiene un mayor carácter aplicado, y porque, siguiendo las propuestas de Audretsch, los públicos tendrán un mayor impacto en la generación de nuevo conocimiento de las pequeñas empresas, mientras que los privados responden a los esfuerzos en este campo de las mayores. Además, se analizará también el capital tecnológico, realizando esta misma distinción.

La fuente primaria de información ha sido el Instituto Nacional de Estadística, de donde se han tomado los datos de gastos internos en I+D privados (del sector empresas) y totales. A partir de estos datos, se han construido los indicadores anteriormente mencionados siguiendo la metodología propuesta en Cereijo, Turrión y Velázquez (2005). En concreto, para el cálculo de los *stocks* de capital tecnológico interior (privado y público) se ha utilizado el método de inventario perpetuo utilizando series de gastos en I+D desde 1960. Además, se ha supuesto que la tasa de depreciación del capital tecnológico difiere entre ambos tipos, deteriorándose más rápidamente el privado que el público. Una vez obtenido el capital tecnológico privado y público interior, se han relativizado por la población ocupada.

Pues bien, para poder analizar el grado de concentración de las actividades de I+D y su evolución, se ha realizado un análisis en dos etapas. En una primera, se construyen indicadores de especialización, para, en una segunda etapa, realizar un sencillo análisis de convergencia de estos indicadores con el objetivo de estudiar la trayectoria seguida de la distribución territorial de la actividad en investigación y desarrollo.

Para analizar la especialización, se utiliza una definición estándar del índice de especialización (IE), de la forma:

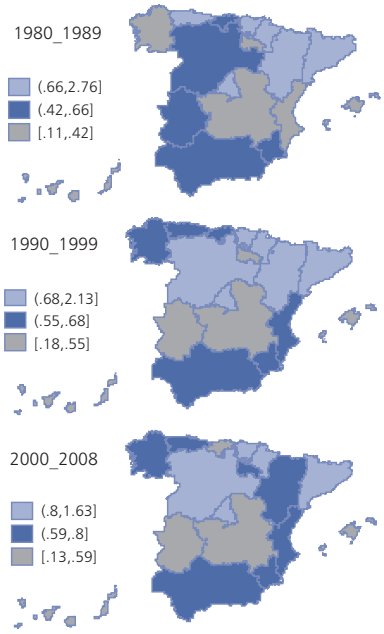
$$IE_i = \frac{X_i \big/ \sum_i X_i}{Y_i \big/ \sum_i Y_i}$$

donde X es la magnitud de la que se desea conocer su especialización (gastos en I+D o capital tecnológico), e Y es la magnitud con la que queremos comparar su importancia relativa (PIB o empleo). De tal modo que cuanto mayor sea este indicador mayor será el grado de especialización de la región i en la magnitud analizada. En los mapas 1 a 4 y en el cuadro A.1 del apéndice pueden encontrarse los resultados obtenidos para los índices de especialización.

A la vista de estos resultados, e independientemente del indicador analizado, las actividades tecnológicas se encuentran concentradas en cinco regiones que, además, presentan un alto nivel de renta per cápita: Madrid, Cataluña, País Vasco, Valencia y Navarra (en torno a dos tercios de la actividad investigadora). A la cabeza de estas regiones se encuentra la Comunidad de Madrid, que, en el peor de los indicadores, duplica la media nacional. No obstante, conviene señalar aquí que, a pesar de que se trate de corregir el efecto "sede", este siempre puede existir en los datos, sobre todo de las empresas grandes, lo que daría lugar a una sobreestimación de la actividad tecnológica en Madrid y a una infravaloración en el resto de regiones. Por el contrario, en el vagón de cola se encuentran las comunidades autónomas de las Islas Baleares, Castilla-La Mancha y La Rioja, y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. En consecuencia, parece encontrarse un patrón regional en la concentración de las actividades en I+D. Así, las empresas tecnológicas tienden a ubicarse en regiones más ricas, dado que son éstas precisamente las que poseen los recursos humanos y donde pueden producirse las externalidades tecnológicas de forma más intensa.

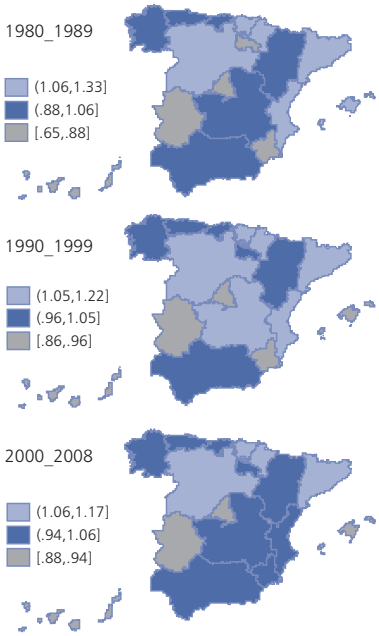
Ahora bien, la trayectoria seguida en las casi tres décadas para las que se dispone de información indi-

MAPA 1
GASTOS EN I+D SOBRE PIB



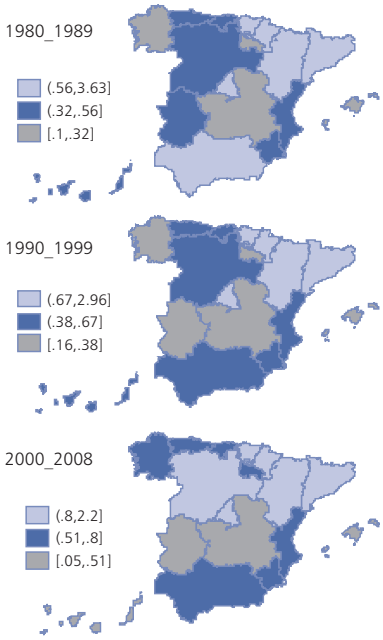
Fuente: Elaboración propia a partir del INE.

MAPA 2
GASTOS EN I+D PRIVADOS SOBRE GASTOS EN I+D TOTALES



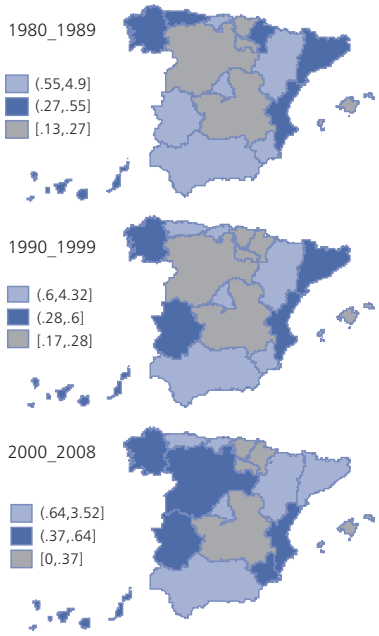
Fuente: Elaboración propia a partir del INE.

MAPA 3
CAPITAL TECNOLÓGICO PRIVADO INTERIOR POR TRABAJADOR



Fuente: Elaboración propia a partir del INE.

MAPA 4
CAPITAL TECNOLÓGICO PÚBLICO INTERIOR POR TRABAJADOR



Fuente: Elaboración propia a partir del INE.

ca que son las regiones con concentraciones inferiores las que han realizado un mayor esfuerzo para alcanzar al resto, lo que se ha traducido en un recorte en estas diferencias, siendo la Comunidad de Madrid la más "perjudicada", la que más ha retrocedido en su especialización tecnológica. Aunque este fenómeno se ha producido por el fruto de dicho esfuerzo, también ha sido como consecuencia de la descentralización del propio Estado y de la política tecnológica llevada a cabo por las propias comunidades autónomas.

Precisamente, para corroborar de una forma más precisa la existencia de acercamiento en la importancia de las actividades generadoras de conocimiento, se ha realizado un análisis de *convergencia* σ. En concreto, este tipo de convergencia, considerada como la más robusta, se obtiene mediante el cálculo de la desviación típica de los logaritmos de la variable de interés. Para que se produzca convergencia, este indicador ha de descender con el tiempo.

Así, en el gráfico 1 se presenta la evolución del indicador de convergencia σ aplicado a las seis variables utilizadas en este apartado, observándose en todas las variables analizadas una reducción de la dispersión especialmente intensa a partir de finales de la década de los ochenta, y que se forma en la primera década del siglo XXI.

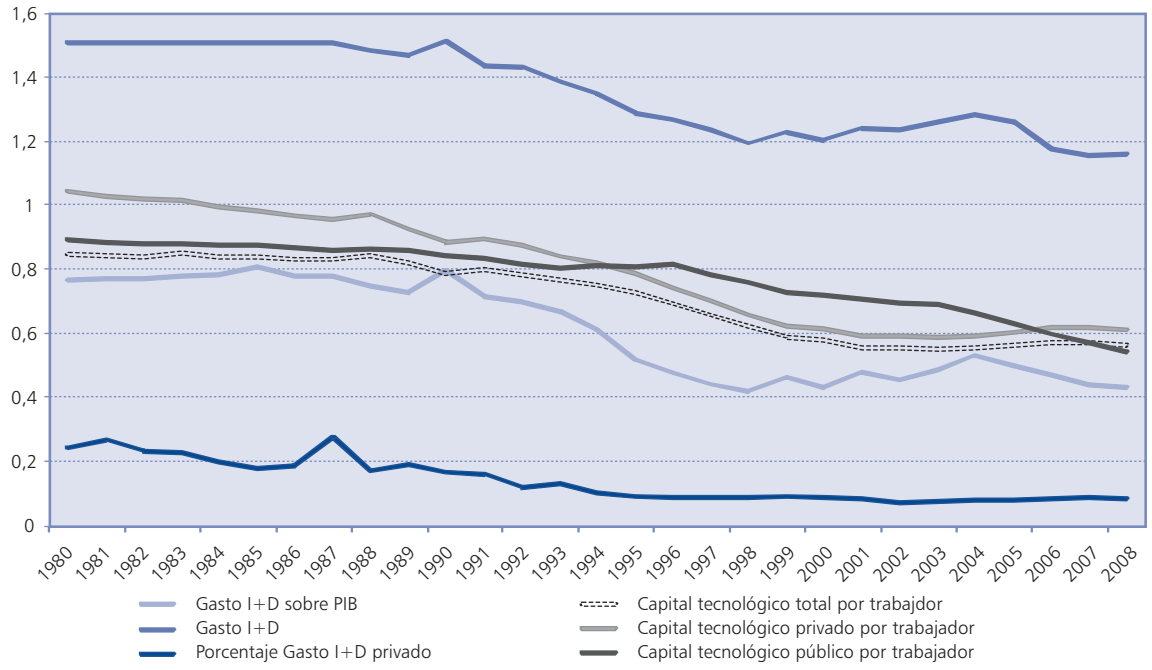
Ahora bien, que exista una reducción "aparente" en la dispersión no es suficiente, sino que esta reducción debe ser significativa. Para ello, se va a utilizar un procedimiento sencillo consistente en que, una vez calculadas las desviaciones para todos y cada uno de los años objeto de estudio, se estima la tendencia de la forma:

$$\sigma_t = \alpha + \beta t \qquad \forall t$$

donde, para que exista un proceso de convergencia, el coeficiente asociado a la tendencia (β) debería ser negativo y significativo. En caso contrario, existiría un proceso de concentración, o divergencia, entre las regiones.

De este modo, tal y como se puede comprobar en el cuadro n.º 1, a lo largo del periodo ha existido un proceso de convergencia σ, dado que la pendiente asociada a la evolución de la dispersión regional para los distintos indicadores es significativa y negativa en todos los casos, a excepción del capital tecnológico público. Este fenómeno indicaría que, en las tres

GRÁFICO 1
CONVERGENCIA SIGMA REGIONAL EN ESPAÑA. 1980-2008



CUADRO N.º 1

CONVERGENCIA SIGMA REGIONAL PARA ESPAÑA 1980-2008

	Constante (a)	*Año (b)*	*R^2 ajustado*
TOTAL DEL PERIODO (1980-2008) --> Número de observaciones: 29			
Gastos en I+D	30,5372	-0,0146	0,86
	(2,2083)***	(0,0011)***	
Gastos en I+D sobre PIB	31,9912	-0,0157	0,80
	(2,9307)***	(0,0015)***	
Gastos en I+D finaciados por el sector privado sobre gastos en I+D totales	13,9724	-0,0065	0,80
	(1,3015)***	(0,0007)***	
Capital tecnológico total interior por trabajador	27,7228	-0,0135	0,90
	(1,6643)***	(0,0008)***	
Capital tecnológico privado interior por trabajador	39,427	-0,0194	0,93
	(1,9469)***	(0,0010)***	
Capital tecnológico público interior por trabajador	23,6619	-0,0115	0,90
	(1,4537)***	(0,0007)**	
1980-1989 --> Número de observaciones: 10			
Gastos en I+D	7,4394	-0,00299	0,42
	(2,1784)***	(0,0011)**	
Gastos en I+D sobre PIB	5,9854	-,0026	0,04
	(4,5189)	(0,0023)	
Gastos en I+D finaciados por el sector privado sobre gastos en I+D totales	13,1253	-0,0065	0,18
	(7,4699)	(0,0038)	
Capital tecnológico total interior por trabajador	5,3308	-0,0023	0,48
	(1,4814)***	(0,0007)**	
Capital tecnológico privado interior por trabajador	24,4489	0,0118	0,93
	(2,1599)***	(0,0011)***	
Capital tecnológico público interior por trabajador	7,5471	-0,0034	0,90
	(0,7209)***	(0,0004)***	
1990-1999 --> Número de observaciones: 10			
Gastos en I+D	69,5682	-0,0342	0,94
	(5,4967)***	(0,0028)***	
Gastos en I+D sobre PIB	85,1395	-0,0424	0,92
	(8,4580)***	(0,0042)***	
Gastos en I+D finaciados por el sector privado sobre gastos en I+D totales	18,1484	-0,009	0,78
	(3,1350)***	(0,0016)***	
Capital tecnológico total interior por trabajador	48,0057	-0,0237	0,92
	(4,5119)***	(0,0023)***	
Capital tecnológico privado interior por trabajador	63,9605	-0,0317	0,44
	(4,6539)***	(0,0023)***	
Capital tecnológico público interior por trabajador	21,5958	-0,0104	0,79
	(3,5194)***	(0,0018)***	
2000-2008 --> Número de observaciones: 9			
Gastos en I+D	19,2871	-0,009	0,17
	(11,1601)	(0,0056)	
Gastos en I+D sobre PIB	2,9727	-0,0012	-0,13
	(9,1960)	(0,0045)	
Gastos en I+D finaciados por el sector privado sobre gastos en I+D totales	-0,8189	0,0004	-0,09
	(1,5333)	(0,0008)	
Capital tecnológico total interior por trabajador	-0,0128	0,0003	-0,14
	(2,6534)	(0,00013)	
Capital tecnológico privado interior por trabajador	-4,2576	0,0024	0,15
	(3,1420)	(0,0016)	
Capital tecnológico público interior por trabajador	46,6438	-0,0229	0,95
	(3,7176)***	(0,0018)***	

últimas décadas, las actividades en I+D han experimentado un proceso gradual de dispersión regional, si bien limitado en el tiempo. En efecto, y tal como se desprende de una primera inspección visual de la evolución seguida por la dispersión, tras una década (la de los ochenta) de lenta convergencia se pasa a otra en que la dispersión se reduce de forma más rápida. No obstante, en la primera década del siglo XXI la convergencia se paraliza, e incluso se detecta evidencia de que existe que un leve proceso de divergencia o concentración de la actividad tecnológica.

Estos resultados podrían explicarse, primero, como consecuencia de la actuación de las comunidades autónomas en la década de los noventa, tendente a potenciar las actividades tecnológicas y a la creación de universidades en todos los territorios, que deja paso a una década de fuerte globalización de la actividad productiva que, a pesar de la relevancia de las políticas regionales, frena el proceso de convergencia, operando en mayor medida las economías de aglomeración; por tanto, la propia concentración de estas actividades de generación de conocimiento es necesaria para hacerlas eficaces.

En concreto, y a pesar de que, a la vista de los resultados presentados, parece que en España no ha existido un proceso de concentración de las actividades en I+D, también es cierto que se observa un cambio de tendencia en la última década. En este sentido, esa dispersión de la actividad innovadora podría estar detrás de su baja efectividad en España. Así, dos elementos deben ser considerados en este sentido: la necesidad de umbrales para que las actividades de I+D ganen en eficacia y el escaso nivel de gasto en I+D de nuestro país, que posiblemente han fragmentado estas actividades y no han conseguido los resultados esperados.

IV. AGLOMERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS: MEDICIÓN

Una perspectiva complementaria a la anterior es el análisis sectorial de la concentración espacial. Es decir, calcular la diferencia de concentración de la actividad productiva entre sectores. En Duranton y Overman (2005) y Combes *et al.* (2008) se puede encontrar la relación de propiedades deseables que deben cumplir los índices de concentración geográfica para ser considerado como *ideal*:

1) Deben ser comparables entre industrias.

2) Deben ser comparables a escala espacial para diferentes niveles territoriales.

3) Deben ser insesgados con respecto a los cambios arbitrarios en la clasificación espacial.

4) Deben ser insesgados con respecto a los cambios arbitrarios en la clasificación industrial.

5) Deben tomar como referencia una distribución probabilística establecida.

6) Debe permitir determinar si la diferencia entre la distribución de la variable objeto de estudio y la tomada como base es significativa.

Dentro de los índices de concentración espacial, el más popular es el índice de Gini relativo, que es utilizado para medir la concentración de magnitudes tales como el empleo, la producción o el valor añadido de un determinado sector. Está definido como:

$$G^s = 1 - \sum_{n=1}^{R} \lambda_n \left[\lambda^s_{r(n)} + \lambda^s_{r(n-1)} \right]$$

donde $\lambda^s_{r(n)}$ es el peso acumulado (una vez que las participaciones de las distintas regiones se ordenan en función de su importancia relativa de menor a mayor) que tiene la variable objeto de estudio (p.e., el empleo) de un sector *s* localizado en todas las regiones de menor tamaño en dicha actividad hasta *n*, y λ_n es la cuota en términos de dicha magnitud (empleo) que la región *n* presenta sobre el total nacional, siendo *n* el número de regiones. El índice de Gini toma el valor 0 cuando una industria localiza sus empresas de forma igual al conjunto de la actividad productiva, y toma un valor cercano a uno cuando la industria esté completamente localizada en un punto. Este estadístico ha sido empleado en los trabajos de Krugman (1991), Audretsch y Feldman (1996) y Brülhart (2001) entre otros.

Desafortunadamente, el índice de Gini satisface muy pocas de las propiedades deseables que debe cumplir un índice a la hora de medir la concentración de manera ideal, siendo quizá su debilidad principal que no permite comparar adecuadamente industrias con diferentes estructuras de mercado. Además, es un índice sensible a la desagregación territorial utilizada.

Otros índices propuestos por la literatura que tienen más o menos las mismas características que el

índice de Gini son el de Isard y el Herfindhal. El primero de ellos fue utilizado en Krugman (1991), y consiste en una medida de concentración basada en la distancia absoluta entre las participaciones de la variable de estudio en la región y la agregada nacional,

$$I^s = \frac{1}{2}\sum_{r=1}^{R}\left|\lambda_r^s - \lambda_r\right|$$

Por su parte, el índice de Herfindhal es la suma ponderada de las participaciones sectoriales relativas de la forma:

$$H^s = \frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R}\lambda_r\left(\frac{\lambda_r^s}{\lambda_r}\right)^2$$

Ambos índices tienen un límite superior igual a 1, mientras que el límite inferior es la inversa de la cuota de la menor región para el primero y la inversa del número de regiones para el de Herfindhal. Estos índices no cumplen claramente las cuatro primeras propiedades citadas previamente.

Más recientemente Ellison y Glaeser (1997) proponen un par de indicadores. El primero se denomina índice de concentración geográfica bruta:

$$G = \sum_{r=1}^{R}\left(\lambda_r^s - \lambda_r\right)^2$$

No obstante, estos autores, entienden que $G>0$ no implica que la industria en cuestión esté concentrada geográficamente, ya que puede suceder que la existencia de un número reducido de establecimientos o empresas en un sector limiten el empleo a un pequeño número de regiones.

Por ello, proponen un segundo indicador que mide la concentración geográfica con independencia de la razón de su aparición, haciendo que la localización elegida por cada empresa sea independiente de la elección hecha por otras. De esta manera, compara el grado de concentración industrial del empleo en un sector dado con otro imaginario en el que los establecimientos hubieran sido localizados aleatoriamente como el conjunto de actividades y considerando la concentración industrial de cada actividad, proponiendo el siguiente índice:

$$\hat{\gamma}_{EG} = \frac{\left(\sum_{r=1}^{R}\left(\lambda_r^s - \lambda_r\right)^2\right)\Big/\left(1-\sum_{r=1}^{R}\lambda_r^{\,2}\right) - H^s}{1-H^s}$$

Por lo tanto, γ toma el valor cero cuando no hay ningún tipo de concentración espacial en la industria en cuestión, mientras que un valor positivo significa un exceso de concentración. Aunque Ellison y Glaeser señalan que, sin embargo, un resultado positivo no indica que necesariamente se estén produciendo externalidades de aglomeración, puesto que las distintas industrias presentan habitualmente algún nivel de concentración geográfica (1) y postulan que las industrias con $\gamma<0{,}02$ deben estar consideradas con una baja concentración espacial, mientras que si γ está entre 0,02 y 0,05, interpretan que hay una concentración moderada, y si $\gamma>0{,}05$, la industria está altamente concentrada. Cuando γ obtiene valores negativos implica que las empresas de esta industria están más dispersas que la distribución aleatoria.

A raíz de este trabajo, se han realizado numerosos estudios de concentración espacial utilizando este índice para diferentes países; es el caso de Braunerhjelm y Johansson (2003) que replican el estudio de Ellison y Glaeser para el caso sueco, obteniendo resultados muy similares. En el caso español, podemos destacar el trabajo de Callejón (1997).

Posteriormente, Maurel y Sedillot (1999) exponen una metodología que está fuertemente vinculada con la planteada con anterioridad por Ellison y Glaeser (1997), pero modificando ligeramente el planteamiento para hacerlo más intuitivo y derivado de un modelo probabilístico de localización, proponiendo el siguiente estimador:

$$\hat{\gamma}_{MS} = \frac{\left(\sum_{r=1}^{R}\lambda_r^{s\,2} - \sum_{r=1}^{R}\lambda_r^{\,2}\right)\Big/\left(1-\sum_{r=1}^{R}\lambda_r^{\,2}\right) - H^s}{1-H^s}$$

La clara ventaja de estos índices de concentración con respecto al de Gini se debe a que son capaces de captar el hecho de que un sector esté aleatoriamente distribuido por las distintas localizaciones, puesto que toma un valor nulo. Estos índices satisfacen la primera propiedad, ya que sus resultados se pueden comparar entre industrias, aunque la quinta propiedad es violada. No obstante, estos dos indicadores pertenecen a la misma familia. Además del propio trabajo de Maurel y Sedillot (1999) que analiza la economía francesa, este procedimiento se utiliza en Alonso, Chamorro y González (2003) para el caso de la industria manufacturera española, donde además se propone una descomposición muy interesante que permite la cuantificación de los *spillovers* territoriales.

Posteriormente, Duranton y Overman (2005) proponen la elaboración de índices a partir de microdatos, lo que permite considerar el espacio como un continuo, así como georeferenciar las empresas en el territorio, no teniendo en cuenta el tamaño relativo de los territorios y sólo considerando las distancias efectivas entre las empresas. Sin embargo, su uso es bastante limitado por los requerimientos informativos necesarios, así como por la complejidad en sus cálculos. Aunque no es un índice robusto, cumple con las cuatro primeras propiedades de un indicador de concentración *ideal*, y en trabajos recientes se está tratando de ofrecer formulaciones que solventen el incumplimiento de las dos restantes. Una aplicación de este procedimiento se realiza en Roig, Orts y Albert (2009) para la industria manufacturera española.

V. AGLOMERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS: RESULTADOS

En este apartado se trata de evaluar hasta qué punto las actividades productivas se concentran geográficamente con una mayor intensidad en función de su contenido tecnológico. Para ello, se va a utilizar la base de microdatos de empresas SABI, tomando únicamente la información correspondiente a España.

La base de datos SABI incorpora información contable, básicamente el balance de situación y la cuenta de pérdidas y ganancias, de un conjunto importante de empresas de todas las actividades productivas, con excepción de algunas ramas financieras y la actividad pública. En la actualidad, esta base de datos permite la obtención de información desde 1994 hasta 2008 de un número variable de empresas que supera las 50.000 en el primer año y en torno al medio millón en 2008, por lo que es una base de microdatos especialmente útil para la investigación por su riqueza informativa.

Sin embargo, su uso bruto presenta algunos problemas, entre los que cabe destacar el gran incremento de muestra en los primeros años y, por tanto, los sesgos de cobertura entre años, pero también entre territorios (regiones o provincias) y sectores de actividad, así como los problemas de presencia de valores omitidos en algunas variables y la coherencia entre ellos.

En efecto, como ya se ha puesto de manifiesto en Nuñez, Turrión y Velázquez (2007), el número de empresas de la muestra de SABI crece a un ritmo muy superior al de la población, tal y como se refleja en DIRCE. Por dicho motivo, se produce un problema de diferencia importante de cobertura tanto en los primeros años de la muestra (en concreto, la cobertura deja de crecer de forma significativa a partir de 2000) como en los últimos, por el retraso en la incorporación de la última información (2).

Pero estas diferencias de cobertura también se producen entre los distintos territorios (regiones y provincias) y sectores de actividad. Para subsanar en lo posible este problema, lo que es necesario para que los índices de concentración geográfica se calculen con precisión y sean comparables entre industrias, se ha procedido a un laborioso proceso de cálculo de coeficientes de expansión para cada empresa, utilizando y cruzando la información proveniente de la *Structural Business Statistics* (SBS) de Eurostat (3), el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del INE (4) y la Contabilidad Regional de España (CRE) del INE (5). De esta forma, el cálculo de los indicadores de concentración geográfica de la actividad productiva se realiza utilizando el empleo expandido de las empresas realizando el cálculo con una desagregación a tres dígitos NACE rev. 1.1, y considerando una desagregación geográfica provincial, calculando los agregados provinciales como suma de todas las empresas cuya sede social radique en su territorio (6). El período final para el que puede computarse este índice se extiende desde 2000 a 2006, aunque, para estabilizar temporalmente los resultados, se han computado las medias móviles sobre los índices anuales representando el comienzo del período de análisis (2000-2002) y el final (2004-2006). Los microdatos expandidos también han sido utilizados en el cálculo de los índices de concentración industriales. De esta forma, ha sido posible el cálculo de los índices de concentración geográfica de las actividades industriales propuestos por Ellison y Glaeser (1997) y por Maurel y Sedillot (1999), lo que también ha requerido el cálculo de los índices brutos de concentración geográfica en la propuesta de los primeros autores y el de Herfindahl de concentración industrial.

La estrategia seguida para contrastar si las actividades productivas más intensivas en tecnología y conocimiento se aglomeran con más intensidad que el resto ha sido doble. Por un lado, se han calculado los índices de concentración geográfica de las actividades productivas a tres dígitos, agrupando los resultados en función de la clasificación de las actividades según contenido tecnológico de EUROSTAT y OCDE (Eurostat, 2010) y analizando su distribución (7).

Una segunda vía ha sido computar los índices de aglomeración geográfica, pero esta vez de forma agregada, considerando sólo las distintas categorías de actividades mencionadas anteriormente y sin tener en cuenta su pertenencia sectorial o, lo que es equivalente, suponiendo que es la categoría sectorial, según el contenido tecnológico, la actividad productiva.

Las diferencias entre los resultados encontrados, primero considerando un alto nivel de desagregación sectorial y luego sólo para cada categoría, podrían informar sobre el sentido de la co-aglomeración entre las actividades productivas dentro de cada categoría de actividades según el contenido tecnológico (véase el cuadro A.2. del apéndice, donde se presenta la relación de actividades dentro de cada categoría tecnológica). En principio, dado que cada categoría agrega distintas actividades productivas, se espera que los índices de concentración geográfica correspondientes a las categorías arrojen un valor inferior a los obtenidos para las distintas actividades al compensarse las especializaciones sectoriales de los distintos territorios. En el caso de producirse un incremento en los primeros respecto de los segundos, ello sería indicativo de la existencia de procesos de co-aglomeración geográfica de las distintas actividades productivas dentro de cada categoría tecnológica.

En el cuadro n.º 2 se presentan tanto la mediana de los indicadores sectoriales de concentración geográfica para cada categoría como el índice calculado para cada una de ellas de forma agregada, sin considerar la existencia de los distintos sectores (los resultados obtenidos para los índices Herfindahl de concentración industrial y de concentración geográfica bruta se presentan en el cuadro A.3 del apéndice). En el gráfico 2 también se muestran las *Tukey box-plot* de los indicadores sectoriales de concentración geográfica sectorial al nivel NACE rev. 1.1 para cada una de las siete categorías de sectores en función del contenido tecnológico e intensidad del conocimiento.

Del examen de esta información se obtienen algunos resultados especialmente interesantes e ilustrativos del proceso de concentración geográfica de la actividad productiva. El primero es que dos tipos de sectores, atendiendo a los valores señalados por Ellison y Glaeser (1997), son los que presentan indicios de aglomeración. Por un lado, se trataría de las actividades de manufacturas de alto o medio-alto contenido tecnológico y de los servicios de mayor contenido tecnológico e intensivos en conocimiento; por otro, las actividades manufactureras más tradicionales y ligadas a ventajas naturales.

El segundo resultado es que, salvo el caso de los servicios intensivos en conocimiento y de alto conte-

CUADRO N.º 2

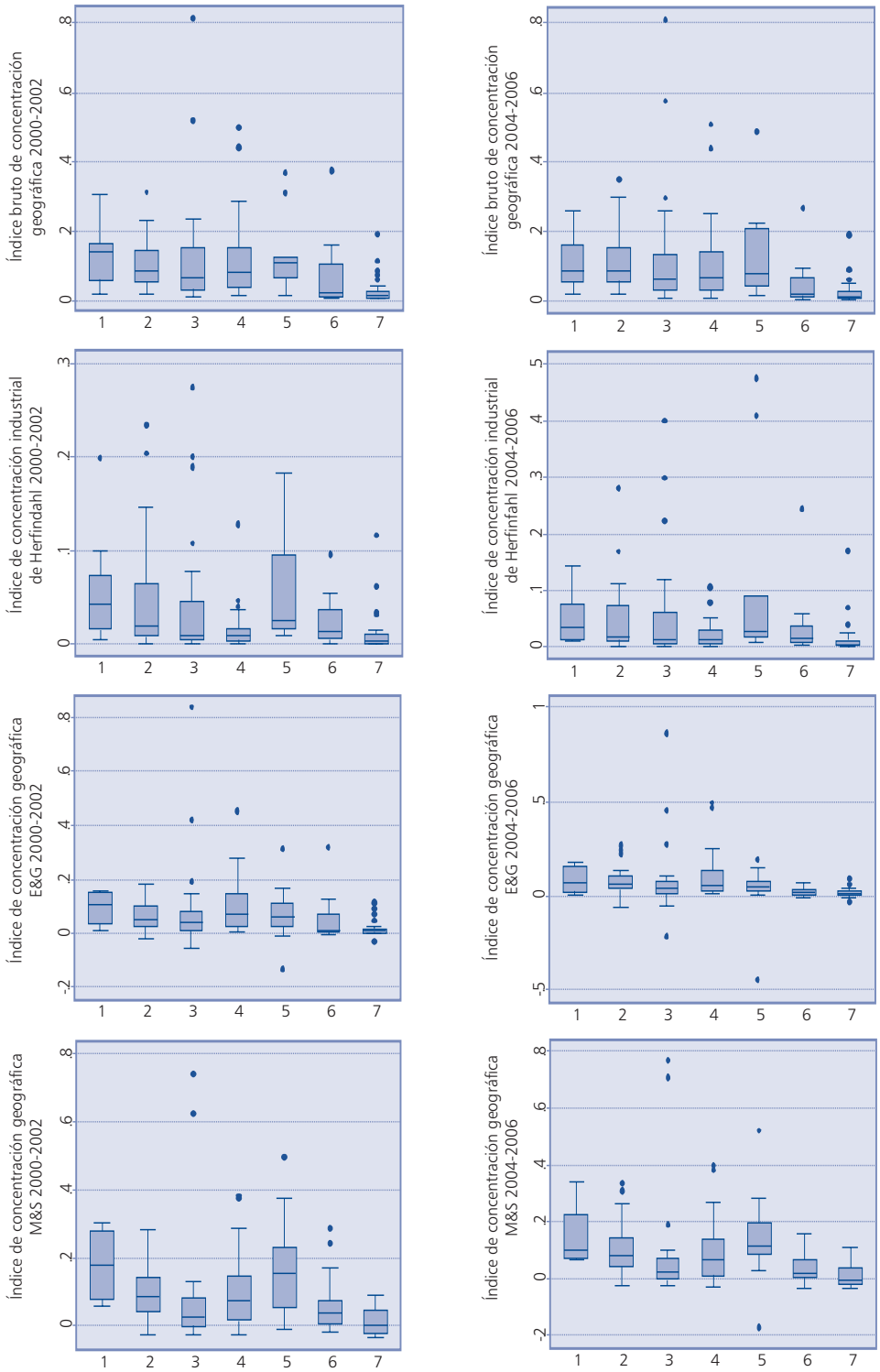
INDICADORES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS POR INTENSIDAD TECNOLÓGICA. ESPAÑA 2000-2006

CÓDIGO	*AGREGACIÓN SECTORIAL TECNOLÓGICA*	*ELISON Y GLAESER*		*MAUREL Y SEDILLOT*	
		2000-2002	*2004-2006*	*2000-2002*	*2004-2006*
MEDIANA DE LOS ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA CALCULADOS A 3 DÍGITOS NACE REV. 1.1					
1	Manufacturas de alto contenido tecnólógico	0,109	0,065	0,179	0,103
2	Manufacturas de contenido tecnológico medio-alto	0,054	0,058	0,085	0,081
3	Manufacturas de contenido tecnológico medio-bajo	0,046	0,039	0,024	0,022
4	Manufacturas de bajo contenido tecnológico	0,071	0,052	0,071	0,064
5	Servicios intensivos en conocimiento de alto contenido tecnológico	0,063	0,048	0,154	0,112
6	Servicios de mercado intensivos en conocimiento	0,014	0,014	0,036	0,019
7	Servicios de mercado poco intensivos en conocimiento	0,008	0,010	0,090	-0,008
ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA CALCULADOS PARA CADA AGREGACIÓN SECTORIAL					
1	Manufacturas de alto contenido tecnólógico	0,057	0,047	0,154	0,130
2	Manufacturas de contenido tecnológico medio-alto	0,026	0,027	0,053	0,045
3	Manufacturas de contenido tecnológico medio-bajo	0,008	0,004	-0,009	-0,010
4	Manufacturas de bajo contenido tecnológico	0,010	0,011	0,000	-0,003
5	Servicios intensivos en conocimiento de alto contenido tecnológico	0,118	0,125	0,244	0,270
6	Servicios de mercado intensivos en conocimiento	0,013	0,007	0,056	0,044
7	Servicios de mercado poco intensivos en conocimiento	0,001	0,002	-0,014	-0,014

Fuente: Elaboración propia a partir de SABI.

GRÁFICO 2

***TUKEY BOX-PLOT* DE LOS ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA SECTORIALES AGRUPADOS POR CATEGORÍAS DE INTENSIDAD TECNOLÓGICA**



nido tecnológico, los indicadores de concentración geográfica calculados de forma agregada suelen presentar un menor valor que el promedio (o mediana) de los obtenidos sectorialmente, lo que indica que, salvo en el caso específico de la agregación señalada, las actividades productivas incluidas dentro de cada categoría no presentan una tendencia generalizada de co-aglomeración. Por el contrario, el proceso de concentración se intensifica entre las distintas actividades incluidas dentro de la categoría de servicios de mayor contenido tecnológico, posiblemente debido a sus complementariedades.

El tercer resultado es que se observa cómo los indicadores de aglomeración descienden con el grado de intensidad tecnológica de los sectores, siendo este descenso mucho más importante en el caso de los servicios que en el de las manufacturas. De hecho, el máximo nivel de aglomeración, por categorías de actividades tecnológicas, se produce en los servicios de alta tecnología, aunque, curiosamente, si se comparan las de menor contenido tecnológico, se obtienen mayores valores en el caso de las manufacturas. Tan sólo, en promedio, los sectores manufactureros de menor contenido tecnológico obtienen valores de aglomeración que no se corresponderían con esta pauta. Este resultado es habitual en los trabajos que computan indicadores de aglomeración, y suele explicarse atendiendo a dos causas: la dependencia de estas actividades manufactureras de ventajas naturales (p.e., el sector de productos alimenticios dependiendo de la agricultura) o de ciertas ventajas de localización ligadas a características geográficas (actividades muy dependientes de los costes de transporte situadas en la costa).

El cuarto resultado se relaciona con la evolución de los indicadores. Si bien es cierto que la aglomeración es, o debería ser, un fenómeno estructural, también lo es que se dispone de un período especialmente corto como para observar grandes cambios en los índices. Sin embargo, resulta curioso que, a pesar de obtenerse una gran estabilidad en los índices, se observe que sólo en las actividades de alto contenido tecnológico, bien sean manufactureras o de servicios, se presenta una cierta tendencia a una disminución en la concentración geográfica, al menos cuando se analizan las actividades productivas de forma individualizada. Este resultado indicaría que en este corto período de tiempo se ha producido un cierto proceso de dispersión geográfica de las actividades productivas de mayor contenido tecnológico. Sin embargo, este fenómeno también se produce en esta categoría de actividades de forma agregada en el caso de las manufacturas, pero no de los servicios. De nuevo, este resultado indicaría que la mayor dispersión en el tiempo de cada sector de servicios de alta intensidad tecnológica ha sido compensada por la coaglomeración de actividades distintas, pero con alto contenido tecnológico.

En definitiva, los resultados obtenidos parecen corroborar la existencia de una correlación positiva entre el contenido tecnológico y la intensidad de conocimiento de las actividades productivas y su aglomeración geográfica. Además, también se encuentra, en este caso sólo dentro de las actividades de servicios de alta tecnología, una tendencia clara a la localización conjunta de distintas actividades productivas. Por el contrario, no se observa una trayectoria creciente de aglomeración geográfica. Es más, en las actividades de mayor contenido tecnológico parece mostrarse la pauta contraria. No obstante, conviene poner cautela en la obtención de resultados sobre la trayectoria seguida por el proceso de concentración geográfica de la actividad productiva por tres motivos: las limitaciones en los datos y, sobre todo, en el período temporal disponible; las especiales características del período temporal analizado (un alto crecimiento basado en actividades de bajo contenido tecnológico), y la utilización de una cierta desagregación territorial, en este caso la provincia, que influye sobre los resultados obtenidos, aunque en menor medida que si se hubieran tomado las regiones.

VI. CONCLUSIONES

Este artículo ha estudiado la especialización tecnológica de las distintas regiones españolas y la aglomeración de las actividades productivas con el objeto de evaluar hasta qué punto las actividades de mayor intensidad tecnológica presentan una mayor concentración geográfica. Tras este objetivo se encuentra el hecho de que, en el contexto actual de fuerte globalización económica, la mayor fuente de ventaja competitiva de las economías tiene que estar fundamentada en la generación de nuevo conocimiento que termine, en última instancia, en aplicaciones industriales. A este debate se unen las predicciones de los modelos y las constataciones previas de fuerte aglomeración geográfica de las actividades tecnológicas como consecuencia tanto de la importancia de los *spillovers* tecnológicos como de la necesidad de mercados de trabajo cualificado.

Los resultados encontrados apoyan la existencia de una importante concentración, tanto de la pro-

pia actividad generadora de conocimiento, como de las actividades productivas que la incorporan, en un reducido número de regiones españolas. Además, se constata que este proceso de aglomeración se intensifica fuertemente en función del incremento de dicha intensidad tecnológica, y es especialmente intenso en el caso del sector de los servicios que la utilizan con mayor intensidad. Además, en este caso también se comprueba la existencia de una fuerte co-aglomeración de las distintas actividades tecnológicas.

El único resultado que no parece ir en el mismo sentido se refiere a la evolución temporal seguida por los indicadores tanto de convergencia como de aglomeración. Así, los indicadores de especialización productiva han mostrado un comportamiento convergente, sobre todo en la década de los noventa, si bien es cierto que en la siguiente se quiebra dicha tendencia. Por su parte, los de aglomeración parecen mostrar una cierta estabilidad —bien es cierto que sólo se dispone de un breve período temporal— y un proceso de cierta relevancia de dispersión de las actividades productivas de mayor intensidad tecnológica, que en el caso de los servicios es compensada con una mayor co-aglomeración entre sectores de este tipo.

Estos resultados corroboran los ya encontrados en otros trabajos en el sentido de que la aglomeración de la actividad productiva es un fenómeno económico natural como consecuencia de la actuación de las fuerzas del mercado sobre el territorio. Sin embargo, esta constatación no debe hacer pensar que no existe posibilidad de actuación para la política económica. Por el contrario, lo que ésta debe facilitar es la atracción de empresas hacia aquellas actividades en las que ya existe algún tipo de ventaja comparativa o un *cluster* de empresas que pueda ser reforzado. Evidentemente, aquellas actuaciones de política económica que faciliten y potencien las economías de aglomeración también serán de atracción de empresas, y sobre todo si en éstas se centran las actividades de mayor contenido tecnológico. En este caso, todas las actuaciones que faciliten la transmisión tecnológica y que potencien la mano de obra especializada y formada específicamente para cada *cluster* irán en el sentido de atraer este tipo de empresas. Cabría citar en este aspecto: potenciar la investigación básica en universidades y centros de investigación, orientada hacia la resolución de problemas específicos del sistema productivo y facilitar su transmisión; la potenciación de los centros tecnológicos creados a partir de la colaboración de empresas, y específicamente de PYME; la potenciación de las actividades de formación de trabajadores en su época de formación tanto básica como continua, centradas específicamente en los requerimientos del sistema productivo.

Pero si algo se puede aprender de este tipo de análisis es lo que no se debe hacer, que es potenciar el surgimiento de *clusters* o polígonos tecnológicos allí donde no existen empresas de este tipo, donde los sectores generadores de conocimientos —universidades y centros tecnológicos— se encuentran alejados geográficamente, no generan tecnología o no la transmiten, y donde no existe una mano de obra cualificada en aquellos campos tecnológicos requeridos por las empresas.

NOTAS

(1) La idea que está detrás de esta observación se deriva del hecho de que cualquier sector casi siempre estará más concentrado espacialmente que la suma de sectores, puesto que las distintas especializaciones sectoriales regionales se atenúan en el agregado.

(2) En ese sentido, debe considerarse que las empresas básicamente disponen de hasta tres meses después del fin del ejercicio para cerrar sus cuentas y hasta casi cuatro meses más para su aprobación y presentación de la declaración de impuestos. No obstante, no es hasta después de finalizar ese año natural cuando el no registro de las cuentas puede determinar la imposición de la correspondiente multa. A ello debe añadirse el tiempo que la empresa que elabora esta base de datos (INFORMA) tarde en el tratamiento, depuración e inclusión de la información.

(3) La SBS de Eurostat proporciona información sobre el número de empresas y de asalariados a escala de sector de actividad a tres dígitos de actividad NACE rev. 1.1, y considerando cinco tramos de tamaño (1-9 trabajadores, 10-19 trabajadores, 20-49 trabajadores, 50-249 trabajadores y 250 o más trabajadores). Esta información está disponible para España con una buena calidad entre 2000 y 2006.

(4) El DIRCE del INE contiene información sobre el número de empresas a escala de sector de actividad a tres dígitos de actividad CNAE 1993 y considerando doce tramos de tamaño (sin asalariados, 1-2 trabajadores, 3-5 trabajadores, 6-9 trabajadores, 10-19 trabajadores, 20-49 trabajadores, 50-99 trabajadores, 100-199 trabajadores, 200-499 trabajadores, 500-999 trabajadores, 1.000-4.999 trabajadores y 5.000 y más trabajadores), que ofrece información a escala de las comunidades autónomas y las provincias. Esta información está disponible desde 1999 y 2010.

(5) La CRE del INE ofrece información sobre el empleo siguiendo la clasificación A31 para las comunidades autónomas y siguiendo la clasificación A6 a escala provincial.

(6) Nótese que el posible "efecto sede" se encuentra subsanado en la misma medida en que este problema se haya tratado en las estimaciones de Contabilidad Nacional.

(7) En concreto, se van a agrupar las actividades manufactureras en cuatro categorías (manufacturas de alto contenido tecnológico, intensidad tecnológica media-alta, intensidad tecnológica media-baja y baja intensidad tecnológica) y las de servicios en tres (servicios intensivos en conocimiento y de alto contenido tecnológico, servicios de mercado intensivos en conocimiento y servicios de mercado menos intensivos en conocimiento). Existe una cuarta categoría que incluye a la actividad pública y a los servicios financieros, y que, al no estar cubierta por SABI, queda excluida. Esta clasificación no considera la actividad primaria y la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

ACS, Z.; AUDRETSCH, D.B., y FELDMAN, M. (1994), "R&D spillovers and recipient firm size", *Review of Economics and Statistics*, 100(2): 336–340.

AUDRETSCH, D.B. (1995), *Innovation and Industry Evolution*, Cambridge, MA, MIT Press.

— (1998), "Agglomeration and the location of innovative activity", *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2): 18-29.

AUDRETSCH, D. B., y FELDMAN, M. P. (1996), "R&D spillovers and the geography of innovation and production", *American Economic Review*, 86: 630-640.

ALONSO, O.; CHAMORRO, J.M., y GONZÁLEZ, X. (2003), "*Spillovers* geográficos y sectoriales de la industria", *Revista de Economía Aplicada*, 11(32): 77-95.

BAPTISTA, R., y SWANN, P. (1998), "Do firms in clusters innovate more", *Research Policy*, 27(5): 525-540.

BRAUNERHJELM, P., y JOHANSSON, D. (2003), "The determinants of spatial concentration", *Industry and Innovation*, 10: 41-63.

BRÜLHART, M. (2001), "Evolving geographical concentration of European manufacturing industries", *Weltwirtschaftliches Archiv*, 137 (2): 215-243.

CALLEJÓN, M. (1997), "Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración", *Economía Industrial*, 317: 61-68.

CEREIJO, E; TURRIÓN, J., y VELÁZQUEZ, F.J. (2005), *Indicadores de convergencia real para las regiones españolas*, Fundación de las Cajas de Ahorros, Madrid.

CICCONE, A. (2002), "Agglomeration effects in Europe", *European Economic Review*, 46(2): 213-227.

CICCONE, A., y HALL, R.E. (1996), "Productivity and the density of economic activity", *American Economic Review*, 86(1): 54-70.

COMBES, P.P.; MAYER, T., y THISSE, J.F. (2008), *Economic Geography. The integration of Regions and Nations*, Princeton University Press, New Jersey.

DURANTON, G., y OVERMAN, H.G. (2005), "Testing for location using micro-geographic data", *Review of Economic Studies*, 72: 1077-1106.

ELLISON, G., y GLAESER, E.L. (1997), "Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: a dartboart approach", *Journal of Political Economy*, 105: 889-927.

EUROSTAT (2010), *Science, Technology and Innovation in Europe*, Comision Europea, Luxemburgo.

FELDMAN, M. (1994), "Knowledge complementarity and innovation", *Small Business Economics*, 6(3): 363–72.

GORDON, I.R., y MCCANN, P. (2005), "Innovation, agglomeration, and regional development", *Journal of Economic Geography*, 5: 523-543.

GRILICHES, Z. (1979), "Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth", *Bell Journal of Economics*, 10: 92-116.

JAFFE, A. (1986), "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents profits and market value", *American Economic Review*, 76(5): 984-1001.

KRUGMAN, P. (1991), *Geography and trade*, Cambridge, MA, MIT Press.

MARSHALL, A. (1920), *Principles of Economics*, MacMillan, Londres, 8ª edición.

MAUREL, F., y SEDILLOT, B. (1999), "A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries", *Regional Science and Urban Economics*, 29: 575-604.

NÚÑEZ, J.A.; TURRIÓN, J., y VELÁZQUEZ, F.J. (2007), "Los flujos del empleo en el sector manufacturero español", PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, núm. 112: 47-73.

PACI, R., y USAI, S. (2000), "Technological enclaves and industrial districts: An analysis of the regional distribution of innovative activity in Europe", *Regional Studies*, 34(2): 97-114.

PAKES, A., y GRILICHES, Z. (1984), "Patents and R&D at the firm level: A first look", en GRILICHES, Z. (ed.), *R&D, Patents, and Productivity*, University of Chicago Press, Chicago.

ROIG, M.; ORTS, V., y ALBERT, J.M. (2009), "Spatial location patterns of Spanish manufacturing firms", *XXXIV Simposio de la Asociación Española de Economía*, Valencia.

VON HIPPLE, E. (1994), "Sticky information and the locus of problem solving: Implications for innovation", *Management Science*, 40: 429-439.

APÉNDICE

CUADRO A.1

ÍNDICES DE ESPECIALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA

	Gastos en I+D en relación al PIB				*Gastos en I+D privados en relación a los gastos en I+D totales*				*Capital tecnológico privado interior en relación al empleo*				*Capital tecnológico público interior en relación al empleo*			
	1980-1989	*1990-1999*	*2000-2008*	*TMA* 1980-2008*	*1980-1989*	*1990-1999*	*2000-2008*	*TMA* 1980-2008*	*1980-1989*	*1990-1999*	*2000-2008*	*TMA* 1980-2008*	*1980-1989*	*1990-1999*	*2000-2008*	*TMA* 1980-2008*
Andalucía	0,59	0,67	0,74	0,88	0,91	0,98	0,94	0,17	0,56	0,57	0,60	0,77	0,68	0,63	0,68	0,28
Aragón	0,74	0,74	0,71	0,08	0,95	0,96	0,98	0,11	0,77	0,78	0,82	0,34	0,85	0,91	0,92	0,29
Asturias (Principado de)	0,66	0,67	0,70	0,31	1,05	1,01	1,00	-0,13	0,53	0,67	0,74	1,63	0,45	0,60	0,73	2,61
Baleares (Islas)	0,21	0,19	0,25	0,04	1,06	0,91	0,92	-0,84	0,25	0,17	0,22	-1,19	0,21	0,18	0,26	1,08
Canarias	0,30	0,52	0,52	1,59	0,68	0,89	0,89	1,17	0,32	0,38	0,45	3,64	0,55	0,55	0,62	0,72
Cantabria	0,57	0,66	0,56	1,25	0,94	0,99	0,94	0,29	0,53	0,60	0,60	1,06	0,59	0,62	0,72	0,96
Castilla y León	0,52	0,68	0,84	2,55	1,24	1,13	1,09	-0,58	0,41	0,62	0,80	2,01	0,15	0,22	0,38	4,37
Castilla-La Mancha	0,18	0,37	0,44	4,39	1,01	1,05	1,03	0,17	0,15	0,24	0,37	3,37	0,14	0,18	0,26	2,48
Cataluña	1,03	1,09	1,19	0,68	1,20	1,11	1,07	-0,73	1,07	1,08	1,23	-0,34	0,51	0,53	0,64	1,35
Comunidad Valenciana	0,42	0,61	0,80	2,53	1,11	1,08	1,06	-0,22	0,38	0,48	0,63	1,55	0,27	0,30	0,39	1,89
Extremadura	0,44	0,43	0,59	1,06	0,66	0,87	0,91	1,58	0,32	0,34	0,43	4,15	0,55	0,58	0,58	0,87
Galicia	0,37	0,55	0,78	2,79	0,88	0,96	1,02	0,74	0,25	0,37	0,62	4,90	0,32	0,42	0,61	2,80
Madrid (Comunidad de)	2,75	2,12	1,62	-2,39	0,86	0,87	0,90	0,32	3,62	2,95	2,19	-1,87	4,89	4,31	3,51	-1,87
Murcia (Región de)	0,57	0,61	0,66	0,49	0,80	0,92	0,99	0,91	0,55	0,51	0,51	1,19	0,81	0,71	0,61	-1,31
Navarra (Comunidad Foral de)	0,70	0,94	1,35	2,41	1,25	1,20	1,13	-0,53	0,90	0,96	1,29	1,16	0,30	0,23	0,26	1,39
País Vasco	1,23	1,36	1,37	0,90	1,32	1,21	1,15	-0,64	1,31	1,42	1,59	-0,08	0,18	0,18	0,28	2,84
Rioja (La)	0,12	0,37	0,68	8,02	0,76	0,99	1,04	1,15	0,11	0,28	0,56	9,91	0,17	0,28	0,37	4,34
Ceuta y Melilla			0,14				1,16				0,06				0,00	
Ceuta			0,11				1,16				0,05				0,00	
Melilla			0,17				1,16				0,07				0,00	
ESPAÑA	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	

Nota: TMA significa tasa media anual de crecimiento.
Fuente: Elaboración propia a partir de INE y Cereijo, Turrión y Velázquez (2005).

APÉNDICE (continuación)

CUADRO A.2

AGRUPACIONES SECTORIALES SEGÚN CONTENIDO TECNOLÓGICO E INTENSIDAD DEL CONOCIMIENTO

Manufacturas de alto contenido tecnológico
24.4 Farmacia
30 Máquinas de oficina y ordenadores
32 Electrónica
33 Aparatos de precisión, óptica y relojería
35.3 Industria aeroespacial

Manufacturas de contenido tecnológico medio-alto
24 Industria química (exceptuando 24.4 Farmacia)
29 Maquinaria y equipo
31 Maquinaria eléctrica
34 Material de transporte
35 Otro material de transporte (exceptuando 35.1 Construcción naval y 35.3 Industria aeroespacial)

Manufacturas de contenido tecnológico medio-bajo
23 Coquerías, refine de petróleo y combustibles nucleares
25 a 28 Caucho, plástico, siderurgia, productos metálicos y otros productos no metálicos
35.1 Construcción naval

Manufacturas de bajo contenido tecnológico
15 a 22 Productos alimenticios, bebidas, tabaco, textiles, piel, madera, pulpa y productos del papel e impresión
36 a 37 Otros sectores manufactureros

Servicios intensivos en conocimiento de alto contenido tecnológico
64 Correos y telecomunicaciones
72 *Software* y actividades relacionadas
73 Investigación y desarrollo

Servicios de mercado intensivos en conocimiento
61 Abastecimiento de agua
62 Transporte aéreo
70 Actividades inmobiliarias
71 Alquiler de maquinaria
74 Otros servicios a empresas

Servicios de mercado poco intensivos en conocimiento
50 a 52 Comercio
55 Hoteles y restaurantes
60 Transporte terrestre
63 Actividades auxiliares al transporte

APÉNDICE (continuación)

CUADRO A.3

OTROS INDICADORES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS POR INTENSIDAD TECNOLÓGICA. ESPAÑA 2000-2006

CÓDIGO	*AGREGACIÓN SECTORIAL TECNOLÓGICA*	*HERFINDAHL INDUSTRIAL*		*CONCENTRACIÓN BRUTA*	
		2000-2002	*2004-2006*	*2000-2002*	*2004-2006*
MEDIANA DE LOS ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA CALCULADOS A 3 DÍGITOS NACE REV. 1.1					
1	Manufacturas de alto contenido tecnógico	0,043	0,035	0,138	0,087
2	Manufacturas de contenido tecnológico medio-alto	0,019	0,018	0,081	0,087
3	Manufacturas de contenido tecnológico medio-bajo	0,009	0,010	0,066	0,063
4	Manufacturas de bajo contenido tecnológico	0,010	0,012	0,079	0,069
5	Servicios intensivos en conocimiento de alto contenido tecnológico	0,026	0,024	0,104	0,077
6	Servicios de mercado intensivos en conocimiento	0,012	0,014	0,021	0,022
7	Servicios de mercado poco intensivos en conocimiento	0,004	0,003	0,014	0,012
ÍNDICES DE CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA CALCULADOS PARA CADA AGREGACIÓN SECTORIAL					
1	Manufacturas de alto contenido tecnógico	0,007	0,005	0,059	0,049
2	Manufacturas de contenido tecnológico medio-alto	0,003	0,003	0,027	0,027
3	Manufacturas de contenido tecnológico medio-bajo	0,001	0,002	0,008	0,006
4	Manufacturas de bajo contenido tecnológico	0,000	0,000	0,010	0,011
5	Servicios intensivos en conocimiento de alto contenido tecnológico	0,040	0,108	0,143	0,205
6	Servicios de mercado intensivos en conocimiento	0,003	0,004	0,015	0,010
7	Servicios de mercado poco intensivos en conocimiento	0,001	0,001	0,002	0,002

Fuente: Elaboración propia a partir de SABI.

COLABORACIONES

IV.
POLÍTICAS PÚBLICAS

NUEVAS TENDENCIAS EN LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

María CALLEJÓN
José GARCÍA QUEVEDO (*)
Universidad de Barcelona

Resumen

Tras varias décadas de análisis, diseño y aplicación de políticas estimuladoras de la innovación empresarial, están apareciendo nuevos enfoques que intentan abordar los problemas observados no resueltos. Las nuevas aportaciones se ocupan de aspectos como la innovación abierta, la demanda de innovaciones o la noción de *smart specialization*, y pueden contribuir a mejorar la orientación de los programas públicos, la definición de objetivos y la selección de instrumentos para apoyar la innovación. En este artículo se examinan algunos datos relevantes de España y Europa, se identifican cuestiones clave y se señalan caminos de avance para la política de innovación en España.

Palabras clave: política de innovación, I+D, Plan Nacional de I+D+i.

Abstract

After several decades of analysis, design and application of business innovation-stimulating policies, new approaches are appearing that attempt to address the non-resolved problems observed. The new contributions concern themselves with such aspects as open innovation, the demand for innovations or the notion of *smart specialization*, and they may contribute towards improving the orientation of public programmes, the setting of objectives and the selection of instruments to support innovation. In this article we examine some significant data on Spain and Europe, identify key questions, and put forward avenues of advancement for innovation policy in Spain.

Key words: innovation policy, R&D, National R&D&I Plan.

JEL classification: O32, O38.

I. INTRODUCCIÓN: ¿DÓNDE ESTAMOS Y HACIA DÓNDE VAMOS?

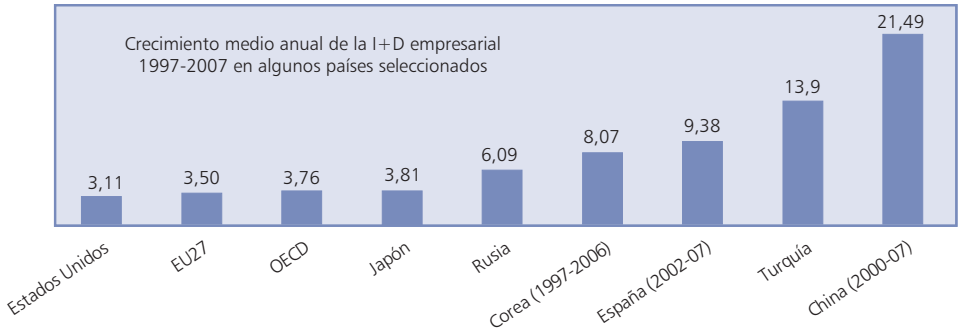
LAS políticas de apoyo a la I+D y la innovación han experimentado cambios relevantes en las últimas décadas tanto en objetivos como en instrumentos. Como apuntan Lundvall y Borras (2005), esta evolución ha comportado mayor distinción entre políticas científicas, orientadas a la creación de conocimiento, políticas tecnológicas, destinadas a la explotación industrial del conocimiento, y finalmente políticas de innovación, que pretenden incidir en el mercado. Estas políticas, que surgen en los años noventa, tienen una visión más amplia de las procesos de innovación e incorporan, en una medida importante, los objetivos e instrumentos de las políticas científicas y tecnológicas. La definición de objetivos e instrumentos de las políticas actuales de estímulo a la I+D y a la innovación encuentran su justificación no únicamente en los tradicionales fallos de mercado (Arrow, 1962), sino también en fallos sistémicos (OECD, 2008a) y en la consideración de la demanda de innovaciones. En estos fallos sistémicos se incluyen los problemas de coordinación e interacción entre los agentes del sistema de innovación, los fallos en las capacidades y habilidades empresariales, los fallos institucionales, como puedan ser las limitaciones de las universidades y centros de investigación para adaptarse a los cambios, o los fallos en el marco regulatorio.

A pesar de estos avances, en la actualidad la política de innovación se encuentra en fase de revisión y de desarrollo de nuevos modelos teóricos y operativos. Tanto en los países de la Unión Europea (UE) como en la Comisión Europea y la OCDE, se constata la necesidad de actualizar las bases analíticas de la política de innovación, y de desarrollar programas de acuerdo con ello. Un factor desencadenante ha sido observar que no solamente Estados Unidos presenta mayor dinamismo innovador, como tradicionalmente se ha evidenciado (Van Ark *et al.* 2008), sino que los nuevos países emergentes reducen progresivamente su distancia tecnológica e innovadora con Europa (gráfico 1).

La crisis financiera y económica, iniciada en 2008, ha provocado mayor urgencia en acelerar el cambio estructural en Europa para ayudar a establecer bases productivas avanzadas capaces de competir con las nuevas potencias mundiales, y de mantener los costosos estados de bienestar europeos.

La tercera edición del *Manual de Oslo*, publicado por la OCDE y Eurostat en 2005, ha contribuido a clarificar el concepto de innovación a escala de empresa, y ha proporcionado una metodología de confección de indicadores cuya aplicación, particularmente con

GRÁFICO 1
CRECIMIENTO ANUAL DE LA I+D EMPRESARIAL, 1997-2007



Fuente: OCDE (2009).

el *Community Innovation Survey* (CIS), ha permitido disponer de medidas internacionalmente comparables.

Tradicionalmente, la política de innovación prácticamente se ha identificado con la política de I+D, aunque, como Aghion, David y Foray (2009) han señalado, deberían considerarse separadamente, puesto que afectan a procesos diferentes dentro de un sistema productivo caracterizado por la heterogeneidad empresarial y la diversidad sectorial. Quizá cabe preguntarse en qué medida los planteamientos del *Manual de Oslo*, particularmente en lo que concierne a las facetas organizativas y no tecnológicas de la innovación empresarial, se han trasladado a programas de política económica en la mayoría de países. Desde el análisis económico, gana fuerza la opinión de que todavía no se comprenden ni manejan adecuadamente los complejos procesos que llevan a la innovación, y que debe introducirse en los análisis la innovación en servicios y la llamada «innovación sin I+D» (Freeman y Soete, 2009), que es típica en las actividades tradicionales de «baja tecnología».

La innovación —la introducción en el mercado de nuevos productos, procesos, fórmulas organizativas o modelos de *marketing*— surge de oportunidades muy variadas y sigue canales muy diferentes. La fase de I+D, en la cual se concentran tradicionalmente las políticas, es únicamente la primera etapa. Los resultados innovadores de las empresas y de una economía en su conjunto dependen de muchas otras variables en sus múltiples combinaciones. La innovación es un proceso ambiguo, complejo y con alta incertidumbre. Los países avanzados han logrado desarrollar e implantar estructuras potentes y altamente eficaces de generación, de oferta, de conocimientos, pero queda pendiente definir y estructurar el resto de instrumentos de política de innovación que promuevan la demanda de innovaciones. En definitiva, debe reconocerse que un aspecto es la capacidad de descubrir nuevos principios tecnológicos, y otro diferente es la habilidad para explotar sistemáticamente el *stock* de conocimiento existente (David y Foray, 1995).

La posición en la frontera tecnológica y empresarial de buena parte de los países europeos implica mayores exigencias de inversión en I+D empresarial que en los países imitadores. Pero la comparación con Estados Unidos revela que existe margen de mejora en las capacidades profesionales, organizativas y de *marketing*, la innovación no tecnológica y «oculta» (NESTA, 2007). Los actuales modelos de política de innovación se basan en su mayoría en el concepto de sistema nacional de innovación (SNI) introducido inicialmente por Chris Freeman en 1982, en un trabajo no publicado y desarrollado posteriormente por el propio Freeman (1987) y por Lundvall (1992), Nelson (1993), Metcalfe (1995) y Edquist (1997). La mayor virtud de este enfoque ha sido mostrar las interacciones sistémicas entre componentes (investigación, cambio técnico, aprendizaje e innovación) y el papel de los gobiernos en su coordinación. El modelo SNI ha tenido el atractivo de proporcionar una base analítica más completa que el modelo del fracaso de mercado para diseñar la política tecnológica y de innovación. Actualmente, la aproximación en términos de sistema nacional se encuentra bajo discusión a causa de los efectos sobre el conocimiento impli-

cados por la globalización, y porque el SNI adopta como indicador la tasa de cambio tecnológico, cuando ahora preocupa la dirección de ese cambio (Soete, 2009) y su efecto en la estructura productiva.

Los modelos de política de innovación que actualmente se discuten añaden esas nuevas perspectivas a los programas tradicionales. No existe duda alguna respecto a la importancia de los programas tradicionales de apoyo a la I+D pública y privada, de formación de investigadores, de transferencia de conocimientos de la universidad a la producción, de inversión en infraestructuras científicas y tecnológicas, y de aportación de capital riesgo a nuevas empresas de alta tecnología. Pero se adoptan estrategias más amplias desde la perspectiva de la actividad empresarial y la lógica del funcionamiento de los mercados. Conceptos como «innovación abierta», «demanda de innovaciones» y «selección de sectores» forman parte de las nuevas estrategias (BIS, 2009; OECD, 2010a). Y es interesante cómo la política de innovación, a medida que se hace más sectorial y selectiva, converge y se funde con la política industrial.

II. RASGOS ACTUALES E INSTRUMENTOS DE LAS POLÍTICAS DE APOYO A LA I+D Y LA INNOVACIÓN

Las políticas de apoyo a la I+D y a la innovación se caracterizan por disponer de múltiples instrumentos. En términos generales, se consideran acciones de fomento de la I+D y la innovación aquellas que comportan movilizar recursos (financieros, humanos u organizativos) en apoyo a la I+D y la innovación, y las que inciden en el marco institucional (regulación, normas) con el objetivo de mejorar el entorno y los incentivos a la asignación de recursos a la I+D+i. En este conjunto de acciones, una distinción importante, tal como apuntan trabajos recientes (Aghion *et al.*, 2009), es la existente entre el fomento de la actividad científica y el apoyo a la innovación tecnológica, dado que los agentes son diferentes y sus incentivos también. La información disponible no permite distinguir con precisión los recursos destinados a cada uno de los objetivos e instrumentos de las políticas de I+D+i, pero sí es posible mostrar algunos de los rasgos principales y tendencias que están teniendo lugar en los países avanzados (OECD, 2008b; Comisión Europea, 2009).

En primer lugar, la financiación pública de la I+D en relación con el PIB se ha mantenido en el conjunto de países de la OCDE desde el año 2001 en niveles similares, y representa, con los últimos datos disponibles de 2007, el 0,64 por 100 del PIB, porcentaje muy próximo al 0,65 de 2001 (OECD, 2010b). En España, el crecimiento de los últimos años ha sido muy intenso y ha comportado pasar de un 0,36 por 100 en 2001 al 0,55 en 2007, porcentaje, de todos modos, inferior a la media de la OCDE. Del mismo modo, para la media de países de la OCDE, la financiación pública de la I+D empresarial no ha experimentado cambios significativos, y alcanza, con datos de 2007, el 6,6 por 100 del gasto empresarial en I+D. Nuevamente, en España el crecimiento ha sido muy intenso, y aunque las comparaciones exigen cierta precaución debido a posibles diferencias en la incorporación de créditos en las estadísticas de I+D, este porcentaje alcanzó en 2007 el 16,3 por 100, sustancialmente por encima de la media de la OCDE (cuadro n.º 1).

En segundo lugar, están teniendo lugar para el conjunto de países de la OCDE cambios importantes en el modo de apoyo a la I+D empresarial, con un aumento sustancial de los incentivos fiscales. Actualmente, 21 países de la OCDE disponen de esquemas fiscales de fomento de la I+D empresarial, mientras en 1995 eran sólo 12. Además, otros países se están planteando la introducción de incentivos fiscales, por lo que es previsible que en los próximos años el número siga aumentando. Aunque existen dificultades para su estimación, los datos existentes muestran que para varios países la financiación indirecta, vía incentivos fiscales, de la I+D empresarial supera a los recursos destinados a la financiación directa a través de subvenciones o créditos (gráfico 2). En el caso de España, el apoyo directo a la I+D empresarial se sitúa en el 0,08 por 100 del PIB, mientras que el gasto fiscal se estima en un 0,03 por 100 del PIB (OECD, 2008b).

En tercer lugar, y aunque las comparaciones deben realizarse con cautela debido en particular a los distintos modos de financiación del sistema universitario y por las posibles discrepancias entre países en la incorporación de créditos en los gastos presupuestarios en I+D, las comparaciones entre países muestra que existen diferencias importantes en la composición del gasto de las administraciones públicas en I+D (OECD, 2008b). En el caso de España, y por lo que se refiere a los gastos civiles, la comparación muestra un mayor peso de los gastos en programas de I+D de fomento de los sectores productivos, mientras que se sitúa por debajo la proporción de recursos destinados a los programas de I+D de fomento general del conocimiento, de salud y protección medioambiental y destinados a las universidades (gráfico 3).

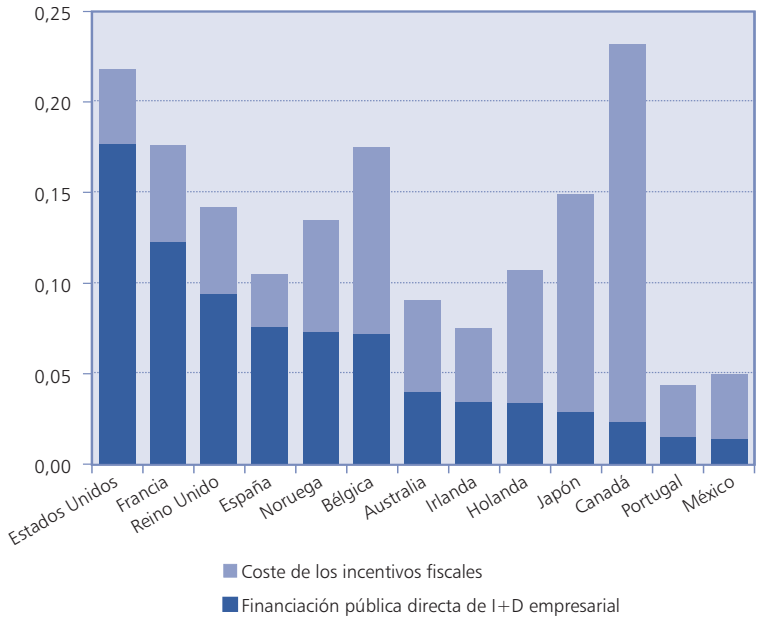
CUADRO N.º 1

FINANCIACIÓN RECIBIDA Y OTORGADA POR LAS EMPRESAS

	I+D EMPRESARIAL FINANCIADO POR EL GOBIERNO		*I+D UNIVERSITARIO Y LABORATORIOS PÚBLICOS FINANCIADO POR EMPRESAS*	
	1997	*2007*	*1997*	*2007*
España	8,7	16,3	6,0	7,2
Alemania (2006)	9,2	4,5	6,2	12,5
China	6,8	4,8	14,5	14,1
Corea	4,8	6,2	11,9	8,9
Estados Unidos	14,0	9,2	3,6	3,2
Finlandia	4,1	3,5	8,8	9,1
Francia (2006)	10,4	11,1	5,4	4,7
Hungría	14,6	9,6	8,0	13,0
Irlanda (2006)	6,5	3,8	9,2	1,0
Italia	13,1	7,9	0,6	2,3
Japón	1,3	1,1	1,9	2,2
Reino Unido	9,6	6,6	9,1	5,9
Suecia	7,6	4,3	4,4	5,0
EU27 (2006)	9,5	7,2	6,4	7,4
OECD	9,6	6,6	5,0	5,3

Fuente: OECD (2009) y OECD (2010b).

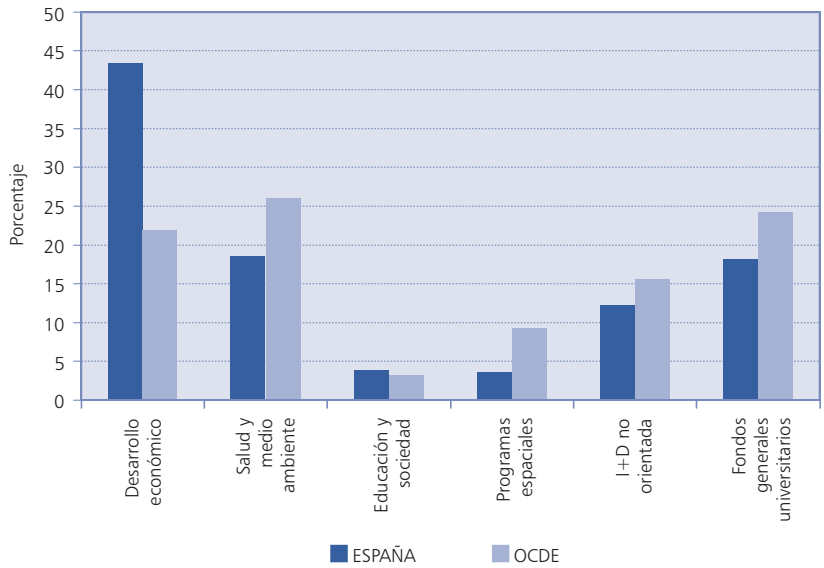
GRÁFICO 2
FINANCIACIÓN PÚBLICA DIRECTA E INDIRECTA DE LA I+D EMPRESARIAL (En porcentaje del PIB)



Nota: Datos de 2005 o último año disponible.
Fuente: OECD (2008b).

De forma complementaria, la información recopilada por la Comisión Europea (2009) sobre las medidas de las políticas de innovación en los países europeos permite observar las prioridades de estas políticas. De todos modos, este análisis debe considerarse con cautela, ya que, a pesar de los esfuerzos recientes de la Comisión Europea, resulta difícil determinar con precisión los recursos destinados por la política de innovación a los distintos objetivos y medidas. Aun así, las principales prioridades que se detectan en el conjunto de la UE-27 son el apoyo a la I+D cooperativa, incluyendo proyectos conjuntos de I+D de consorcios público-privados, la implementación de agendas de políticas estratégicas de investigación a largo plazo, el apoyo directo a la I+D empresarial, el fomento de empresas innovadoras *start-ups*, la transferencia de tecnología y el fomento de la excelencia y la gestión de la investigación universitaria. En los años más recientes, 2007 y 2008, la participación más elevada de nuevas medidas se ha

GRÁFICO 3
COMPOSICIÓN DEL GASTO PRESUPUESTARIO CIVIL EN I+D. 2009



Fuente: Elaboración propia con datos de la OECD (2010b).

destinado a la cooperación en I+D, al fomento de *start-ups* y al apoyo directo a la I+D empresarial.

Finalmente, los gobiernos regionales están tomando un protagonismo creciente en la definición y aplicación de políticas de innovación, apoyados en las ventajas que la regionalización de estas políticas implica (Fritsch y Stephan, 2005). Estas ventajas se derivan de los análisis que destacan la dimensión territorial de la innovación y las diferencias existentes en los sistemas regionales de innovación, lo que requiere políticas adaptadas a las especificidades del territorio. En España, los recursos destinados por las comunidades autónomas (CC.AA.) a I+D e innovación han aumentado de un modo muy sustancial, tanto en comparación con el crecimiento de los recursos de la Administración general del Estado (AGE) como en la participación en los respectivos presupuestos autonómicos, que se ha duplicado en el período 2002-2009 (Cruz Castro *et al.*, 2010). De este modo, las CC.AA. tienen una participación muy destacada en la financiación de las actividades de I+D, lo que exige, al igual que ocurre en otros países, establecer los mecanismos adecuados de coordinación entre las actuaciones de los distintos niveles de gobierno.

III. EFECTO DE LOS INCENTIVOS PÚBLICOS SOBRE EL ESFUERZO INNOVADOR EMPRESARIAL

El interés por la evaluación de las políticas de innovación ha crecido significativamente en las últimas décadas, tanto desde una vertiente académica como desde la óptica de las administraciones públicas. La evaluación de estas políticas es una tarea compleja debido al gran número de objetivos e instrumentos que forman parte de la política de innovación, cuyos efectos, además, tienen lugar frecuentemente en el medio y largo plazo. Además, en la implementación de estas políticas es conveniente la participación de distintos agentes y dotarla de un enfoque sistémico, lo que comporta dificultades adicionales en la evaluación.

Con la evaluación se pretende determinar si el programa ha generado un efecto adicional. En el ámbito de las políticas de innovación, los efectos que se pretende analizar en una evaluación *ex post* son: el efecto estímulo o cambios en la variable empresarial sobre la que incide el programa; el efecto productividad o impacto en los resultados de las empresas; el efecto *spillover*, o cambios en los resultados del sector y de otros sectores relacionados, y el efecto global o impacto en el conjunto de la economía (Capron y Van Pottelsbergue, 1997; Duch y García Quevedo, 2006).

La evaluación de un programa de apoyo a la I+D empresarial debe determinar si ha existido adicionalidad financiera, que se define como el aumento de recursos privados que ha generado la acción pública. Sin embargo, y a pesar de la importancia de la adicionalidad financiera en el ámbito de las políticas de innovación, la intervención pública puede pretender influir también en el comportamiento de las empresas. Así, las evaluaciones deberían examinar qué efectos ha tenido la intervención pública no sólo sobre los recursos y los resultados de las empresas, sino también sobre su comportamiento, es decir, si ha habido *behavioural additionality* (Buisseret *et al.*, 1995; OCDE, 2006). Finalmente, el principal motivo utilizado para justificar un pro-

grama de política de innovación es la generación de efectos externos, o *spillovers*, en otras empresas y en otros sectores, por lo que, aun con las dificultades que este análisis representa, se debe determinar también si ha tenido lugar este efecto *spillover* y, en general, examinar los efectos sobre el conjunto de la economía y el aumento neto de bienestar (Klette *et al.*, 2000; Mohnen y Lokshin, 2009).

Los gobiernos utilizan un amplio conjunto de instrumentos para favorecer la asignación de recursos empresariales a la I+D. Entre ellos, y al margen de los incentivos fiscales, las subvenciones y los créditos a los proyectos empresariales ocupan un lugar central. Las revisiones de la literatura internacional sobre los efectos de estas subvenciones muestran que generan un efecto adicional, aunque los resultados no son enteramente concluyentes (David *et al.*, 2000; García Quevedo, 2004).

En el caso de España, la evaluación de las subvenciones a la I+D ha merecido un interés creciente en la literatura académica, con la utilización de distintos enfoques metodológicos, tal como se presenta en un detallado repaso en Huergo *et al.* (2009). Tras los trabajos de Busom (2000) y González *et al.* (2005), con datos de empresa, y Callejón y García Quevedo (2005), con datos de sectores, los análisis más recientes han optado por la utilización de métodos de *matching* o cuasi-experimentales (Herrera y Heijs, 2007; González y Pazó, 2008; Duch *et al.*, 2009). En general, estos trabajos concluyen en que existe un efecto adicional de las subvenciones sobre el esfuerzo privado en I+D. Otros trabajos recientes han complementado la literatura anterior con el análisis de los efectos de las subvenciones a la I+D sobre la cooperación interempresarial y de las empresas con organismos públicos de investigación (Busom y Fernández Ribas, 2008) y sobre la posibilidad de inducir de modo permanente a las empresas a realizar actividades de I+D (Arqué, 2009). También han sido objeto de análisis recientes los efectos de los subsidios en función de la localización empresarial (Herrera y Nieto, 2008), y distinguiendo entre la política estatal y las políticas regionales (García Quevedo y Afcha, 2009). Finalmente, se han examinado los efectos de los créditos a la I+D, instrumento muy relevante en la política de innovación en España, particularmente por lo que se refiere a los programas de apoyo del CDTI (Huergo *et al.*, 2009). Los resultados de este conjunto de trabajos, en la línea de los análisis anteriores, concluyen, en términos generales, en la existencia de un impacto positivo de las subvenciones y los créditos sobre las actividades innovadoras de las empresas en España.

Aunque la revisión de estos estudios pone en evidencia la existencia de efectos positivos en las subvenciones y los créditos para el fomento de la I+D empresarial, es necesario continuar avanzando en la evaluación de las políticas de innovación en España, tanto de la AGE como de las administraciones regionales. Las políticas de innovación se caracterizan, como se ha señalado, por la diversidad de instrumentos lo que exige aproximaciones tanto cuantitativas como cualitativas para determinar su eficiencia y sus efectos sobre los resultados innovadores y, en general, sobre el crecimiento y el bienestar económico.

La creación del Sistema Integral de Seguimiento y Evaluación (SISE), en el marco del Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 —reforzado en el nuevo Plan Nacional de I+D+i 2008-2011—, es un avance para mejorar la cultura de la evaluación y disponer de información para el seguimiento y evaluación de los diferentes programas. De este modo, conviene seguir reforzando la base estadística disponible y avanzar en la definición de indicadores específicos para examinar el grado de cumplimiento de los objetivos de cada programa (OECD y FECYT, 2007). No obstante, y al margen de la evaluación de instrumentos específicos, es preciso avanzar también en la comparación de la eficiencia de los distintos instrumentos en el fomento de la innovación. Asimismo, la evaluación debe tener un carácter global y examinar, como se ha señalado anteriormente, junto con el impacto directo de las medidas sobre sus receptores, la capacidad de las acciones para generar *spillovers* y el conjunto de efectos sobre el sistema de innovación y sobre el crecimiento económico. Finalmente, las nuevas tendencias en las políticas de innovación, tal y como se presentan en el siguiente apartado, exigen reforzar los procedimientos de evaluación y desarrollar nuevos métodos que recojan los efectos del conjunto de instrumentos propios del *policy mix* de estas políticas y, en consecuencia, de la utilización combinada de instrumentos para fomentar la innovación en sus distintas facetas.

IV. TENDENCIAS RECIENTES EN LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Tal y como se ha presentado en el primer apartado de este artículo, la política de innovación se encuentra en fase de revisión y desarrollo de nuevos modelos teóricos y operativos. Entre los principales conceptos que están influyendo en la revisión de estas políticas destacan la denomina-

da innovación abierta, la incorporación de la demanda en la política de innovación y la propuesta de *smart specialization*, o especialización regional inteligente.

1. Innovación abierta

Un cambio substancial, que altera el modelo tradicional de innovación, viene determinado por la globalización y la necesidad de apertura de las empresas a todos los conocimientos e informaciones desarrollados fuera de sus paredes. Las empresas suelen desarrollar internamente aquellas capacidades y conocimientos que forman parte de sus ventajas competitivas, pero, al mismo tiempo, la innovación abierta puede ser una alternativa rápida y de bajo riesgo para incorporar conocimientos percibidos como externos a su núcleo de competitividad. El beneficio más importante de la innovación abierta para las empresas es que ensancha la base de ideas y tecnologías. Las empresas se interesan en mantener relaciones de colaboración con proveedores, clientes, centros de investigación y otros agentes de los que obtener *inputs* para la empresa (OECD, 2008c; De Backer *et al.*, 2008).

De acuerdo con Chesbrough (2006), la innovación abierta presenta ciertos rasgos: *a)* presenta especial interés en empresas que operan fuera de la alta tecnología, y *b)* no busca la reducción de costes o la contratación externa de I+D, sino que estimula también la I+D interna. En ausencia de definiciones claras y datos sistemáticos sobre la prevalencia y el avance de la «innovación abierta», se aproxima el tema con indicadores de cooperación recogidos en encuestas como las del CIS y se realizan estudios de casos. El progreso de la «innovación abierta» también se plasma en la evolución de la gestión de las patentes. En actividades con rápido cambio tecnológico (biotecnología), o donde las tecnologías son complejas y concurrentes (electrónica), las patentes adoptan una función de coordinación entre competidores, más que de exclusión (Hall y Ziedonis, 2001).

Los datos del cuadro n.º 2 informan de que la proporción de grandes empresas españolas que colaboran con otros agentes para obtener conocimientos es aceptable en términos relativos (32,6 por 100), pero la proporción de pequeñas y medianas empresas que lo hacen es muy bajo (5 por 100). También se observa que la cooperación con agentes de otros países es destacadamente débil (1,3 por 100) en el conjunto de las empresas españolas (gráfico 4). Son indicadores muy relevantes que deberían ser cuidadosamente analizados y abordados por la política económica, dado que el grueso de las empresas españolas manifiestan una situación de debilidad interna que constituye un lastre en su competitividad.

Las empresas españolas cooperan en menor medida que otras empresas europeas con clientes y competidores (23 y 17 por 100), y en mayor grado con proveedores (52 por 100). En cambio, y contrariamente a la creencia generalizada, el grado de interacción de las empresas españolas con universidades y centros públicos de investigación aparece menos preocupante de lo esperado (Segarra y Arauzo, 2008). Estos datos, unidos al buen ritmo de crecimiento del gasto público en I+D,

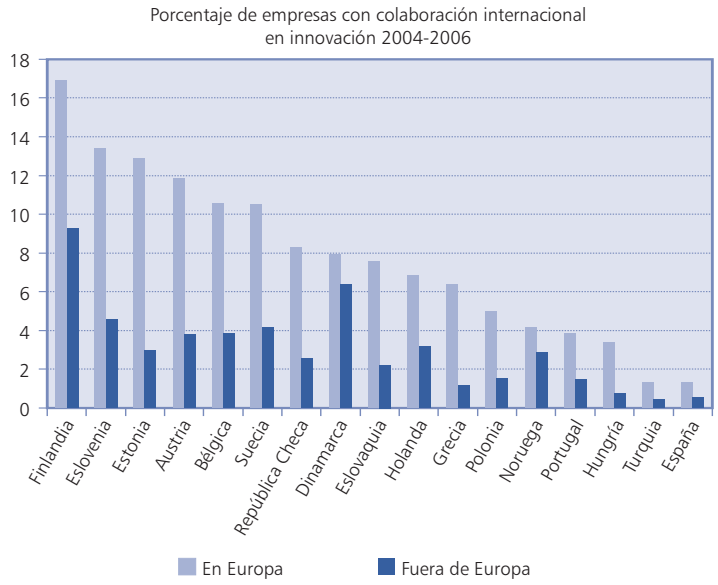
CUADRO N.º 2

COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN

	*EMPRESAS QUE COLABORAN EN INNOVACIÓN SEGÚN CONTRAPARTE. 2002-2004. (EN PORCENTAJE DEL TOTAL DE EMPRESAS QUE COLABORAN EN INNOVACIÓN)**						*EMPRESAS QUE COOPERAN EN INNOVACIÓN SEGÚN TAMAÑO (PORCENTAJE DEL TOTAL DE EMPRESAS)***	
	Proveedores	*Clientes*	*Competidores*	*Servicios privados de I+D*	*Universidades*	*Gobierno y centros públicos de investigación*	*PME*	*GE*
Dinamarca	66	65	35	44	32	16	14,9	45,1
Alemania	44	51	27	18	53	26	9,0	34,1
España	52	23	17	23	26	28	5,0	32,6
Francia	65	50	36	32	26	18	23,7	47,0
Italia	56	39	37	50	36	11	4,3	24,9
Holanda	75	55	31	38	31	24	12,5	43,9
Suecia	75	65	25	46	41	15	16,6	48,0
Reino Unido	74	73	36	41	33	25	10,7	23,0

Fuente: OECD (2008c) con datos de CIS-4* y OECD (2009) con datos-CIS-6**.

GRÁFICO 4
COLABORACIÓN INTERNACIONAL EN INNOVACIÓN. 2004-2006



Fuente: OECD (2009), con datos CIS-6.

apuntan a que la economía española presenta mayor desventaja en el área de innovación en *marketing* y estrategia comercial de las empresas que en el esfuerzo específico en I+D tecnológica. No obstante la reducida traducción de la I+D española a patentes también apunta a problemas de ineficacia del esfuerzo realizado en investigación más desarrollo.

2. El lado de la demanda en la política de innovación

Aunque la demanda del mercado ha sido siempre reconocida como el principal incentivo para innovar en las empresas, su consideración en las políticas de innovación es incipiente (Edler y Georghiou, 2007). La política de innovación basada en la demanda podría definirse como el conjunto de medidas públicas orientado a incrementar la demanda de innovaciones, a mejorar las condiciones para la absorción de innovaciones y a mejorar la articulación de la demanda con el propósito de fomentar la innovación y la difusión de innovaciones (Edler, 2009). La política de innovación desde el lado de la demanda complementa la política de oferta de conocimientos, y se espera que refuerce el efecto sobre el crecimiento y la competitividad de las políticas tradicionales de investigación más desarrollo.

Para que exista demanda debe existir una necesidad, aunque esa necesidad pueda ser creada o «revelada». Una necesidad puede estar no satisfecha por el mercado, y permanecer latente, o bien puede ser efectiva, con consumidores dispuestos a pagar. La demanda puede originarse en el sector privado y en el sector público. Las empresas se enfrentan a incertidumbre respecto de la reacción de la demanda a sus nuevos productos, y los programas de innovación que estimulan la demanda pueden permitir reducir la incertidumbre y el riesgo, incentivando de ese modo la innovación empresarial (Schmookler, 1962).

De acuerdo con Edler (2009), el modelo de la política de innovación basada en la demanda se apoya en cuatro principios:

a) corregir fallos sistémicos de asimetría de información y racionalidad limitada que entorpecen el desarrollo de la demanda de innovaciones en el mercado;

b) alcanzar objetivos sociales vinculados a bienes públicos e innovaciones con grandes externalidades (medio ambiente, salud, energía, demografía);

c) política industrial orientada a la modernización por medio de la difusión de tecnologías y conocimientos;

d) política industrial orientada a incentivar la innovación avanzada y la creación de «mercados líderes» (*lead markets).*

Son varios los instrumentos englobables dentro de las políticas de innovación de demanda en función de la naturaleza de ésta última. El origen privado o público de la demanda depende del tipo de bien o sector, y si es demanda potencial (alto riesgo) o demanda actual depende del grado «novedad» de la innovación. En muchos casos, se ha observado que la demanda potencial para bienes y servicios privados suele explorarse en los usuarios avanzados, o *lead users* (Von Hippel, 1988). Simplificando, se pueden distinguir cinco tipologías de instrumentos, que se recogen en el cuadro número 3.

La totalidad o la mayoría de las medidas presentadas en el cuadro

CUADRO N.º 3

TIPOLOGÍA DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE INNOVACIÓN BASADA EN LA DEMANDA

Demanda pública	Compras públicas generales	La innovación es el principal criterio de adjudicación en las compras públicas
	Compras públicas estratégicas	Compras tecnología-específicas, bien sea para acelerar su introducción en el mercado, bien sea para desarrollar soluciones nuevas a necesidades concretas
Apoyo directo a la demanda privada	Subsidios a la demanda	Se subsidia a consumidores o industria la adquisición de determinadas innovaciones. "Bonos" para la adquisición de tecnología
	Incentivos fiscales	Amortización acelerada
Apoyo indirecto a la demanda pública y privada	Información y formación	Información a potenciales compradores, impulso de marcas y denominaciones de origen. Formación para la utilización de innovaciones
	Articulación y anticipación	Se promueve la formación de grupos de potenciales usuarios para que valoren y anticipen preferencias
Regulación y estándares	Regulación pública y autorregulación privada	Establecimientos de normas oficiales de producción y de seguridad. Incentivación de la autorregulación privada en normas de seguridad y calidad
	Estándares para crear un mercado	El Estado crea mercados que impulsan tecnologías (mercado de emisiones) o establece condiciones que intensifican la demanda de innovaciones (motores de bajo consumo energético)
Enfoques sistémicos	Integración de demandas o de oferta y demanda	Coordinación de varios instrumentos de demanda y combinación de instrumentos de oferta (programas de I+D) y de demanda en tecnologías, servicios o mercados seleccionados

Fuente: Adaptado a partir de Edler (2009).

número 3 vienen siendo utilizadas por los gobiernos, incluido el Gobierno español, con uno u otro propósito; lo novedoso sería la utilización combinada de medidas para incentivar innovaciones seleccionadas, es decir, bajo una estrategia planeada.

En las políticas de innovación basadas en la demanda destacan por su relevancia las compras públicas. Tradicionalmente, las compras públicas se han dedicado a bienes públicos de diversa índole (transporte, gestión de residuos, servicios de salud y educación, y otros muchos) y no se han asociado al estímulo de la innovación, aunque pueden usarse con esa intención, al menos en parte. El ejemplo de Estados Unidos y los importantes *spillovers* que sobre la innovación civil han tenido las compras públicas de innovaciones militares siempre ha interesado en Europa. En la UE-15 las compras públicas se estiman en torno al 16 por 100 del PIB, y desde hace algunos años la Comisión Europea recomienda su empleo como instrumento de política de innovación (European Commission, 2007a). En el área de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) el gasto público europeo supone el 20 por 100 del mercado. El Reino Unido ha sido uno de los países que más ha utilizado con éxito las compras públicas para potenciar la innovación, particularmente en TIC. En España el Plan Avanza ha incorporado medidas de estímulo a la demanda de tecnologías de la información y la comunicación.

Algunos expertos estiman que la Comisión Europea es excesivamente optimista respecto del impacto esperable de las compras públicas como política de innovación (Uyarra y Flanagan, 2009). Habría que confiar en la capacidad de las agencias públicas para anticipar correctamente las necesidades y prioridades sociales, y en que los contratos públicos a determinados innovadores no socavarán la competencia o los incentivos del resto de innovadores en su búsqueda de soluciones. Por otra parte, las compras públicas se encuentran muy fragmentadas entre niveles gubernamentales: la parte más voluminosa es de naturaleza regional y local, y solamente en torno al 35 por 100 de las compras las realiza el Gobierno central en el conjunto de la OCDE (OECD, 2002). La utilización como instrumento de política de innovación de las compras públicas requiere, por tanto, un elevado y complicado nivel de coordinación entre instancias gubernamentales.

Las políticas de innovación basadas en la demanda han avanzado más en la práctica que en

su modelización teórica. Un ejemplo es el programa *Lead Market Initiative* (LMI) de la Comisión Europea (European Commision, 2007b), que se propone precisamente incentivar la demanda y apoyar el liderazgo innovador y productivo de las empresas europeas en seis grandes mercados globales caracterizados por sus grandes externalidades y su elevado potencial de crecimiento a escala global. Los mercados seleccionados son: salud (*eHealth*), textiles de protección, construcción sostenible, reciclaje, productos biotecnológicos y energías renovables. La Comisión Europea recomienda extender el modelo adaptado de *lead market* a los mercados regionales.

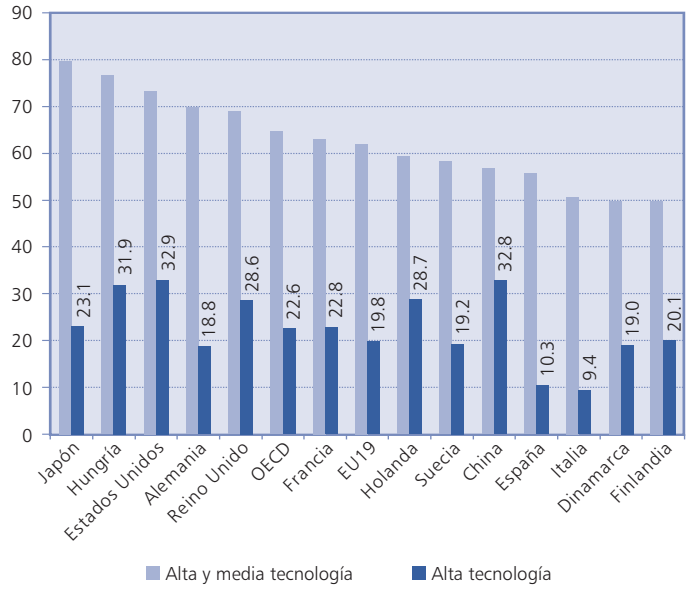
El modelo del LMI consiste en seleccionar actividades productivas que presenten un interés especial debido a todos o alguno de varios factores: escala del mercado, oportunidades de innovación esperadas y la posibilidad de que las empresas europeas alcancen liderazgo global en esas actividades. Desde el plano de la política pública, el modelo LMI implica: *a)* utilización de políticas de demanda, en particular compras públicas; *b)* influir en mercados muy amplios, dadas las muchas interconexiones de productos y servicios en cada mercado; *c)* impulso a mercados de interés social general; *d)* relevancia decisiva de la buena coordinación de instrumentos de política de innovación, y *e)* evitar tanto caer en la «selección de ganadores» como los comportamientos de búsqueda de rentas. El programa LMI trasciende las competencias de la Comisión Europea y constituye tan sólo una orientación para los gobiernos nacionales. Su virtud es establecer principios para guiar políticas de innovación basadas en la demanda.

3. Especialización regional inteligente

Otro paso hacia una política de investigación y de innovación crecientemente sofisticada ha sido sugerido por Foray, David y Hall (2009). Su propuesta resulta audaz al circunvalar las tradicionales medidas horizontales y no selectivas, y favorecer, en cambio, el establecimiento de objetivos innovadores y productivos concretos. Se preguntan si existe una alternativa mejor a una política que esparce homogéneamente las subvenciones sobre varios campos de investigación tecnológica de frontera —biotecnología, TIC, nanotecnología— y que logra escaso impacto en cada área. La alternativa sería estimular la inversión en programas que refuercen capacidades productivas del país o la región —*smart specialization*—, con objeto de generar capacidades competitivas complementarias, no redundantes, entre territorios de la Unión Europea.

La idea de *smart specialization* comparte fundamentación racional con el modelo de política industrial desarrollado por Hausmann y Rodrik (2003 y 2006) y por Hausmann, Hwang y Rodrik (2007). El supuesto básico es que el desarrollo económico y tecnológico de un país o territorio depende del tipo y calidad de las capacidades físicas y humanas que alberga, y de su estructura productiva. Los países deben identificar y seleccionar sus capacidades innovadoras actuales en las que, gracias a la aplicación de esfuerzo innovador y acumulación de capacidades, podrían conseguir liderazgo internacional. La composición de las exportaciones de un país o región constituye el indicador más relevante para identificar actividades con ventajas comparativas actuales, y determinar aquellas que mejor per-

GRÁFICO 5
COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE MANUFACTURAS, 2007



Fuente: OECD (2009).

miten adoptar una estrategia de avance y escalada hacia la frontera sectorial.

El modelo de «especialización inteligente» resulta de particular interés en la economía española, ya que uno de sus problemas críticos, en una perspectiva de futuro, es que todavía tiene un tipo de especialización productiva y de exportaciones con elevado peso de actividades no sofisticadas (gráfico 5). España tiene un margen amplio para introducir innovaciones de carácter global en varias actividades donde ya cuenta con experiencia: turismo, construcción, diseño de moda y alimentación. No son actividades clasificadas como alta tecnología, pero presentan gran potencial innovador en lo tecnológico, los nuevos productos, la organización, el *marketing* y la gestión de negocio. Las empresas españolas ya han logrado ventajas competitivas en varias actividades muy punteras, como salud, energía e incluso aeronáutica. Puesto que existen actividades candidatas a alcanzar liderazgo internacional, convendría contar con una estrategia creíble, pública y público-privada, para impulsarlas.

V. LA POLÍTICA DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA EN PERSPECTIVA PRESENTE Y FUTURA

La inversión privada en I+D en España ha crecido notablemente en los últimos años, aunque, debido al bajo nivel de partida, la intensidad de la I+D empresarial española (1,1 por 100 del valor añadido) sea todavía pequeña comparada con la UE25 (1,8 por 100) y la OCDE (2,4 por 100). Las bases de una política de I+D moderna ya han sido puestas en España (sucesivos planes nacionales de I+D), y se puede confiar que continuará la dinámica de mejora y avance. En cambio, las bases de una política completa de innovación en España se están construyendo todavía (Plan de Innovación 2010, MICINN). El conjunto de puntos débiles del sistema productivo español (especialización, cualificación, gestión, organización, internacionalización) requiere la aplicación de una combinación de políticas de innovación basadas en I+D y también no basadas en I+D. Estas últimas, aunque existen individualmente, todavía no aparecen identificadas y sistematizadas en los programas públicos. Ha llegado el momento de prestarles atención.

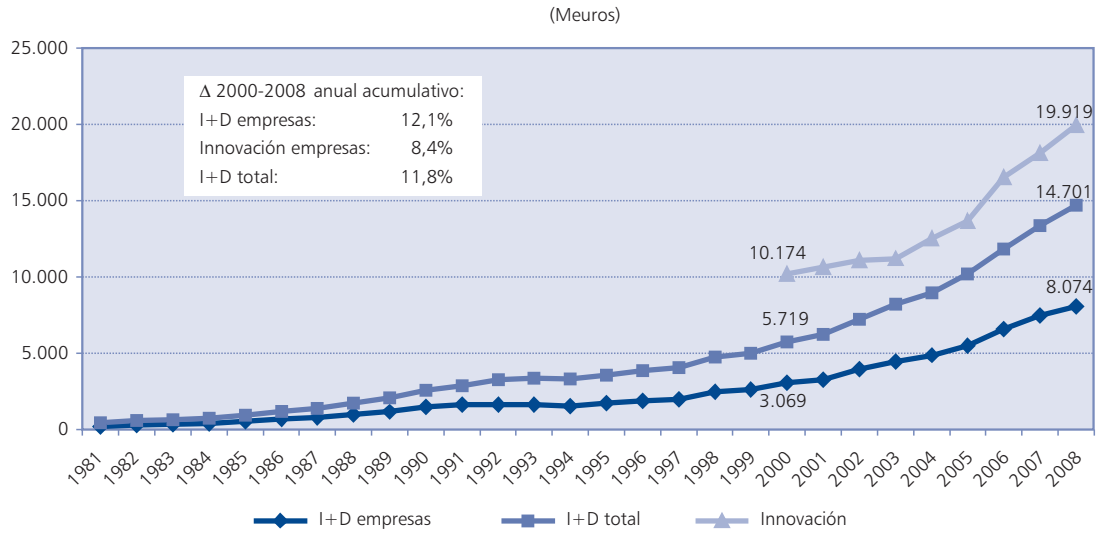
De acuerdo con los datos en 2008, la economía española ocupa el puesto 15 por renta per cápita en la UE, y el puesto 17 en el *Summary Innovation Index* (SII) (European Commission, 2009). Teniendo en cuenta la alta correlación existente entre renta per cápita y el conjunto de indicadores del SII (Hollanders y Arundel, 2007), la economía española se encuentra ligeramente por debajo de su rango esperado. En otros informes internacionales reconocidos, España ocupa puestos algo mejores que en el SII; en el *Nordic Innovation Monitor* (FORA, 2009) España aparece en el puesto 10 para el indicador de *performance* y en el Global Competitiveness Index de 2008 España ocupa el rango 12, siempre dentro del grupo de los países de la UE (World Economic Forum, 2009). España ha logrado un avance notorio en las últimas décadas, y su posición actual no puede calificarse de negativa, aunque quede margen de mejora en muchos de los indicadores que componen los informes.

Entre 2000 y 2008, el gasto en I+D de las empresas españolas creció a un ritmo medio del 12,1 por 100 anual acumulativo, por encima del crecimiento del gasto total en I+D español (11,8 por 100). Entre esos mismos años, el crecimiento medio anual de los gastos empresariales en innovación ha sido bastante más lento, situándose en el 8,4 por 100 (gráfico 6). Entre las posibles razones del menor dinamismo de la inversión en innovación (en la parte no dedicada a I+D) sería interesante explorar al menos dos.

Primera, un posible «efecto expulsión» en el que los gastos en I+D apoyados en programas públicos sustituirían al resto de componentes de la inversión en innovación. Segunda, un efecto derivado de la aproximación de la economía española a la frontera del conocimiento, que estimularía un mayor gasto relativo en la generación de conocimientos tecnológicos muy avanzados. Algunos datos cuantitativos y cualitativos de la evolución española hacen pensar que ambas circunstancias juegan un papel.

El problema del estancamiento, e incluso retroceso, de la productividad en la economía española tiene que ver, entre otras cosas, con una composición sectorial desfavorable y con el aumento del empleo no cualificado (Cotec, 2009; Ghemawat y Vives, 2009), pero habría que analizar también si la composición de la inversión innovadora empresarial es suficientemente equilibrada entre obtención de tecnología e inversión en innovación organizativa y en sofisticación de la gestión empresarial. El informe Booz-Allen-Hamilton (2006) analiza las mil empresas más importantes del mundo y concluye que el éxito innovador requiere que el gasto en I+D vaya acompañado de importantes dosis de innovación organizativa y de gestión. No hay estudios suficientes en este ámbito que permitan concretar, pero la

GRÁFICO 6
EVOLUCIÓN DE LOS GASTOS EN I+D E INNOVACIÓN EN ESPAÑA



Fuente: INE.

ambigüedad observada en los trabajos sobre la relación entre I+D y productividad y/o competitividad permite suponer que también son importantes otros factores no presentes en las regresiones típicas (OECD, 2008b) en la línea señalada por Booz-Allen-Hamilton.

1. Formulación de la política de innovación

El actual Plan Nacional de I+D+i (2008-2011) incorpora la experiencia y la maduración de cuatro planes anteriores que han intentado, y logrado en gran medida, estructurar y racionalizar los elementos constitutivos del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en España. Los informes de Cotec, particularmente su Libro Blanco de 1998 y los que han aparecido posteriormente, han contribuido a difundir el modelo de SNI entre los agentes españoles como modelo racional para las políticas de innovación. Las bases de datos del INE han facilitado el seguimiento y la comparabilidad internacional. La construcción de bases de datos e indicadores en innovación se encuentra en pleno apogeo, y cabe esperar que mejoren la cobertura, la calidad y la precisión a escala internacional.

España llega a 2007, tal y como se ha señalado anteriormente, con la financiación pública a la I+D empresarial más elevada de la UE y la OCDE. También se observa que en muchos países europeos altamente innovadores las empresas no cuentan con ayudas elevadas y, contrariamente, contribuyen a la I+D realizada públicamente. En cualquier caso, el impulso de las ayudas públicas a la I+D empresarial seguramente es la razón por la que entre 2002 y 2007 el número de empresas innovadoras ha crecido un 45 por 100, mientras que el número de empresas innovadoras que realizan I+D ha crecido un 124 por 100 (INE, *Encuesta de innovación*). Nuevamente existe la impresión de que el esfuerzo en I+D domina al esfuerzo en innovación total, y que conviene examinar las causas y las consecuencias de este hecho.

2. Fuentes de indicadores para la política de innovación en España

Hasta hoy, el principal indicador de capacidad innovadora generalmente utilizado es el gasto empresarial en I+D. Es sabido, sin embargo, que resulta compatible obtener buenos comportamientos en I+D sin un reflejo equivalente en competitividad. La implicación es que la política de innovación debe adoptar indicadores de resultados económicos vinculados a la innovación en mayor grado que hasta ahora. Todo ello sin olvidar que el efecto económico de la I+D empresarial se produce con un retraso temporal de varios años. Actualmente, todavía se observan en la economía española un conjunto de debilidades que limitan la competitivi-

dad, pero que podrían aliviarse paulatinamente con un esfuerzo sostenido en innovación:

— Estructura productiva con escaso peso de actividades de alta tecnología.

— Elevado déficit de las balanzas comercial y tecnológica.

— Reducida proporción de exportaciones de alta tecnología.

— Inversión en tecnologías de la información y la comunicación relativamente reducida.

— Otros indicadores relevantes adversos: patentes, cooperación internacional.

Un 0,8 por 100 del valor añadido en la manufactura española corresponde a tecnología alta. En UE15 es el 2,7 y en Estados Unidos el 4,3 (Cotec, 2009). Un 18,4 por 100 del valor añadido por servicios es intensivo en conocimientos en España. La cifra correspondiente es el 22,4 por 100 en UE15 y el 29,9 por 100 en Estados Unidos. El diferencial más importante desfavorable a España es en manufacturas, pero cuando se añade construcción la desventaja estructural española crece. Dado que el esfuerzo innovador depende en alto grado del tipo de sector, una prioridad de la política económica española debería ser articular más estrechamente la política de innovación dentro de la política industrial para facilitar el cambio estructural.

El déficit comercial crónico español, agravado desde la adopción del euro, constituye una señal de la insuficiente competitividad de la economía española. En el déficit aflora también el problema de la estructura productiva relativamente poco sofisticada, y ambos temas requieren soluciones conjuntas con implicaciones para la política de innovación, que debería atender mejor las necesidades sectoriales. La persistencia del problema debería comportar la revisión y la actualización de los programas gubernamentales de impulso a la exportación.

El déficit de la balanza tecnológica española, situado en el -0,17 por 100 del PIB en 2007 (OECD, 2009), es un valor con mayor trascendencia analítica que económica. España mantiene un perfil de país tecnológicamente imitador que ya no podrá sostener en el futuro si se pretende mantener la renta relativa. Es significativo que el superávit tecnológico de Estados Unidos alcance el 0,42 por 100 del PIB y el de Reino Unido el 0,60.

Congruentemente con su especialización productiva, las exportaciones españolas de manufacturas de alta tecnología representan una proporción del 10,3 por 100, cuando en la UE19 es el 19,8 y en la OCDE el 22,6 (gráfico 5). Es otro indicador de innovación y competitividad que debe incorporarse a los programas de política industrial-innovación del Gobierno.

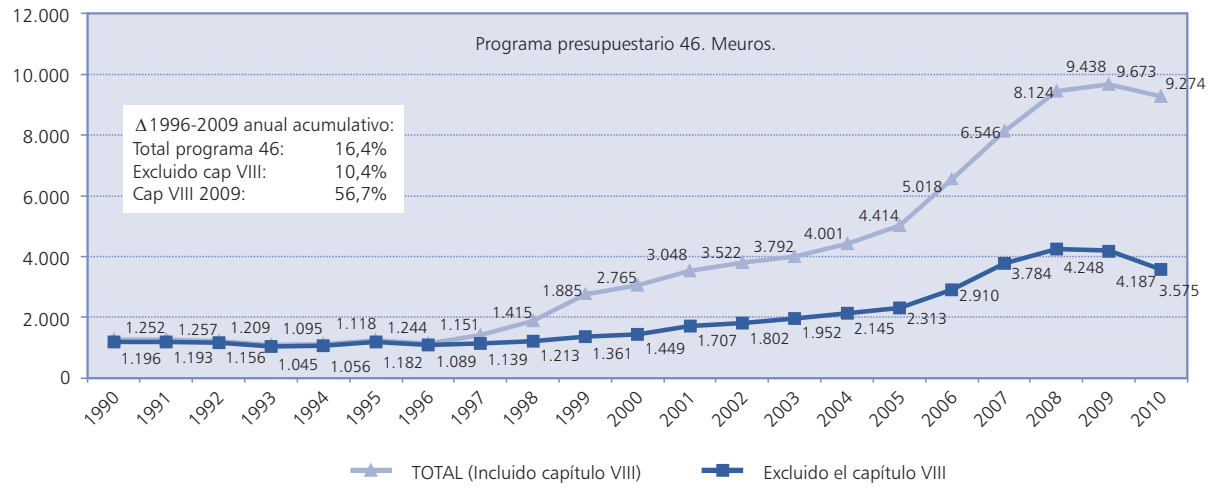
A pesar de la substancial dotación de recursos del Plan Avanza, la adopción de TIC en la gestión y organización empresarial permanece muy por debajo de lo deseable. En España, el porcentaje de inversión no residencial dedicado a TIC fue del 10,5 por 100 en 2007, muy alejado del 26,5 por 100 o más de Reino Unido y Estados Unidos (OECD, 2009). La intensidad en el desarrollo y empleo de TIC (*software* y equipos) es una variable estrechamente vinculada a la competitividad, la productividad y la capacidad innovadora empresarial. Esta área de actuación del Gobierno también debería ser revisada, evaluada y actualizada, aun sabiendo que debería tratarse conjuntamente con el resto de la política industrial.

La controversia actual sobre el desplazamiento de las patentes desde mecanismo de exclusión a instrumento estratégico, e incluso a mecanismo de colaboración (Kortum y Lerner, 1999), no altera el hecho de que la actividad patentadora de las empresas es un exponente de actividad y capacidad innovadora. La debilidad patentadora de los agentes españoles es un signo claro de una situación de fondo que no se resuelve únicamente con más gasto en I+D, sino que es consecuencia de la debilidad competitiva del grueso de empresas y de una especialización productiva poco demandante de innovaciones.

3. Algunos pasos

La aportación presupuestaria del gobierno ha crecido consistentemente desde los noventa, y muy particularmente entre 2004 y 2008, mostrando así las prioridades de la política pública. Las ayudas a la I+D que se recogen en el programa 46 presentan la particularidad de seguir dos trayectorias muy diferenciadas en el tiempo y desde 1996, según se traten de préstamos reembolsables a las empresas (capítulo VIII) o bien subvenciones. Entre 1996 y 2009 el programa 46 ha crecido a una tasa media anual acumulativa del 16,4 por 100; pero si se excluyen los préstamos el crecimiento ha sido del 10,4 por 100. Tal diferencial de crecimiento ha implicado que los préstamos representen actualmente más del 56 por 100 del gasto presupuestario total (gráfico 7). Aunque parezca obvio que ayudas de naturaleza financiera muy diferente (unas se devuelven y

GRÁFICO 7
EVOLUCIÓN DE LOS GASTOS PRESUPUESTARIOS EN I+D



Fuente: FECYT, y elaboración propia.

otras no) deben tener consecuencias diferentes sobre el tipo de innovaciones desarrolladas, se han realizado pocos trabajos que profundicen en ello. Ni siquiera se conoce la tasa de devolución o de morosidad de los préstamos, aunque se pueda suponer que, dado el riesgo de los proyectos de I+D, la tasa de fracaso debería ser elevada.

La consecuencia más inmediata que se puede deducir del recurso a los préstamos es que si las empresas deben devolverlos, aunque sea sin interés, aplicarán los fondos a proyectos poco arriesgados y cercanos al mercado. Es decir, el crecimiento de los préstamos como instrumento de ayuda debe, en principio, comportar un menor grado innovador de los proyectos que si fueran subvenciones. Tal circunstancia explicaría tanto el limitado impacto que parece tener el gasto en I+D sobre las variables asociadas a la competitividad que se han comentado anteriormente como el alto crecimiento del número de empresas que realizan I+D, puesto que su riesgo sería moderado. Parece claro que, al margen de razones de estrategia presupuestaria, está pendiente de análisis la implicación general para la innovación del instrumento de préstamos tan destacadamente utilizado. El análisis también debería contemplar si es mejor un programa generoso con préstamos que un programa basado en subvenciones mucho más limitado.

Con un subsidio fiscal de 0,349 euros por cada euro invertido en I+D, España es, después de Francia, el país de la OCDE con mejor trato fiscal a la innovación (OECD, 2009). Sin embargo, este instrumento es relativamente poco utilizado por las empresas medianas y pequeñas, y su efecto incentivador es limitado. El gasto fiscal derivado es relativamente pequeño. La contradicción aparente entre la adopción de la medida y su aplicación efectiva merecería una explicación y, en función de ello, la corrección correspondiente en su diseño.

VI. CONCLUSIONES

En España se ha llevado a cabo una política de I+D+i decidida y articulada que ha contribuido al significativo avance del sistema productivo de los últimos años. Así aparece reflejado en el crecimiento de la inversión empresarial en I+D, particularmente en los años más recientes. La crisis de 2008 ha supuesto un freno y un retroceso a la inversión innovadora cuya duración futura es una incógnita, pero que debería implicar mayor esfuerzo público por apoyar la innovación empresarial.

El rápido ritmo de la inversión española en I+D no tiene idéntica contrapartida en el lento cambio estructural productivo, ni en el avance de las capacidades empresariales para gestionar y competir en mercados globales. Las políticas de innovación no serán plenamente eficientes sin incorporar otros factores impulsores de la innovación distintos de la I+D, pero necesarios. Algunos países (Reino Unido) ya han ajustado sus

programas de acción a esta realidad, y la Comisión Europea ha lanzado su programa de *Lead Market Initiative* (LMI), que pretende impulsar la demanda de innovaciones a escala europea en mercados con potencial liderazgo global.

Una estrategia que se base en la complementariedad de la oferta de conocimientos y la demanda de innovaciones podría ayudar a acelerar el cambio productivo en España hacia una economía más intensiva en conocimientos y trabajo cualificado. El Gobierno español ya viene aplicando políticas de demanda en sectores como el energético (subvencionando la instalación de elementos aislantes o de bajo consumo) o el de las TIC (subvencionando la adquisición de equipos). El reciente Plan de Innovación 2010 contiene el programa Innplica, que se propone impulsar las compras públicas de innovaciones. No obstante, el peso de las políticas sigue recayendo en instrumentos de oferta.

Un tema recurrente es la evaluación de programas y la disposición de las agencias públicas para corregir o ajustar su diseño en función de su utilidad. Un aspecto a favor del Plan Nacional de I+D+i (2008-2011) es que ha introducido cambios importantes en diseño y en programas, y otro aspecto por evaluar es el crecimiento continuo de los préstamos con respecto a las subvenciones. Asimismo, ante la creciente intervención de las comunidades autónomas en la política de innovación, otro tema relevante es reforzar la coordinación de estas políticas, aspecto que también se contempla en el Plan Nacional de I+D+i (2008-2011).

La política de innovación en España ha cubierto una etapa con éxito razonable, y ha llegado el momento de completar el *policy mix* con programas más afinados que incluyan demanda de innovaciones, mayor atención a las necesidades empresariales que compiten globalmente y mayor integración entre política industrial y de innovación.

NOTA

(*) María Callejón agradece el apoyo del proyecto ECO2009-08735, del Ministerio de Ciencia e Innovación. José García Quevedo agradece el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto SEJ 2007-65806) y de la Generalitat de Cataluña (2009SGR102).

BIBLIOGRAFÍA

AGHION, P.; BLOOM, N.; BLUNDELL, R.; GRIFFITH, R., y HOWITT, P. (2005), «Competition and innovation: an inverted-U relationship», *The Quarterly Journal of Economics*, 120 (2): 701-728.

AGHION, P.; DAVID, P., y FORAY, D. (2009), «Science, technology and innovation for economic growth: Linking policy research and practice in 'STIG Systems'», *Research Policy*, 38: 681-693.

ARQUÉ, P. (2009), «How and when can subsidies be effectively used to induce entry into R&D? Micro-dynamic evidence from Spain», comunicación presentada en la *Zvi Griliches Research Summer School in the Economic of Innovation*, julio 13-15, BGSE, Barcelona.

ARROW, K. (1962), «Economic welfare and allocation of resources for invention, en *The Rate and Direction of Inventive Activity*, R. Nelson (ed.): 609-625, Princenton University Press for the NBER.

BIS, DEPARTMENT FOR BUSINESS INNOVATION & SKILLS (2009), *New Industry, New Jobs,* http://www.bis.gov.uk/files/file51023.pdf

BOOZ-ALLEN-HAMILTON (2006), *Smart Spenders. Global Innovation*, Special Report.

BUISSERET, T.; CAMERON, H., y GEORGHIU, L. (1995), «What difference does it make? Additionality in the public support in large firms», *International Journal of Technology Management*, 10: 587-600

BUSOM, I. (2000), «An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies», *Economics of Innovation and New Technology*, 9: 111-148.

BUSOM, I., y FERNÁNDEZ-RIBAS A. (2008), «The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships», *Research Policy*, 37: 240-257.

CALLEJÓN, M., y GARCÍA-QUEVEDO, J. (2005), «Public subsidies to business R&D: do they stimulate private expenditures?», *Environment and Planning C: Government and Policy,* 23: 279-293.

CAPRON, H., y VAN POTTELSBERGHE, B. (1997), «Public support to business R&D: a survey and some new quantitative evidence», en OCDE (ed.), *Policy Evaluation in Innovation: Towards Best Practices*, París

CHESBROUGH, H. (2006), *Open Business Models. How to Thrive in the New Innovation Landscape*, Harvard Business School Press.

COMISIÓN EUROPEA (2009), «European innovation progress report», *Inno-Policy Trendchart, Enterprise and Industry*, European Commission.

COTEC (1998), *El Sistema Español de Innovación. Diagnósticos y recomendaciones*, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.

— (2008), *La compra pública de tecnología innovadora en TIC - Libro Blanco,* Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.

— (2009), *Productividad, competitividad e innovación en España: Comparación internacional por sectores*, elaborado por Laia Castany y Ramon Xifré, Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid.

CRUZ CASTRO, L.; MOLAS GALLART, J., y SANZ MENÉNDEZ, L. (2010), «Políticas de I+D e innovación», en *ICONO-FECYT*, *Análisis sobre ciencia e innovación en España*, Madrid.

DAVID, P., y FORAY, D., (1995), «Accessing and expanding the science and technology knowledge base», *STI Review* 16: 16-38.

DAVID P.; HALL B., y TOOLE A (2000), «Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence», *Research Policy*, 29: 497-529.

DE BACKER, K.; LOPEZ-BASSOLS, V., y MARTÍNEZ, C. (2008), «Open innovation in a global perspective – what do existing data tell us?», *STI Working Paper* 2008/4, OECD.

DIUS (2008), *Innovation Nation*, Department for Innovation, Universities and Skills, UK.

DUCH, N., y GARCÍA QUEVEDO, J. (2006), «L'avaluació de les polítiques industrials i tecnològiques», *Revista Econòmica de Catalunya*, 54: 111-119.

DUCH, N.; MONTOLIO, D., y MEDIAVILLA, M. (2009), «Evaluating the impact of public subsidies on firm's performance: a two-stage quasi-experimental approach», *Investigaciones Regionales*, 16: 143-165.

EDLER, J. (2009), «Demand policies for innovation in EU countries», *Manchester Business School Working Paper, 579*, disponible en

http://www.mbs.ac.uk/research/workingpapers/

EDLER, J., y GEORGHIOU, L. (2007), «Public procurement and innovation-Resurrecting the demand side», *Research Policy*, 36 (7): 949-963.

EDQUIST, C. (ed.) (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Londres y Washington, Pinter/Cassell Academic.

EUROPEAN COMMISSION (2006), *Economic Reforms and Competitiveness: Key Messages from the European Competitiveness*, Report 2006, COM(2006) 697 final.

— (2007a), *Pre-commercial Procurement: Driving Innovation to Ensure Sustainable High Quality Public Services in Europe*, SEC(2007) 1668.

— (2007b), *A Lead Market Initiative for Europe*, COM(2007)860 final.

— (2009), *European Innovation Scoreboard 2009. Comparative analysis of innovation performance*, Pro-Inno Europe. http://www.proinno-europe.eu/metrics

FORA (2009), *Nordic Innovation Monitor, 2009*, Nordic Council of Ministers, Copenhague.

FORAY, D.; DAVID, P., y HALL, B. (2009), «Smart specialization – The concept, knowledge economists», *Policy Brief* 9. http://ec.europa.eu/invest-in-research/monitoring/knowledge_en.htm

FREEMAN, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter, Londres.

FREEMAN, C. (ed.) (1981), *Technological Innovation and National Economic Performance*, Aalborg, Aalborg University Press

FREEMAN, C., y SOETE, L. (2009), «Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past», *Research Policy* 38: 583–589.

FRITSCH, M., y A. STEPHAN (2005), «Regionalization of innovation policy», *Research Policy* 34(8): 1123-1127.

GARCÍA QUEVEDO J. (2004), «Do public subsidies complement business R&D? A meta-analysis of the econometric evidence», *Kyklos*, 57: 87-102.

GARCÍA QUEVEDO, J., y AFCHA, S. (2009), «El impacto del apoyo público a la I+D empresarial: Un análisis comparativo entre las subvenciones estatales y regionales», *Investigaciones Regionales*, 15: 277-294.

GEORGHIOU, L. (2004), «Evaluation of behavioural additionality. Concept paper, Making the difference. The evaluation of behavioural additionality of R&D subsidies», *IWT-Studies,* 48: 7-20.

GHEMAWAT, P., y VIVES, X. (coords.) (2009), *Competitiveness in Catalonia. Selected Topics,* IESE, Barcelona.

GONZÁLEZ, X.; JAUMANDREU, J., y PAZÓ, C. (2005), «Barriers to innovation and subsidy effectiveness», *Rand Journal of Economics*, 36: 930-949.

GONZÁLEZ, X., y PAZÓ C. (2008), «Do public subsidies stimulate private R&D activities?», *Research Policy*, 37: 371-389.

HALL B. H., y ZIEDONIS R. H. (2001), «The patent paradox revisited: An empirical study of patenting in the US semiconductor industry, 1979-1995», *Rand Journal of Economics*, 32: 101-128.

HAUSMANN, R.; J. HWANG, y D. RODRIK (2007), «What you export matters», *Journal of Economic Growth*, 12: 1-25.

HAUSMANN, R., y RODRIK, D., (2003), «Economic development as self-discovery», *Journal of Development Economics*, 72: 603-633.

— (2006), «Doomed to choose: Industrial policy as predicament», *Working Paper*, Harvard University.

HERRERA L., y HEIJS, J. (2007), «Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación», *Revista de Economía Aplicada*, XV, 44: 177-197.

HERRERA, L., y NIETO, M. (2008), «The national innovation policy effect according to firm location», *Technovation,* 28, 8: 540-550.

HIDALGO, C. A., y HAUSMANN, R. (2009), *The Building Blocks of Economic Complexity*, Proceedings of the National Academy of Sciences, *PNAS 2009 106:10570-10575, doi:10.1073/pnas.0900943106.*

HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABASI, A.L., y HAUSMANN, R. (2007), «The product space conditions the development of nations», *Science*, 317(5837): 482-487.

HOLLANDERS, H., y ARUNDEL, A. (2007), «Differences in socio-economic conditions and regulatory environment: explaining variations in national innovation performance and policy implications», *INNO Metrics 2007 report*, Bruselas, European Commission, DG Enterprise.

HOLLANDERS, H., y CRUYSEN A. van (2008), «Rethinking the European innovation scoreboard: A new methodology for 2008-2010», *Inno-Metrics Report*. http://www.mbs.ac.uk/research/workingpapers/

HUERGO, E.; TRENADO, M., y UBIERNA, A. (2009), «Impacto de los créditos blandos en el gasto en I+D empresarial», *Documento de Trabajo del CDTI* (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), Madrid.

INSEAD and BOOZ, ALLEN, HAMILTON (2006), *Innovation: Is Global the Way Forward?*, Fontainebleau.

KLETTE, J.; MOEN, J., y GRILICHES, Z. (2000), «Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconometric evaluation studies», *Research Policy*, 29: 471-495.

KORTUM S., y LERNER J. (1999), «What is behind the recent surge in patenting?», *Research Policy*, 28: 1-22.

LUNDVALL, B. (2007), «National Innovation Systems -Analytical Concept and Development Tool», *Industry and Innovation*, 14 (1): 95-119.

LUNDVALL, B.-Å. (ed.) (1992), *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publishers.

LUNDVALL, B., y BORRAS, S. (2005), «Science, technology and innovation policy», en FAGERBERG, J., MOWERY, D. y NELSON, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

MALERBA, F. (2002), «Sectoral systems of innovation and production», *Research Policy*, 31: 247-264.

MAYER, T., y OTTAVIANO, G. (2007), *The Happy Few: The Internationalisation of European Firms*, *Bruegel Policy Briefs*: www.bruegel.org

METCALFE, S. (1995), «Technology systems and technology policy in an evolutionary framework», *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1): 25-46.

MICINN (2010), *Plan de Innovación 2010 y Estrategia Nacional de Innovación*. http://www.micinn.es/stfls/MICINN/Innovacion/FICHEROS/Innovaccion_2010/SGI.pdf

MOHNEN, P., y LOKSHIN, B. (2009), «What does it take for an R&D tax incentive policy to be effective?», *UNU-MERIT Working Paper 2009-014*, http://www.merit.unu. edu/publications/wppdf/2009/wp2009-014.pdf

NELSON, R.R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.

NESTA (2007), *Hidden Innovation. How Innovation Happens in Six «Low Innovation» Sectors,* http://www.nesta.org.uk/publications/reports/assets/features/hidden_innovation.

OECD (2002), *The Size of Government Procurement Markets*. Informe disponible en: *http://www.oecd.org/dataoecd/34/14/1845927.pdf.,* Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2006), *Government R&D Funding and Company Behaviour*. *Measuring Behavioural Additionality*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2008a), *OECD Reviews of Regional Innovation*, North of England, UK, Organiza-

ción para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2008b), *OECD Science, Technology and Industry Outlook*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2008c), *Open Innovation in Global Networks*, OECD, París.

— (2009), *STI Scoreboard 2009*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2010a), *OECD Innovation Strategy: Developing an Innovation Policy for the 21st Century*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

— (2010b), *Main Science and Technology Indicators 2009/2*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, París.

OCDE y FECYT (2007), *R&D and Innovation in Spain: Improving the Policy Mix*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y Fundación Española para la Ciencia y la Teconología, Madrid.

SCHMOOKLER J. (1962), «Economic sources of inventive activity», *The Journal of Economic History* 2(1): 1-20.

SEGARRA, A., y ARAUZO J. M. (2008), «Sources of innovation and industry-university interaction: Evidence from Spanish firms», *Research Policy*, 37: 1283-1295.

SOETE, L. (2007), «From industrial to innovation policy», *Journal of Industry, Competition and Trade*, 7: 273-284.

— (2009), *The National Innovation Systems and the Role of the OECD: Two Decades Later,* OECD Workshop on Future Orientations for Science, Technology and Innovation, París.

TÖDTLING, F., y TRIPPL, M. (2005), «One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach», *Research Policy*, 34: 1203-1219.

UYARRA, E., y FLANAGAN, K. (2009), «La relevancia del concepto 'sistema regional de innovación' para la formulación de la política de innovación», *Ekonomiaz*, 70: 150-169.

VAN ARK, B.; M. O'MAHONY, y M. TIMMER (2008) «The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes», *Journal of Economic Perspectives*, 22(1): 25-44.

VANDENBUSSCHE, J., AGHION, P., y MEGHIR C. (2006), «Distance of technological frontier and composition of human capital», *Journal of Economic Growth*, vol. 11(2): 97-127.

VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press.

WORLD ECONOMIC FORUM (2009), *The Global Competitiveness Report 2009-2010.*

IMPACTO DEL APOYO PÚBLICO A LA I+D Y LA INNOVACIÓN

Abraham GARCÍA

Joint Research Center-Institute for Perspective Technological Studies y UNU-MERIT

Pierre MOHNEN

UNU-MERIT, Universidad de Maastricht y CIRANO

Resumen

En este trabajo se evalúa si el apoyo público a la innovación del Gobierno central o de la Unión Europea impulsa la innovación en las empresas austriacas. El efecto se estima por separado sobre los gastos de I+D y los resultados de la innovación, medidos por la cuota de las ventas totales debida a productos nuevos o sustancialmente modificados. Se distingue también entre los productos nuevos para la empresa y nuevos para el mercado. El análisis se basa en los microdatos de la tercera ola de la *Encuesta comunitaria de innovación*, CIS3, que abarca los años 1998-2000. La efectividad se calcula mediante un modelo estructural que explica los determinantes de varias fuentes de apoyo público y sus efectos sobre la I+D y los resultados de la innovación. Recibir apoyo del Gobierno central aumenta la intensidad de I+D en 2,3 puntos porcentuales. El apoyo de la Unión Europea nunca es significativo una vez que se tiene en cuenta el apoyo nacional.

Palabras clave: apoyo público, encuestas de innovación, Austria.

Abstract

This paper evaluates whether public support from innovation from the central government or the European Union spurs innovation in Austrian firms. The effect is estimated separately on R&D expenditures and the output side of innovation, measured by the share of total sales due to new or substantially modified products. A distinction is also made between products new to the firm and products new to the market. The analysis is based on the micro data from the third wave of Community Innovation Survey, CIS3, covering the years 1998-2000. The effectiveness is estimated using a structural model explaining the determinants of various sources of government support and their effects on R&D and innovation output. Receiving central government support increases the intensity of R&D by 2.3 percentage points. EU support is never significant once national support is taken into account.

Key words*:* government support, innovation surveys, Austria.

JEL classification: L52, O31.

I. INTRODUCCIÓN (*)

ESTE trabajo trata de cuantificar el efecto del apoyo público a la innovación sobre los *inputs* y *outputs* de la innovación en Austria. La innovación por el lado de los *inputs* viene medida por la intensidad de los gastos en I+D (1). La innovación por el lado de los *outputs*, o resultados, se mide mediante la cuota de ventas totales debida a productos innovadores, es decir, productos nuevos o sustancialmente modificados. Por otra parte, el porcentaje de ventas debido a nuevos productos se refiere a nuevos productos tanto para la empresa como para el mercado. Los primeros incluyen verdaderas innovaciones e imitaciones y los últimos solamente verdaderas innovaciones. Se examinarán ambas dimensiones de novedad.

El objetivo es evaluar cómo la intervención del Gobierno afecta a la innovación; en otras palabras, averiguar si las empresas que reciben apoyo público se comportan mejor que aquellas que no reciben ninguna financiación pública para la innovación. La ayuda pública puede estar relacionada tanto con los gastos en I+D como con las deducciones fiscales a la I+D, aunque también puede aparecer para apoyar otras actividades de innovación, tales como la promoción de nuevos productos y el apoyo informal en la introducción de nuevos productos. No es posible distinguir los incentivos fiscales de las medidas directas de ayuda pública. Sin embargo podemos examinar la eficacia relativa del apoyo público nacional frente al de la Unión Europea (UE).

El presente análisis se basa en microdatos de la tercera ola de la *Encuesta comunitaria de Innovación* (*Community Innovation Survey*, CIS3) y cubre los años 1998-2000. Los microdatos son mucho más ricos en contenido e información que los macrodatos: arrojan información tanto de innovadores como de no innovadores, y se caracterizan por mostrar una heterogeneidad sustancial no sólo entre países, sino también entre empresas. Desafortunadamente, contamos con información del apoyo público a la innovación sólo en el caso de empresas que han declarado de un modo u otro ser innovadoras siguiendo los criterios del *Manual de Oslo* (OECD, 1992 y 1996). No corregimos este sesgo potencial de selección, sino que, en vez de ello, condicionamos el análisis a empresas innovadoras. De ellas queremos co-

nocer si el apoyo público nacional o de la UE es más efectivo, para qué tipo de innovación y de qué modo, directamente o estimulando la I+D. En Austria los incentivos fiscales se aplican únicamente para determinados gastos, principalmente para los que son considerados valiosos para la economía (ver Hutschenreiter, 2002). Por tanto, es preciso tener en cuenta la existencia de endogeneidad en el apoyo público a la innovación. También se permitirá la endogeneidad en la investigación y desarrollo (I+D).

El resto del trabajo se organiza como sigue: el apartado II presenta los datos y describe la importancia relativa de las diversas fuentes de financiación de la innovación en Austria; el III introduce los métodos econométricos utilizados para inferir el impacto de la financiación a la innovación y las razones que motivan el uso de estos métodos; el IV presenta y discute los resultados de la estimación, y el V se dedica a las conclusiones.

II. DATOS

El análisis se basa en microdatos de la tercera *Encuesta comunitaria de innovación Community Innovation Survey* (CIS3) en Austria, cubriendo los años 1998-2000. La encuesta CIS reúne información sobre los resultados de la innovación y la I+D, al menos para aquellas empresas que son innovadoras, y también pregunta a los encuestados si han recibido apoyo público para la innovación de fuentes locales, regionales, nacionales o de la Unión Europea.

1. Frecuencia de innovación en Austria en 1998-2000

Tras algunas preguntas de identificación, los encuestados han de responder a cuatro cuestiones principales: 1) ¿Ha introducido su empresa en el mercado productos nuevos o sustancialmente mejorados en el periodo 1998-2000? 2) ¿Ha introducido su empresa procesos nuevos o sustancialmente mejorados en el periodo 1998-2000? 3) ¿Tenía su empresa a finales de 2000 alguna actividad de innovación en curso (incluyendo cualquier gasto en I+D)? 4) ¿Dejó de hacer su empresa actividades de innovación en el periodo 1998-2000?

Un primer modo de caracterizar a los innovadores es considerar como tales a aquellos que han respondido «sí» a cualquiera de las cuatro preguntas. Según la encuesta CIS, aquellos que han respondido «no» a las cuatro preguntas son considerados como no innovadores, y no tienen que responder al resto de las preguntas de la encuesta. Por tanto, sólo tenemos una información bastante escasa sobre los no innovadores, y por ello nos limitamos solamente a los innovadores. También podemos ser más precisos y considerar distintos tipos de innovadores: son innovadores de producto los que han respondido afirmativamente a la primera pregunta, innovadores de proceso los que han respondido afirmativamente a la segunda, e innovadores potenciales los que tienen actividades de innovación en curso, pero no terminadas, y aquellos que no han tenido éxito en las actividades de innovación en el marco temporal de los tres años considerados. Más aún, entre los innovadores de producto podemos distinguir entre innovadores con productos nuevos para la empresa, pero no para el mercado, que pueden asemejarse a los imitadores, y aquellos con productos nuevos para el mercado, que pueden considerarse como verdaderos innovadores.

Después de llevar a cabo una limpieza de la base de datos (2), nos quedaremos con 1.287 observaciones, de las que el 42 por 100 se declaran a sí mismas como innovadoras. Éstas formarán nuestra muestra de trabajo. Entre ellas, el 77 por 100 son innovadores de producto que ofrecen nuevos productos para la empresa; una menor proporción, el 35 por 100, inventaron nuevos productos para el

CUADRO N.º 1

DISTRIBUCIÓN SEGÚN TIPO DE INNOVADOR EN AUSTRIA, 1998-2000

	Número de observaciones	*Porcentajes con respecto a todas las empresas*	*Porcentajes con respecto a las empresas innovadoras*
Total	1.287	100	
Innovadores	546	42	100
Innovadores de productos nuevos para la empresa	418	32	77
Innovadores de productos nuevos para el mercado	190	15	35
Innovadores de proceso	346	27	63
Actividades de innovación en curso	409	32	75
Actividades de innovación abandonadas	63	5	12

mercado, el 63 por 100 obtuvieron nuevos procesos; el 75 por 100 abandonaron su actividad innovadora o aun no han hecho tangibles sus innovaciones, y el 12 por 100 tuvo que abandonar algún proyecto de innovación (ver cuadro n.º 1). Por supuesto, una empresa puede pertenecer a varios grupos de innovadores. Casi la mitad de los innovadores austriacos son innovadores tanto de proceso como de producto, y muchos innovadores de éxito del periodo 1998-2000 tienen actividades de innovación en curso y pueden obtener nuevos productos o procesos en el futuro. El resto de nuestro análisis se centrará en los innovadores de producto, porque el conjunto de datos de la CIS3 contiene datos cuantitativos sobre las ventas innovadoras solamente para este grupo.

2. Distribución de las diferentes fuentes de apoyo público a la innovación

En el conjunto de datos de la CIS3, se les pregunta a las empresas sobre las cuatro fuentes de apoyo público a la innovación: del Gobierno local y regional, del Gobierno central, de la UE y, en concreto, del IV y el V Programas Marco (PM) para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico. El Gobierno central, que incluye a las agencias que trabajan para él, es la fuente más citada de apoyo público a la innovación, seguida del Gobierno local, la UE y los programas marco, ya sea en el caso de los innovadores, los que realizan la I+D o los innovadores de productos nuevos para la empresa o para el mercado. Al igual que antes, una empresa puede recibir varias clases de apoyo público.

Al comparar las fuentes de financiación entre los innovadores, los que hacen la I+D y los dos tipos de innovadores de producto, se comprueba que las empresas que realizan I+D tienen más probabilidad de obtener apoyo para la innovación que todos los innovadores juntos (ver cuadro n.º 2). Así, el apoyo a la innovación está más concentrado en el lado de los *inputs* que en el de los *outputs* de ésta. También es destacable que los innovadores de productos nuevos para el mercado tienen más probabilidad de recibir apoyo público de cualquier clase que los innovadores de productos nuevos para la empresa.

III. METODOLOGÍA

La cuestión a analizar es si el apoyo público a la innovación desde sus distintas fuentes afecta a la actividad innovadora. ¿Son más innovadoras las empresas que reciben apoyo público que las que no lo reciben? ¿Es el apoyo público más eficaz según el tipo de innovación? En concreto, ¿afecta la intervención pública a los *inputs* y/o los *outputs* de la innovación? ¿Hay notables diferencias en cuanto a la eficacia entre el apoyo a la innovación nacional y el de la UE? Estas son las cuestiones que abordaremos.

1. Modelo econométrico

Para este análisis, no es suficiente comparar las medias de las variables respectivas en el caso de empresas con apoyo y sin apoyo, sino que debemos controlar por otras variables que pueden haber cambiado, y afectado a, la actividad innovadora. Además, las variables de apoyo en sí mismas pueden ser endógenas, es decir, que puede haber una atribución sistemática de la financiación pública a la innovación relacionada con cuestiones tales como el tamaño de la empresa, éxitos pasados y promesa de éxitos futuros revelada en la cartera de patentes.

Debido a que en el cuestionario de la CIS3 se pregunta sólo a los innovadores sobre los orígenes de la financiación pública, únicamente podemos comparar las medias de la innovación entre innovadores

CUADRO N.º 2

DISTRIBUCIÓN DEL APOYO PÚBLICO ENTRE INNOVADORES, AUSTRIA, 1998-2000

	TODOS LOS INNOVADORES		*EMPRESAS QUE HACEN I+D*		*INNOVADORES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA LA EMPRESA*		*INNOVADORES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA EL MERCADO*	
	Observaciones	*Porcentaje*	*Observaciones*	*Porcentaje*	*Observaciones*	*Porcentaje*	*Observaciones*	*Porcentaje*
Financiación del Gobierno local	113	20,7	78	25,8	89	21,3	56	29,5
Financiación del Gobierno central	172	31,5	150	49,7	145	34,7	91	47,9
Financiación de la UE	64	11,7	51	16,9	51	12,2	32	16,8
IV y V PM	46	8,4	40	13,2	39	9,3	22	11,6

de cierto tipo. Esto nos deja con muy pocas observaciones para proceder al ajuste de un estimador de emparejamiento (*matching*) donde cada empresa que recibe apoyo se hace corresponder con una empresa similar que no lo recibe, y donde el parecido viene definido en términos de variables como tamaño, pertenencia a un sector productivo o red (ejemplos de este enfoque en un contexto similar se pueden encontrar en Aerts y Czarnitzki, 2004; Czarnitzki, Hanel y Rosa, 2004; Czarnitzki y Licht, 2006; Bérubé y Mohnen, 2009). Por tanto nos inclinamos por un modelo estructural de la endogeneidad de la innovación y del apoyo público a ésta.

Planteamos un modelo donde el apoyo público, las ventas asociadas a la I+D y la innovación son endógenas. El modelo se compone de cuatro ecuaciones. Las dos primeras explican los determinantes del apoyo público a la innovación. Se consideran dos clases de fuentes de ayuda: aquellas que emanan del Gobierno central y las que provienen de la Unión Europea. Los resultados son bastante similares cuando se agrega el apoyo público de los gobiernos local y central, y cuando se incluye el de los IV y V programa marco en la ayuda de la UE (3). Como se hace en el modelo de González, Jaumandreu y Pazó (2005), las empresas se forman sus expectativas sobre la financiación pública de la innovación, ya sea nacional o de la UE. Estas expectativas (a través de variables latentes) se introducen en las ecuaciones de los resultados tanto de la innovación como de investigación y desarrollo.

La tercera ecuación se refiere a los determinantes de la I+D (interna y externa). Dado que no todas las empresas llevan a cabo actividades de I+D, podríamos tener un sesgo de selección si sólo considerásemos aquellas que las realizan. De hecho, tenemos una concentración de datos con valor cero para la I+D. Para corregir el problema de selección, usamos un modelo Tobit que explica simultáneamente la intensidad de la I+D en las empresas que la realizan y el hecho de que haya algunas que no la realicen, cuya variable latente cae por debajo del umbral crítico.

La cuarta ecuación refleja los resultados de la innovación. El énfasis se pone sobre las innovaciones de producto, para las que la base de datos proporciona información tanto cualitativa como cuantitativa, al contrario que en el caso de las innovaciones de proceso, para las que no se dispone de datos cuantitativos. Ya que en la muestra tenemos tanto innovadores (de producto) como no innovadores (de producto), nos encontramos de nuevo con un modelo Tobit, con una variable latente que es igual a la intensidad observada de la innovación entre los innovadores y que cae por debajo del umbral de innovación en el caso de los no innovadores. En concreto, se consideran dos modelos; uno en el que el *output* innovador se refiere a productos nuevos para la empresa (se corresponde con los imitadores y con los innovadores verdaderos), y otro en el que hace referencia a productos nuevos para el mercado (que representa a los verdaderos innovadores). La variable latente de la I+D se introduce como variable explicativa de la variable latente de la ecuación de innovación. Cuanto más gasta una empresa en I+D, mayor es su probabilidad de inventar un nuevo producto. El apoyo público a la innovación puede afectar de este modo al resultado innovador, directa o indirectamente, al estimular la investigación y el desarrollo.

Formalmente, el modelo es el siguiente:

$$g_{dom} = 1 \text{ si } g^*_{dom} = \alpha_1 z_1 + \varepsilon_1 > 0 \qquad [1]$$

$$= 0 \text{ resto de casos}$$

$$g_{EU} = 1 \text{ si } g^*_{EU} = \alpha_2 z_2 + \varepsilon_2 > 0 \qquad [2]$$

$$= 0 \text{ resto de casos}$$

$$R\,\&\,D = 0 \text{ si } R\,\&\,D^* = \beta_{r1} z_3 + \beta_{r2} g^*_{dom} + \beta_{r3} g^*_{EU} + \varepsilon_r \leq 0 \qquad [3]$$

$$= \text{R\&D}^* \text{ si } R\,\&\,D^* > 0$$

$$inno = 0 \text{ si } inno^* = \beta_{i1} z_4 + \beta_{i2} g^*_{dom} + \beta_{i3} g^*_{EU} + (\beta_{i4} R\,\&\,D^*) + \varepsilon_i \leq 0 \qquad [4]$$

$$= inno^* \text{ si } inno^* > 0$$

donde ε_1, ε_2, ε_r, ε_i son los términos de error que siguen una distribución normal con medias cero, y cuyas desviaciones estándar son 1, 1, σ_r y σ_i, respectivamente; z_1, z_2, z_3, y z_4 son variables de control; g_{dom} y g_{EU} son variables dicotómicas que señalan la presencia de apoyo público a la innovación del país o de la UE; $R\,\&\,D^*$ es la ratio entre el gasto en I+D y las ventas, e *inno* indica la cuota de las ventas asociadas a los nuevos productos.

Estamos, por tanto, ante un sistema de ecuaciones simultáneas con variables dependientes limitadas, como en Crépon, Duguet y Mairesse (1998). Las variables de financiación del Gobierno son variables dicotómicas y las variables de I+D y de intensidad de la innovación son variables censuradas. El

modelo econométrico se estima usando el método de mínimos cuadrados asintóticos (también conocido como estimador de mínima distancia). En un primer paso, se estiman las ecuaciones de la forma reducida mediante un modelo Probit para las dos fuentes de financiación pública y un modelo Tobit para las ecuaciones del producto de la I+D y la innovación. En la segunda etapa (si hay restricciones de sobreidentificación), se estiman los parámetros de la forma estructural minimizando las distancias entre los parámetros estimados de la forma reducida y los predichos por el modelo a partir de las restricciones de identificación, ponderadas por la matriz estimada de varianzas-covarianzas de los parámetros de la forma reducida (ver Gouriéroux, Montfort, Trognon, 1985). La identificación se asegura generalmente a través de las restricciones de exclusión. Los mínimos cuadrados asintóticos arrojan estimaciones convergentes y asintóticamente normales. La endogeneidad y la selectividad se tienen en cuenta de manera explícita en la estimación del modelo. A diferencia de los modelos de selección de Heckman, no permitimos que haya correlaciones entre los términos de error de las ecuaciones de selección y resultados, pero estimamos una probabilidad de recibir apoyo público para cada empresa incluida en la muestra; ejemplos de modelos de selección en este contexto son los de Busom (2000) y Hussinger (2008). A diferencia de Hussinger (2008), no disponemos de datos de la cantidad real de los subsidios. Un análisis similar al nuestro en un contexto algo diferente es el llevado a cabo por Arvanitis, Hollenstein y Lenz (2002).

A las empresas que no han introducido un producto, o un proceso, y que no tienen actividades de innovación no finalizadas o abandonadas se les preguntan solamente unas pocas cuestiones de identificación. La información relevante para tratar de explicar qué hace que una empresa sea candidata a recibir apoyo público, qué hace que alcance el umbral de I+D o de innovación y qué determina las intensidades de I+D e innovación sólo está disponible en el caso de las 546 empresas de la muestra que son innovadoras de algún modo. Por ello, sólo realizaremos el análisis de la submuestra de empresas innovadoras.

2. Variables de control

En cada ecuación controlamos por otras variables además de las de la política y las de la innovación. La elección de las variables de control a incluir en cada ecuación no es un asunto trivial. Para identificar los parámetros del modelo tenemos que imponer restricciones de exclusión, es decir, excluir algunas variables explicativas en algunas ecuaciones para poder identificar las otras. La elección de las restricciones de exclusión viene en parte motivada por razones teóricas (las fuentes de información tienen más probabilidad de determinar la innovación que el apoyo público), y en parte se basa en la significatividad de los coeficientes estimados. Coeficientes no significativos podrían estar caracterizando malos instrumentos para identificar otros parámetros clave del modelo.

Las principales variables y su desempeño en el modelo se presentan en orden:

a) *Variables dicotómicas de actividad productiva:*

La idea de utilizar variables dicotómicas es la de registrar efectos específicos de la actividad productiva en cada ecuación. El Gobierno podría ser más propenso a incentivar ciertas actividades, como la biotecnología, porque es una industria prometedora para la inversión en nuevas tecnologías. En la base de datos no hay suficientes observaciones por código de la CNAE a dos dígitos para controlar por cada sector de actividad. En consecuencia, clasificamos estas actividades dentro de tres grupos: el de alta tecnología (vehículos, industria química, maquinaria, productos electrónicos, plásticos, telecomunicación, servicios informáticos, servicios de ingeniería, actividades auxiliares del transporte y otras actividades no incluidas en otra parte); el *cluster* de baja tecnología (comida, textil, madera, productos minerales no metálicos, metales básicos, suministros, finanzas y transporte), y la industria de comercio al por mayor, que está fuertemente representado en la muestra.

b) *Grupo nacional*

El Gobierno podría ser menos propenso a intervenir si las empresas pertenecen a un grupo porque éstas podrían beneficiarse del apoyo de dicho grupo.

c) *Grupo extranjero*

Según el país donde se localiza la casa matriz, podemos distinguir entre grupos nacionales y extranjeros. El Gobierno podría tener incluso menos deseos de financiar proyectos de filiales de empresas extranjeras, ya que se supone que el dinero de los contribuyentes es para ayudar a las empresas nacionales. Las variables de grupo son variables dicotó-

micas que aparecen solamente como determinantes del apoyo financiero.

d) *Tamaño*

Las empresas más grandes podrían innovar más y hacer más I+D. El apoyo del Gobierno podría estar más dirigido a pequeñas y medianas empresas, pero también podría concentrarse en las grandes si el Gobierno es demasiado averso al riesgo como para financiar la I+D de las empresas pequeñas. El tamaño se mide mediante el logaritmo del número de empleados y constituye una variable explicativa en cada ecuación.

e) *Competencia*

A mayor competencia a la que se enfrenta una empresa, más eficaz debería considerarse la buena política. La competencia prevalece si se percibe el mercado internacional como el mercado predominante. Sin embargo, también puede argumentarse que el Gobierno considera que las empresas capaces de moverse en el mercado internacional no necesitan ayuda pública.

f) *Cooperación*

Al Gobierno normalmente le gusta que las empresas colaboren en la fase de investigación, especialmente con universidades e institutos de investigación, y sobre todo cuando paga parte de los gastos de investigación o innovación. La cooperación es una variable dicotómica que se toma directamente de la CIS3. La competencia y la cooperación afectan a la I+D y a la innovación solamente a través del apoyo público.

g) *Capital humano*

Cuanto mayor es la cualificación de los trabajadores, mayor es la capacidad de la empresa para triunfar en el proceso de innovación. El capital humano se construye como la razón entre el número de trabajadores con educación superior y el número total de trabajadores de la empresa, y constituye un determinante de la intensidad de ésta en investigación y desarrollo.

h) *Problemas de apropiabilidad*

La capacidad para apropiarse del producto de la investigación, ya sea patentándolo, manteniéndolo en secreto o por otros métodos, se considera como un determinante significativo de la I+D (véase Cohen y Levin, 1989). La presencia de problemas de apropiación se aproxima mediante la importancia percibida del riesgo como obstáculo a la innovación.

i) *Dificultades financieras*

Debido a los fallos de mercado que afectan a los bienes de información, los innovadores se encontrarían con dificultades para encontrar financiación adecuada para su innovación. Las dificultades financieras se miden por la dificultad percibida para acceder a financiación en tanto que obstáculo para la innovación.

j) *Tirón de la demanda* («demand pull»)

A menudo los clientes son una fuente importante de información para canalizar las necesidades de la demanda hacia los mercados (véase Von Hippel, 1988). Dado que nos concentramos en innovaciones de producto, parece razonable que la información de los clientes influya en las innovaciones de producto.

k) *Empuje de la ciencia* («science push»)

Otra posible fuente de información por la que nos gustaría controlar proviene de la investigación básica en las universidades y en las instituciones de investigación públicas.

La apropiabilidad, el acceso a financiación, el tirón de la demanda y el empuje de la ciencia son variables categóricas que se convierten en variables binarias, asociando un valor uno a las respuestas positivas y un valor cero a la falta de respuesta o respuesta nula. Se considera que el capital humano, los problemas de apropiabilidad, las dificultades financieras y el empuje de la ciencia influyen en la intensidad de la I+D, pero no directamente en la cuota de ventas debidas a nuevos productos, mientras que el tirón de la demanda se modeliza como factor que afecta al éxito de introducir nuevos productos en el mercado, pero no a la intensidad en investigación y desarrollo.

El cuadro n.º 3 muestra algunos estadísticos descriptivos.

De las 546 empresas innovadoras de nuestra muestra, el 29,1 por 100 pertenece al grupo de alta tecnología, el 50,4 por 100 al de baja tecnología y el 20,5 por 100 al comercio al por mayor. Casi la mitad de empresas de nuestra muestra pertenecen a un grupo austriaco, y casi el 20 por 100 a un gru-

CUADRO N.º 3

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS, AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, 546 INNOVADORES

Variable	*Media*	*Desviación típica*
Actividades de alta tecnología	0,291	0,455
Actividades de baja tecnología	0,504	0,500
Comercio al por mayor	0,205	0,404
Grupo nacional	0,447	0,498
Grupo extranjero	0,198	0,399
Tamaño (log número de empleados)	4,462	1,590
Competencia	0,429	0,495
Capital humano	0,052	0,085
Cooperación	0,236	0,425
Problemas de apropiabilidad	0,756	0,430
Dificultades financieras	0,643	0,480
Tirón de la demanda	0,788	0,409
Empuje de la ciencia	0,463	0,499
Apoyo del Gobierno central	0,315	0,465
Apoyo de la UE a la innovación (excepto PM)	0,117	0,322
Apoyo nacional a la innovación	0,375	0,485
Apoyo total de la UE a la innovación	0,137	0,345
Hacen I+D	0,553	0,498
I+D sobre ventas (empresas que hacen I+D)	0,028	0,060
Cuota de ventas asociadas a nuevos productos para la empresa	0,258	0,252
Cuota de ventas asociadas a nuevos productos para el mercado	0,165	0,203

po extranjero; el 42,9 por 100 considera el mercado internacional como el más importante y, por tanto, tiene más probabilidad de enfrentarse a una dura competencia; en media, el 5,2 por 100 de los empleados tiene formación profesional o titulación universitaria; el 23,6 por 100 dicen que cooperan para la innovación, una gran parte dice tener problemas de apropiabilidad (75,6 por 100) o acceso a financiación (46,3 por 100). Si sumamos el apoyo de los gobiernos central y local, por un lado, y el apoyo total de la UE a la innovación, por otro, obtenemos porcentajes de empresas apoyadas no muy lejanos de los porcentajes que reciben apoyo del Gobierno central y de la UE (excepto PM). Entre los innovadores, el 55,3 por 100 hacen I+D con una intensidad media con respecto al total de ventas del 2,8 por 100. Los innovadores de productos nuevos para la empresa tienen en media un 25,8 por 100 de su cifra total de negocios asociada a los nuevos productos, y los innovadores de productos nuevos para el mercado un 16,5 por 100.

IV. RESULTADOS

El cuadro n.º 4 contiene la magnitud y dirección de los efectos marginales de las variables explicativas sobre la probabilidad de recibir apoyo público para la innovación. Cuando una empresa se desplaza desde las actividades de baja tecnología a las de alta tecnología se incrementa su probabilidad de obtener apoyo público. La probabilidad de obtener apoyo del Gobierno central es 11,1 puntos porcentuales mayor en las actividades de alta tecnología respecto a las de baja tecnología, y sólo tres puntos porcentuales mayor en el caso del apoyo de la UE. En Austria, el sector del comercio al por mayor tiene más probabilidad de obtener apoyo, ya sea del Gobierno de su país o de la UE, que los sectores de baja tecnología.

Las empresas que pertenecen a un grupo tienen menos probabilidad de conseguir apoyo para la innovación, probablemente porque se supone que tienen acceso a recursos del grupo. El Gobierno central es incluso más reticente a financiar empresas que pertenecen a grupos extranjeros, probablemente porque el dinero de los contribuyentes estaría destinado a ayudar a las empresas del país y no a las extranjeras.

El Gobierno nacional prefiere financiar empresas independientes de cierto tamaño que actúan principalmente en los mercados internacionales, que cooperan y que experimentan dificultades de financiar su innovación.

Las empresas que se enfrentan a la competencia internacional tienen una probabilidad quince puntos porcentuales mayor de ser financiadas por el Go-

CUADRO N.º 4

EFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE DISTINTOS TIPOS DE APOYO A LA INNOVACIÓN, AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN PROBIT

Variables explicativas	*Apoyo del Gobierno central*	*Apoyo de la UE*	*Apoyo de fuentes nacionales (Gobierno central o local)*	*Apoyo de la UE y de los IV y V PM*
Actividades de alta tecnología	-0,513***	-0,389***	-0,470***	-0,408***
Actividades de baja tecnología.....	-0,624***	-0,419***	-0,586***	-0,435***
Comercio al por mayor	-0,598***	-0,363***	-0,530***	-0,379***
Grupo nacional.....	-0,141***	-0,084***	-0,197***	-0,085***
Grupo extranjero	-0,126***	-0,121***	-0,216***	-0,122***
Tamaño	0,077***	0,046***	0,083***	0,048***
Competencia	0,152***	—	0,180***	—
Cooperación.....	0,129***	0,113***	0,121***	0,111***
Dificultades financieras	0,105***	—	0,117***	—

* Significativo al 10 por 100, **significativo al 5 por 100, ***significativo al 1 por 100.

bierno central. Las empresas que cooperan en la innovación tienen una mayor probabilidad de recibir ayuda tanto de fuentes nacionales como de la UE. Un incremento de un 1 por 100 en el tamaño incrementa en 7,7 puntos porcentuales la probabilidad de recibir apoyo del Gobierno central y en 4,6 la probabilidad de recibir apoyo de la UE para la innovación. El apoyo responde más a fuentes nacionales que a las de la UE. Las últimas dos columnas muestran que no hay gran diferencia en los factores que determinan el apoyo de los gobiernos central y local o el de la UE y el de los programas marco a la I+D, pero que sí hay alguna diferencia entre el apoyo nacional y el de la UE en términos generales.

Hemos estimado el modelo utilizando dos medidas de la innovación de producto. El cuadro n.º 5 muestra las estimaciones obtenidas con la medida amplia de innovación de productos nuevos para la empresa, que mezcla imitadores con verdaderos innovadores. El cuadro n.º 6 muestra las estimaciones obtenidas con una medición más ajustada de la innovación referida productos nuevos para el mercado, que corresponde a los verdaderos innovadores de producto. Como cabía esperar, la mayor diferencia entre los dos modelos radica en la ecuación de innovación. Ya que el modelo de los verdaderos innovadores selecciona un conjunto más homogéneo de empresas, las estimaciones de este modelo son ligeramente más precisas. En ambos casos, el test de Sargan de restricciones de sobre-identificación no rechaza la hipótesis nula. En este sentido, los datos no rechazan la especificación del modelo.

La comparación de las columnas 1 y 3 del cuadro n.º 5 revela que, cuando se trata el apoyo público de manera endógena, tal como debería hacerse, se dobla el efecto del apoyo del Gobierno central, y de las externalidades del capital humano y del empuje de la ciencia, mientras que el efecto del tamaño se hace no significativo. El apoyo del Gobierno central parece ser uno de los determinantes más importantes de la I+D. Recibir apoyo del Gobierno central incrementa en 2,3 puntos porcentuales la intensidad de la I+D, que es una cifra elevada si recordamos que su intensidad media es del 2,8 por 100. Si se duplica el número de empleados, se reduce la intensidad de la I+D en medio punto porcentual. Un incremento de un punto porcentual en el capital humano, que es bastante, dado el valor medio del capital humano de 5,2 puntos porcentuales, se relaciona con sólo un incremento de una décima parte de punto porcentual de la intensidad en I+D. El otro único efecto significativo proviene del empuje de la ciencia: las empresas que se benefician de información de las universidades o de los laboratorios públicos tienen una intensidad de la I+D 1,1 puntos porcentuales mayor, *ceteris paribus*.

Tratar al apoyo público como endógeno, en lugar de cómo exógeno, tiene poca relevancia sobre las estimaciones de la ecuación de innovación (compárense las columnas 2 y 4 del cuadro n.º 5). El tirón de la demanda incrementa la intensidad de la innovación en cinco puntos porcentuales. La mayor intensidad de la innovación en los sectores de alta tecnología frente a los de baja tecnología, y en los de baja tecnología frente al comercio al por mayor, justifica nuestra clasificación de actividades ad hoc. La I+D tiene un efecto significativo sobre la innovación. La tasa de retorno de la I+D en términos de ventas innovadoras es del orden del 110 por 100 (1 euro de gasto en I+D arroja un incremento neto de un 1,1 en las ventas innovadoras) (4). Si se multiplica este número por el

CUADRO N.º 5

EFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE LAS INNOVACIONES DE PRODUCTOS NUEVOS PARA LA EMPRESA, AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN MCA

	APOYO EXÓGENO		*APOYO ENDÓGENO*			
	Intensidad de la I+D	*Cuota de ventas innovadoras*	*Intensidad de la I+D*	*Cuota de ventas innovadoras*	*Intensidad de la I+D*	*Cuota de ventas innovadoras*
Apoyo del Gobierno central	0,010***		0,023***		0,023***	-0,004
Apoyo de la UE	0,004		0,000		-0,001	0,016
I+D		1,106***		1,097***		1,087**
Actividades de alta tecnología	-0,008**	0,143***	0,022	0,150***	0,021*	0,187**
Actividades de baja tecnología	-0,017***	0,115***	0,015	0,123***	0,013	0,156**
Comercio al por mayor	-0,018***	0,080***	0,010	0,085***	0,009	0,113
Tamaño	0,000	-0,010	-0,005***	-0,010	-0,005***	-0,013
Capital humano	0,064***		0,130***		0,128***	
Problemas de apropiabilidad	0,001		0,005		0,005	
Dificultades financieras	0,003		-0,004		-0,004	
Empuje de la ciencia	0,005***		0,011***		0,011***	
Tirón de la demanda		0,052***		0,050**		0,053**

* Significativo al 10 por 100, **significativo al 5 por 100, ***significativo al 1 por 100.

CUADRO N.º 6

EFECTOS MARGINALES DE LOS DETERMINANTES DE LAS INNOVACIONES DE NUEVOS PRODUCTOS PARA EL MERCADO, AUSTRIA, 1998-2000, CIS3, ESTIMACIÓN MCA

	APOYO EXÓGENO		*APOYO ENDÓGENO*			
	Intensidad de la I+D	*Cuota de ventas innovadoras*	*Intensidad de la I+D*	*Cuota de ventas innovadoras*	*Intensidad de la I+D*	*Cuota de ventas innovadoras*
Apoyo del Gobierno central	0,010***		0,026***		0,023***	0,027**
Apoyo de la UE	0,003		-0,004		-0,001	-0,016
I+D		0,376***		0,530***		0,303*
Actividades de alta tecnología	-0,008**	-0,080***	0,021*	-0,085***	0,021*	-0,076**
Actividades de baja tecnología	-0,017***	-0,091***	0,015	-0,090***	0,014	-0,075**
Comercio al por mayor	-0,018***	-0,093***	0,011	-0,093***	0,009	-0,078***
Tamaño	0,000	0,008***	-0,005***	0,008**	-0,005***	0,004
Capital humano	0,059***		0,115***		0,123***	
Problemas de apropiabilidad	0,002		0,005		0,006	
Dificultades financieras	0,003		-0,005		-0,005	
Empuje de la ciencia	0,005***		0,012***		0,012***	
Tirón de la demanda		0,028**		0,027**		0,025**

* Significativo al 10 por 100, **significativo al 5 por 100, ***significativo al 1 por 100.

efecto de 2,3 puntos porcentuales del apoyo del Gobierno central sobre la intensidad de la I+D, se obtiene un efecto total del apoyo del Gobierno central en la cuota de ventas de nuevos productos de 2,5 puntos porcentuales. Las dos últimas columnas del cuadro n.º 5 muestran los resultados de la especificación que permite que las medidas de apoyo del Gobierno afecten directamente a la innovación, además de su efecto indirecto a través de la I+D. Los efectos directos no son significativos.

Es destacable que el apoyo de la UE siempre resulta no significativo. Una gran parte de las empresas que reciben apoyo del Gobierno central también lo reciben de la UE. Así que puede ser que los efectos del segundo se confundan con los del primero. Podría incluso suceder que parte del dinero de la UE sea manejado por los ministerios nacionales y que, por ello, tenga la apariencia de ser una financiación nacional. Las dificultades financieras y los problemas de apropiabilidad no afectan significativamente a la

I+D, y el tamaño no tiene influencia sobre la intensidad de la innovación de producto.

En el cuadro n.º 6 aparecen los efectos marginales de las variables explicativas de las innovaciones de productos nuevos para el mercado. Al considerar las medidas de apoyo público como endógenas, observamos de nuevo un incremento en los efectos marginales de las variables explicativas sobre la I+D y, en esta ocasión, también un incremento del efecto marginal de la I+D sobre la innovación. Los efectos marginales de las variables explicativas sobre las innovaciones de productos nuevos para el mercado son similares a los que se observan sobre las innovaciones de productos nuevos para la empresa, con la excepción de la tasa de beneficio de la I+D: en términos de productos nuevos para el mercado, un euro de gasto extra en I+D arroja solamente 53 céntimos de euro de ventas extras de productos innovadores. Es posible que se necesite más tiempo para que la I+D se refleje en verdaderas ventas innovadoras. La mayor diferencia entre los auténticos innovadores y los innovadores como imitadores se encuentra en la especificación de las dos últimas columnas del cuadro n.º 6, donde se tienen en cuenta los verdaderos efectos del apoyo público. El apoyo del Gobierno central supone un incremento directo de 2,7 puntos porcentuales en la cuota de ventas innovadoras, además del 0,7 (0,023 x 0,303) punto porcentual de incremento debido al efecto indirecto a través de la I+D. El apoyo del Gobierno central incrementa en total la cuota de ventas innovadoras nuevas para el mercado en 3,4 puntos porcentuales, lo cual es 0,8 puntos porcentuales superior a su efecto sobre la cuota de ventas innovadoras nuevas para la empresa. De nuevo, el apoyo de la UE no tiene efecto significativo sobre el resultado de innovación o investigación y desarrollo.

¿Cómo pueden compararse nuestros resultados para Austria con los de otras estimaciones que aparecen en la literatura? Busom (2000), al analizar las empresas españolas, obtiene que, en agregado, los subsidios incrementaron el gasto en I+D en un 20 por 100, pero que para un 30 por 100 de las empresas no se podía excluir un efecto *crowding-out* completo. González, Jaumandreu y Pazó (2005) también encuentran un efecto estimulador de los subsidios a la I+D en España, tanto sobre la intensidad como sobre la propensión a realizar I+D. Czarnitzki, Hanel y Rosa (2004) y Bérubé y Mohnen (2009) obtienen que los incentivos fiscales a la I+D y los subsidios a la I+D, respectivamente, incrementan la proporción de innovadores, y especialmente la de empresas canadienses más innovadoras del mundo. Pocos estudios han cuantificado el efecto del apoyo público sobre la cuota de ventas innovadoras. Czarnitzki y Licht (2006) encuentran que las ayudas públicas a la I+D han incrementado la cuota de ventas de nuevos productos en cuatro puntos porcentuales en las empresas de Alemania Occidental y en un 1,5 por 100 en las de Alemania Oriental. Sus resultados son comparables a los nuestros.

V. CONCLUSIONES

Este trabajo ha examinado la extensión y los efectos del apoyo público a la innovación en Austria durante el periodo 1998-2000. El Gobierno central, incluyendo a las agencias que trabajan para éste, es la fuente a menudo más citada de apoyo público a la innovación, seguido del Gobierno local, la UE y los IV y V Programas Marco para la I+D. También hay que destacar que los innovadores de productos nuevos para el mercado reciben apoyo público de algún tipo en mayor porcentaje que los innovadores de productos nuevos para la empresa.

Para tener en cuenta la endogeneidad del apoyo público a la innovación y a la I+D y la innovación de producto, se ha estimado un sistema de ecuaciones simultáneas en las cuales el apoyo público afecta a la I+D, que a su vez explica las ventas innovadoras. Se distinguen dos definiciones de ventas innovadoras: productos nuevos para la empresa y productos nuevos para el mercado. El Gobierno central prefiere financiar empresas que son independientes, que tienen cierto tamaño, que operan mayoritariamente en mercados extranjeros, que cooperan y que experimentan dificultad a la hora de financiar su innovación. La competencia y las dificultades financieras resultan ser no significativas a la hora de explicar el apoyo de la UE a la innovación.

Recibir apoyo del Gobierno central incrementa en 2,3 puntos porcentuales la intensidad de la I+D. No hay gran diferencia en los factores que determinan el apoyo a la innovación del Gobierno central y local o el de la UE y los Programas Marco, pero sí que hay alguna diferencia entre el apoyo nacional y el apoyo de la UE en general. El apoyo de la UE nunca resulta significativo cuando se tiene en cuenta el apoyo nacional. El apoyo del Gobierno central supone un incremento de 2,5 puntos porcentuales en la cuota de ventas innovadoras nuevas para la empresa. Al considerar las innovaciones de productos nuevos para el mercado, el apoyo del Gobierno central conduce a un efecto total de 3,4 puntos porcentuales sobre la cuota de ventas innovadoras nuevas para el mercado.

NOTAS

(*) Agradecemos a Heinz Hollenstein, Jordi Jaumandreu, Georg Licht, Jacques Mairesse y a los participantes del último *workshop* de IEEF en Madrid y del Congreso de la AEA en Singapur sus numerosos comentarios, que nos han sido de gran ayuda. También agradecemos a Martin Falk la ejecución de los programas por nosotros con los datos originales de WIFO. Este estudio ha sido financiado en parte por la Comisión Europea en la preparación del *2004 Competitiveness Report*. Las opiniones expresadas aquí pertenecen exclusivamente a los autores, y de ningún modo pueden considerarse como la postura oficial de la Comisión Europea.

(1) Las encuestas de innovación de la UE contienen información sobre la base de una definición mucho más amplia de los *inputs* de innovación, es decir, de los gastos en innovación, que incluyen tanto la I+D interna como la externa, la adquisición de maquinaria y equipo para la producción de nuevos bienes, los costes de adquisición de patentes, licencias, *know-how*, etc., de la formación en innovación, del diseño y de la introducción en el mercado de nuevos productos. Los estadísticos no consideran estas respuestas muy fiables y señalan muchas faltas de contestación a esta pregunta. Por ello, hemos decidido considerar solamente los gastos en I+D como medida de *inputs* de innovación.

(2) El conjunto de datos original se ha depurado eliminando a dieciocho empresas, tres de las cuales tenían cifra de negocios o empleados cero, once que pertenecían al sector primario o a actividades con códigos CNAE 37 y 73, con un número suficiente de empresas por actividad, y cuatro que presentaban una razón de I+D sobre ventas mayor del 48 por 100, indicativo de que podrían estar especializadas en I+D. Se ha asignado valor cero a todos los valores *missing* de la I+D y a todas las variables explicativas tales como las fuentes de información y las fuentes de financiación pública.

(3) El conjunto de datos de la CIS3 en el caso austriaco es demasiado pequeño para analizar separadamente las cuatro fuentes de apoyo público contenidas en su cuestionario.

(4) Ya que tanto la cuota de ventas debida a productos nuevos como la intensidad en I+D están normalizadas por las ventas totales, podemos considerar el coeficiente de intensidad en I+D como la tasa de beneficio en términos de las ventas de nuevos productos.

BIBLIOGRAFÍA

AERTS, K., y D. CZARNITZKI (2004), «Using innovation survey data to evaluate R&D policy: The case of Belgium», *ZEW discussion paper n.º 04-55*.

ARVANITIS, S.; H. HOLLENSTEIN, y S. LENZ (2002), «The effectiveness of government promotion of advanced manufacturing technologies (AMT): An economic analysis on Swiss micro data», *Small Business Economics*, 19: 321-340.

BUSOM, I. (2000), «An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies», *Economics of Innovation and New Technology*, 9: 111-148.

BÉRUBÉ, C., y P. MOHNEN (2009), «Are firms that received R&D subsidies more innovative?», *Canadian Journal of Economics*, 42(1): 206-225.

COHEN, W.M., y R.C. LEVIN (1989), «Empirical studies of innovation and market structure», en R. SCHMALENSEE y R.D. WILLIG (eds.), *Handbook of Industrial Organization,* vol. II, Elsevier Science Publishers, capítulo 18: 1060-1107.

CRÉPON, B.; E. DUGUET, y J. MAIRESSE (1998), «Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2): 115-158.

CZARNITZKI, D.; P. HANEL, y J. ROSA (2004), «Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconometric study on Canadian firms», *ZEW discussion paper 04-77*.

CZARNITZKI, D., y G. LICHT (2006), «Additionality of public R&D grants in a transition economy: The case of Eastern Germany», *Economics of Transition*, 14(1): 101-131.

GONZÁLEZ, X.; J. JAUMANDREU, y C. PAZÓ (2005), «Barriers to innovation and subsidy effectiveness», *Rand Journal of Economics*, 36(4): 930-950.

GOURIEROUX, C.; A. MONFORT, y A. TROGNON (1985), «Moindres carrés asymptotiques», *Annales de l'INSEE*, 58: 91-122.

HUSSINGER, K. (2008), «R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semi-parametric two-step selection models», *Journal of Applied Econometrics*, 23(6): 727-749.

HUTSCHENREITER, G. (2002), «The Austrian R&D Tax Allowance: Design Issues», trabajo preparado para el *workshop* Use of Fiscal Measures to Stimulate Private Investment in Research and Development, Bruselas, EU Commission, DG-Research.

OECD (1992, 1996), *Oslo Manual*, Paris, primera y segunda ediciones.

VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.

EL PAPEL DEL SECTOR PÚBLICO COMO *VENTURE CAPITALIST*: CÓMO FAVORECER A LAS NUEVAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Juan Carlos FERNÁNDEZ DOBLADO
Andrés UBIERNA GORRICHO
Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)

Resumen

En este artículo se pretende abordar el papel del capital riesgo en sus fases de capital semilla y arranque (*venture capital*) como alternativa de financiación para las nuevas empresas de base tecnológica (NEBT), destacando sus principales beneficios y problemas asociados. Asimismo, se presentan diferentes iniciativas desarrolladas por parte del sector público con objeto de fomentar el *venture capital* como instrumento para apoyar el surgimiento y consolidación de NEBT. Se concluye con una serie de recomendaciones para el diseño e implantación desde el sector público de una iniciativa que impulse este tipo de financiación empresarial en España.

Palabras clave: capital semilla, *venture capital*, empresa de base tecnológica, financiación.

Abstract

The objective of this paper is to analyse the role of venture capital as an Investment alternative for new technology based firms (NTBF), highlighting its main benefits and concerns. Then, different public approaches trying to foster venture capital as a tool to support the emergence and consolidation of NTBF are presented. After this analysis, we conclude with some recommendations for designing and implementing a suitable alternative lead by the public sector in order to boost venture capital in Spain.

Key words: seed-capital, start-up, venture capital, technology based firm, financing.

JEL classification: G24, G28, M13.

I. INTRODUCCIÓN

UNA de las principales causas que se señalan en la literatura como freno a la creación y arranque de empresas de base tecnológica es la falta de financiación. Algunos de los problemas subyacentes que se señalan son: 1) la carencia de experiencia empresarial y/o comercial; 2) el tipo de producto ofertado, típicamente nuevo, y 3) la falta de avales, lo que se agrava por el tipo de activos que normalmente tienen estas empresas, donde los intangibles dominan claramente (Storey y Tether, 1998).

Esta dificultad se ve acentuada por la crisis económica y financiera actual, que ha provocado una fuerte restricción del crédito y el capital para las empresas. Esta limitación parece haber afectado especialmente a las pequeñas y medianas empresas (PYME) y, más en concreto, a las de reciente creación y de fuerte contenido tecnológico. Cuando se produce una caída del PIB, las fuentes de financiación empresarial se reducen sensiblemente, apreciándose que el capital riesgo, en todas sus etapas de inversión, es la forma de financiación más pro-cíclica de todas, seguida del *factoring*, el *leasing* y, finalmente, el crédito bancario (Ruis *et al.*, 2009).

Las inversiones realizadas por el *venture capital* (denominación que recibe el capital riesgo cuando centra su actividad en etapas tempranas) suelen asociarse a empresas de base tecnológica, lo que responde a la realidad, ya que, en el caso del Reino Unido, incluso los fondos generalistas (aquellos que no están especializados en un área tecnológica concreta) muestran con el paso del tiempo una mayor presencia de empresas tecnológicas en sus carteras (Lockett *et al.*, 2002). Esta apuesta por la tecnología también se hace patente en el caso español, pues, analizando el volumen de fondos invertido, se aprecia que los destinados a empresas tecnológicas han pasado del 15 por 100 en 2004 al 34 en 2009 y, por número de operaciones, crecieron desde el 25 por 100 en 2004 al 57 en 2009 según datos facilitados por la Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI).

Si analizamos lo sucedido en España, a pesar del progreso alcanzado en el ámbito de la creación de empresas y el capital riesgo a lo largo de la última década, este colectivo de compañías y esta forma de financiación continúan siendo muy vulnerables a los *shocks* económicos y financieros. De hecho, en 2009 se produjo una fuerte caída de la actividad emprendedora, se incrementó la aversión al riesgo (GEM, 2010) y se redujo extraordinariamente la inversión en capital riesgo, experimentando un decrecimiento del 47 por 100 respecto a 2008 según datos de la Asocia-

ción Española de Entidades de Capital Riesgo.

Por otro lado, también se puede observar cómo en los últimos años el perfil del inversor en empresas tecnológicas jóvenes se ha ido modificando, ganando presencia el sector público y los inversores informales, mientras que las entidades de capital riesgo privadas se han desplazado hacia etapas de inversión más avanzadas, como el capital desarrollo o las adquisiciones apalancadas, en las que las empresas participadas son más maduras y los volúmenes de inversión por operación, mayores (Pierrakis y Mason, 2008).

Una de las posibles razones de lo anterior han sido las bajas rentabilidades alcanzadas por los inversores de *venture capital*, lo que ha reducido el interés de los inversores institucionales a escala global, y no sólo en Europa o España. Según la propia asociación europea de capital riesgo (EVCA), los inversores institucionales privados están abandonando el mercado del capital riesgo, precisamente en el momento en el que es más necesaria su presencia.

Tanto la evolución en el pasado cercano como el periodo de profunda crisis en que nos encontramos inmersos en la actualidad parecen indicar que es un momento especialmente propicio para reflexionar sobre el papel del sector público como dinamizador de este segmento de inversión, fuente de financiación que puede facilitar la creación y posterior supervivencia de nuevas empresas de base tecnológica (NEBT). De hecho, la necesidad de que el sector público apoye el *venture capital* ya se ha abordado anteriormente en la literatura, señalando como principales objetivos el crecimiento del sector y su consolidación, al facilitar que sus operadores alcancen una mayor madurez (Bottazzi y Da Rin, 2002b).

Para ello, este artículo abordará en su apartado II cuestiones como los cambios producidos en el entorno, que han supuesto un incremento de las barreras a la inversión privada, la importancia de apoyar la I+D empresarial como fuente de innovaciones, la necesidad de promover el espíritu emprendedor y las dificultades asociadas al *venture capital*, prestando especial atención a su idoneidad como fuente de financiación de NEBT. En el apartado III, se analiza el papel que ha desempeñado históricamente el sector público en diferentes países como precursor del *venture capital*. En el IV, se busca la aproximación idónea que debería tener una herramienta pública que pudiera lanzarse a escala nacional, para lo que se analizan algunas de las alternativas que se han implementado desde el sector público en diferentes países con el objetivo de favorecer este tipo de inversiones. Por último, en el apartado V se ofrecen las principales conclusiones y se detallan las recomendaciones para el diseño e implantación, desde el sector público, de una iniciativa que impulse este tipo de financiación empresarial en España.

II. *VENTURE CAPITAL* Y NUEVAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Es bien conocido que el acceso a *venture capital* no sólo asegura recursos financieros a la empresa que capta capital, sino que le confiere otras ventajas, como el apoyo en la gestión del nuevo accionista y el acceso a una red de contactos más amplia (Amit *et al.*, 1998).

Dentro de las inversiones en primeras etapas, se puede distinguir entre *venture capital* corporativo y tradicional. El primero de ellos se caracteriza porque las inversiones se realizan por parte de una corporación no financiera en jóvenes empresas, y se diferencia del tradicional en varios aspectos que destacan Gompers y Lerner (2000). En concreto, una de las motivaciones que tiene el *venture capital* corporativo para acometer la inversión no es tan sólo el potencial beneficio financiero que podría obtener, sino que también se persiguen beneficios estratégicos; por ejemplo, acceso a nuevas tecnologías y/o mercados o la posibilidad de alcanzar alianzas estratégicas, algo que se tiene muy en cuenta en el momento de la evaluación de la inversión y para lo que se cuenta con personal cualificado que conoce bien las tecnologías de su sector y los mercados a los que puede dirigirse. De hecho, como muestran Yost y Deblin (1993), la mayoría de los operadores corporativos de *venture capital* surgen en un intento de explotar los beneficios estratégicos, lo que se confirma en el informe publicado por Ernst&Young en 2002. Al hablar de *venture capital* a partir de ahora, se tratará principalmente de su vertiente tradicional.

1. Inversores especializados

Los socios que entran en la empresa a través de participaciones tomadas por entidades de *capital riesgo* (no sólo *venture capital*) son inversores especializados en este tipo de operaciones, lo que implica que tendrán experiencia previa en el negocio y conocimiento de la tecnología, aportando valor a la empresa invertida más allá del generado a través de la financiación (Botazzi *et al.*, 2004).

Además de esta especialización, y como consecuencia de ella,

es bastante habitual que los operadores de *venture capital* se centren en una industria o área tecnológica concreta (Gompers, 1995; Amit *et al.*, 1998; Bottazzi y da Rin, 2002a). En este sentido, entre las entidades de *venture capital* que operan en España se percibe una necesidad de especialización tecnológica que en los últimos años parece ir tomando forma, aunque aún queda un cierto camino por recorrer. Este problema también está presente en Europa, aunque de modo más atenuado.

Por otro lado, hoy en día la especialización parece ser más necesaria que nunca para los inversores de capital riesgo, dada la sofisticación tecnológica alcanzada por las nuevas empresas y las peculiaridades de sus mercados. De hecho, la curva de aprendizaje ha pasado a ser más inclinada que hace unos años debido a: 1) la complejidad técnica de los proyectos en los que invierten; 2) el incremento de los requerimientos administrativos exigidos por las autoridades de supervisión y regulación; 3) el aumento de la carga legal asociada a las inversiones, y 4) la necesidad de establecer redes internacionales de contactos con objeto de facilitar las co-inversiones y las posteriores salidas.

Gracias a su especialización sectorial, los inversores pueden ayudar a predecir futuras tendencias y necesidades del mercado (Amit *et al.*, 1998). Una consecuencia inmediata es su capacidad para evaluar los planes de negocio de las empresas que buscan capital. De este modo, éstas consiguen un doble objetivo: por un lado, el nuevo socio aporta capacidad de gestión y analítica, así como una tupida red de contactos dentro de la industria en que desarrolla su labor; por otro, se mitiga de modo significativo el problema de riesgo moral y el de selección adversa que habitualmente se presentan cuando las empresas tecnológicas, en sus primeras etapas, están inmersas en la búsqueda de financiación. Este aspecto es crucial, ya que el problema de riesgo moral provoca que, en ocasiones, empresas con capacidad para generar valor no consigan financiación por no hallar inversores con posibilidades de comprender su proyecto.

Además, las empresas participadas que están en sus primeras fases de vida suelen carecer de equipos directivos sólidos y con experiencia (Storey y Tether, 1998), lo que permite obtener mayores beneficios al incorporar al inversor en la gestión de la empresa.

De hecho, el operador de *venture capital* es capaz de detectar las carencias críticas que un plan de negocio pudiera tener y las necesidades de personal derivadas de aquéllas. En ocasiones, una de las labores que desarrolla durante los primeros meses consiste en la búsqueda de recursos humanos que puedan completar y equilibrar el equipo empresarial de modo satisfactorio, lo que confiere solidez a la empresa. Por poner un ejemplo: en el caso de los operadores europeos, Bottazzi *et al.* (2004) encuentran que en cerca del 50 por 100 de las empresas participadas se incorpora un gestor con experiencia a la empresa tras la toma de participación del operador de *venture capital*.

Los costes de gestión de la cartera de participadas y el tiempo que absorben éstas a los gestores del fondo o sociedad de *venture capital* son incluso más elevados en las inversiones en primeras etapas que en las de fases más avanzadas, como es el caso de las operaciones apalancadas (1). Los costes de evaluación y análisis (financiero, legal, laboral, tecnológico, etc.) de una empresa en la que se quiere invertir son, en general, altos, por lo que resultan más fáciles de absorber cuando la inversión es grande, ya que serán menores proporcionalmente que cuando se trata de inversiones semilla de algunos cientos de miles de euros o incluso decenas de miles de euros.

Todo ello hace pensar que el interés que, sin duda, podrían tener los inversores institucionales en invertir en nuevas y dinámicas empresas tecnológicas se disipa por la escasa dimensión de este segmento del mercado del capital riesgo y por los costes asociados al establecimiento de equipos especializados en sus organizaciones.

Sin embargo, la falta de masa crítica en primeras etapas de inversión de que adolece Europa, y España en particular, no ha dado lugar a la aparición de vehículos que combatieran esta dificultad, con la excepción de algunos fondos de fondos que sí han conseguido aglutinar recursos de inversores de distinta naturaleza y alcanzar una dimensión más acorde con el tamaño que cabría esperar.

Entre los problemas que atenazan al mercado del capital riesgo para empresas jóvenes en Europa habría que destacar, por su relevancia, los siguientes: excesiva fragmentación del mercado, escasa transnacionalidad de las inversiones y falta de presencia de grandes inversores institucionales (fondos de pensiones, compañías de seguros, etc.). Esta última dificultad viene derivada del pequeño tamaño de este mercado, cuya escasa masa crítica, aparentemente, no justifica una dedicación específica de recursos humanos y financieros por parte de aquéllos a esta actividad.

A estos problemas debemos añadir el hecho de que las barre-

ras de entrada a los subsectores que comprenden las operaciones que podríamos englobar dentro del *venture capital* (capital semilla, arranque y primer desarrollo) están aumentando, tanto por el mayor nivel de aversión al riesgo que existe actualmente como por la necesidad de especialización que requieren este tipo de inversiones. Esta problemática puede ser atenuada con acciones promovidas desde el sector público, cuestión en la que se profundizará más adelante.

2. Emprendedores, inversión en I+D+i y capital riesgo

El capital riesgo, el grado de actividad emprendedora y el nivel de inversión en I+D e innovación son tres elementos de un mismo conjunto que, aunque puedan requerir políticas de apoyo específicas y diferentes enfoques, están íntimamente relacionados. Generalmente, una sociedad muy emprendedora tiende a ser innovadora; sin embargo, un país con un fuerte gasto en I+D y una economía muy tecnificada no tiene por qué ser muy emprendedor, como lo demuestra el caso de Japón. Este país presenta las cifras más bajas de actitud emprendedora si las comparamos con las del resto de las diecinueve economías más innovadoras del mundo. De hecho, según el estudio GEM publicado en 2010, las oportunidades y capacidades percibidas para ser empresario, así como el número de adultos que considera que la carrera de emprendedor es una buena elección, son en Japón más bajos que en el resto de los países del grupo.

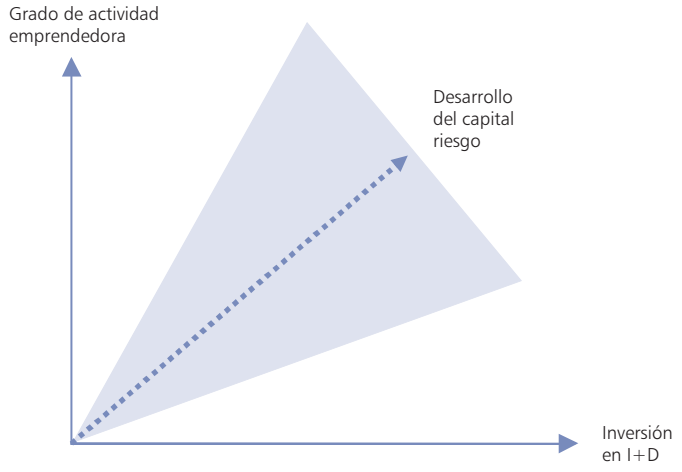
Lo que sí parece que puede afirmarse es que el capital riesgo sigue a la innovación, y no al revés, sobre todo cuando ésta va acompañada de una buena dosis de espíritu emprendedor (gráfico 1). Esta idea estaría en línea con la observación empírica para el mercado de *venture capital* americano, que parece indicar que es la demanda de fondos, y no la oferta, la que está limitando el crecimiento del sector (Gompers y Lerner, 1998).

Un ejemplo de ello sería la experiencia de Israel. A comienzos de la década de los noventa del pasado siglo, la población de este país se incrementó en un 7,6 por 100 al recibir un flujo muy importante de inmigrantes, que se cifró en cerca de 63.000 personas al año. Lo que caracterizó esta inmigración fue su alto componente de capital intelectual, dado que, según estimaron autores como Eckstein y Weiss (2002), las personas que llegaron en esos años tenían un nivel de formación muy alto, de 14,5 años de media, muchos de lo cuales eran ingenieros que habían desarrollado en sus países de origen funciones directivas o de investigación. Fue así como, a comienzos de los años noventa se produce en Israel un fuerte incremento en la demanda de fondos como consecuencia de la eclosión de nuevas empresas de base tecnológica, que se constituyen al calor de esa efervescencia intelectual y emprendedora.

Sin embargo, la oferta de fondos privados por parte de las entidades de capital riesgo locales era escasa. Es ese contexto en el que el Gobierno de Israel puso en marcha el programa Yozma, con una oferta de capital temporal pero eficaz. A través de fondos mixtos (híbridos), la iniciativa del Gobierno permitió el despegue de una industria del capital riesgo autónoma, capaz de atraer financiación privada local y, sobre todo, extranjera gracias al empuje innovador de un importante colectivo de emprendedores (Carpentier y Suret, 2006).

También se puede afirmar que la creación de empresas no va necesariamente asociada a la innovación, que existen fuentes de financiación alternativas al capital riesgo para las compañías recién creadas

GRÁFICO 1
REQUISITOS PARA EL DESARROLLO DEL CAPITAL RIESGO



y que sólo una minoría de empresas consigue acceder a financiarse a través de capital riesgo.

Respecto a la primera de las afirmaciones anteriores, en España fueron creadas 79.617 empresas en 2009 (2); buena parte de ellas pertenecen a sectores que tradicionalmente no han sido innovadores o lo han sido en escasa medida, como por ejemplo el inmobiliario, la construcción, la hostelería, la agricultura o el pequeño comercio. Es decir, se crean empresas, pero un número reducido de ellas se podrían clasificar como innovadoras.

Por otro lado, resulta evidente que existen fuentes de financiación alternativas al capital riesgo, como los créditos bancarios, el *leasing*, los inversores informales, los familiares y amigos y las ayudas públicas en forma de crédito, ayudas reembolsables o subvenciones. Sin embargo, a diferencia de los anteriores, el capital riesgo transfiere parte de la propiedad y, por tanto, del riesgo, de los emprendedores a los inversores, lo que alienta que éstos apoyen a, e intervengan en, la gestión de las empresas en las que participan.

Por último, el capital riesgo es muy selectivo, dado que es una forma de financiación costosa y arriesgada en la que el número de éxitos, medido como el número de empresas en las que las entidades de capital riesgo (3) desinvierten con altas plusvalías, es muy pequeño.

El exigente proceso de selección provoca que tan sólo unas 3.000 empresas americanas consigan capital riesgo cada año (3.808 en 2008 y 2.795 en 2009), mientras que se crean una media de 650.000 anualmente (4). En España, en el último lustro, se han creado de media más de 100.000 empresas al año; sin embargo, anualmente sólo unas 700 conseguían financiación a través de capital riesgo. Este grupo de elegidas suele coincidir con el de las empresas más innovadoras y con mayores perspectivas de crecimiento.

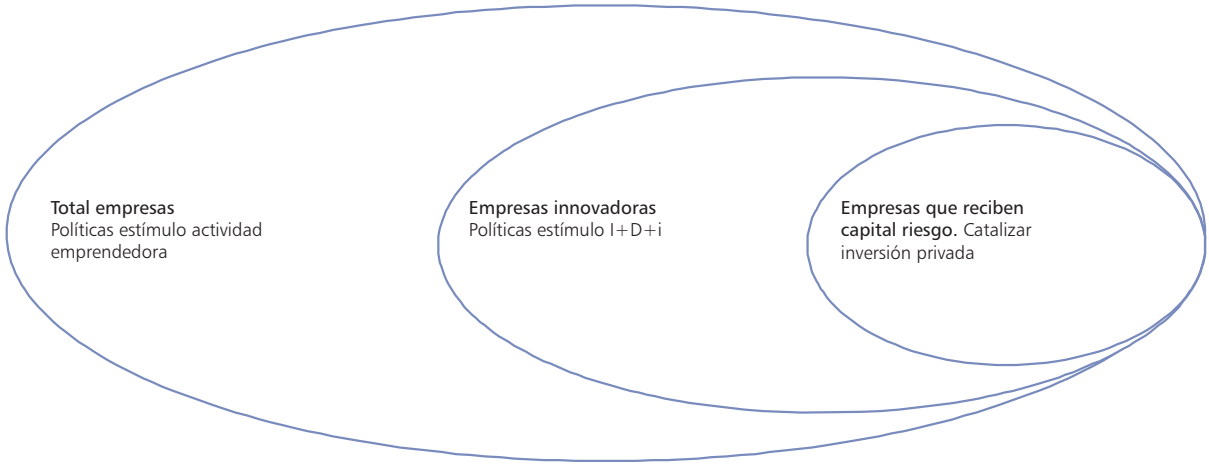
Por tanto, impulsando las medidas de apoyo a la I+D y la innovación, así como estimulando el espíritu emprendedor, se genera el entorno propicio que atraerá inversión privada para financiar proyectos empresariales a largo plazo (gráfico 2), aun cuando pueda ser necesario el lanzamiento de medidas políticas que sirvan para desencadenar el proceso. Más tarde se analizará qué posibles medidas de apoyo al capital riesgo se podrían poner en marcha para el caso de España.

3. Necesidad de alcanzar masa crítica

El tamaño importa en el sector del capital riesgo. En general, los fondos especializados en etapas tempranas (semilla y arranque) con una dimensión inferior a los 20 millones de euros generan pobres retornos sobre la inversión y estos inversores enfrentan las siguientes dificultades:

— Su principal problema estriba en su poca capacidad para

GRÁFICO 2
ACCIONES DEL SECTOR PÚBLICO FAVORECIENDO EL ENTORNO



financiar rondas posteriores (*follow–on investments*) en las empresas de éxito, lo que debilita extraordinariamente su posición en las ampliaciones de capital, al diluir su participación. Esto se traduce en la imposibilidad de apropiarse de los beneficios en caso de éxito, lo que, a su vez, impide equilibrar debidamente las pérdidas sufridas en los fracasos.

— También se enfrentan a dificultades al tratar de diversificar el riesgo, dado que su cartera de proyectos es reducida, con un número de empresas invertidas que en ocasiones se limita a cinco o seis. La coinversión, ya sea con otras entidades de capital riesgo, inversores informales o con el sector público, puede paliar esta deficiencia al conseguir ampliar el número de compañías en cartera (Manigart *et al.*, 2006). De hecho, Gottschalg y Gerasymenko (2008) encuentran un mejor desempeño para los fondos que presentan una mayor proporción de operaciones en las que coinvierten con otro operador, así como para aquellos que, invirtiendo en etapas tempranas, sindican sus operaciones en las rondas tardías de financiación.

— Los fondos pequeños son penalizados por sus costes fijos de gestión, lo que puede provocar situaciones en las que un fondo agote su capital en menos de cinco años sin ni siquiera haber efectuado inversiones. Los pequeños fondos cuentan además con una desventaja adicional en este sentido, al especializarse en inversiones en empresas de reciente creación que demandan mucho asesoramiento y mucha dedicación durante un periodo de tiempo prolongado, a veces varios años, antes de alcanzar un tamaño que las haga atractivas en el mercado.

— Por último, los operadores que gestionan fondos pequeños ven cómo sus recursos desaparecen rápidamente, lo que les obliga a iniciar el levantamiento de nuevos fondos aun cuando los anteriores no hayan sido desembolsados en tu totalidad. Esto les permite asegurar la continuidad de su trabajo, pero requiere unos recursos y esfuerzos que, de otro modo, podrían dedicarse a la gestión de la cartera y/o la búsqueda de nuevos proyectos.

Además, si una misma entidad de capital riesgo se hiciera cargo de atender las sucesivas rondas de financiación de la empresa, bien a través de sus propios fondos o recurriendo a la coinversión con terceros, el emprendedor tendría más libertad para focalizar sus esfuerzos en el crecimiento de la empresa. En caso contrario, la empresa necesitará encontrar nuevos inversores, los emprendedores tendrán que identificar nuevos financiadores, preparar toda la documentación asociada a la puesta en marcha de una nueva ronda de financiación, negociar la ampliación de capital, orientar la empresa hacia una futura salida del potencial inversor, etc. Todo ello tiene un alto coste de oportunidad para los emprendedores, que se verán obligados a detraer recursos del día a día de la empresa para poder atender estas necesidades.

III. EL SECTOR PÚBLICO: PRIMER INVERSOR HISTÓRICO DE *VENTURE CAPITAL*

El sector público ha jugado un papel muy importante en la puesta en marcha de esta forma de financiación de empresas no cotizadas en los países que hoy pueden considerarse como referentes internacionales en capital riesgo: Estados Unidos, Reino Unido e Israel. También ha sido así en España, y lo está siendo en otros países como Nueva Zelanda.

En EE.UU., el capital riesgo nació en 1946 como una nueva industria que entendía que la investigación y el desarrollo tecnológicos en manos de un buen equipo de gestores profesionales podría generar crecimiento económico y, a la vez, ofrecer plusvalías a los inversores. Surge así American Research and Development Corporation (ARD) gracias al empuje de personas como Ralph Flanders, máximo responsable en Boston de la Reserva Federal; Georges Doriot, profesor en la Harvard Business School; Kart Compton, Presidente del MIT, y Merrill Griswold, presidente de uno de los más importantes fondos de inversión. El objetivo de los fundadores iba mucho más allá de la simple creación de una firma de capital riesgo; ellos querían crear una industria de capital riesgo en EE.UU. (Hsu y Kenney, 2005). ARD enfatizó en sus comunicaciones que su objetivo era financiar y ayudar a las nuevas empresas con el objetivo último de generar «un incremento en el nivel de vida de los americanos». La rentabilidad financiera no era el objetivo primordial de ARD, aunque sí uno de ellos. Esta tensión entre los objetivos sociales en sentido amplio y la búsqueda de retornos financieros dominó a lo largo de las dos primeras décadas de vida de esta entidad (Lerner, 2009).

Algo parecido ocurrió en el Reino Unido tras la segunda guerra mundial. Fue entonces cuando se creó la ICFC (The Industrial and Commercial Finance Corporation) por el Banco de Inglaterra y algunos bancos comerciales británicos, con el objetivo de proveer financiación a largo plazo a pequeñas y medianas empresas (PYME). La idea fue lanzada por el Gobierno británico como respuesta a una necesidad no cubierta ni por los bancos, poco dispuestos

a financiar a las PYME, ni por el mercado de valores, cuyos clientes son empresas grandes y consolidadas. La ICFC evolucionó más tarde hasta convertirse en lo que hoy es 3i, una de las entidades de capital riesgo más relevantes a escala global.

En España, el capital riesgo nació de la mano de las sociedades para el desarrollo industrial, casi todas ellas participadas por el Instituto Nacional de Industria, creadas a lo largo de la década de los setenta y primeros años de los ochenta. La primera fue la Sociedad para el Desarrollo Industrial de Galicia (SODIGA), creada en 1972; posteriormente se constituyeron SODIAN (Andalucía), SODICAN (Canarias), SODIEX (Extremadura), SODICAMAN (Castilla-La Mancha), SODICAL (Castilla-León) y SODIAR (Aragón). Según datos en poder de WebCapitalRiesgo, hasta 1986, momento en el que España entra en la Comunidad Económica Europea, no empezaron a operar en España inversores internacionales, y sólo unos pocos años después fue cuando la mayoría de las entidades pasaron a estar participadas por capital privado.

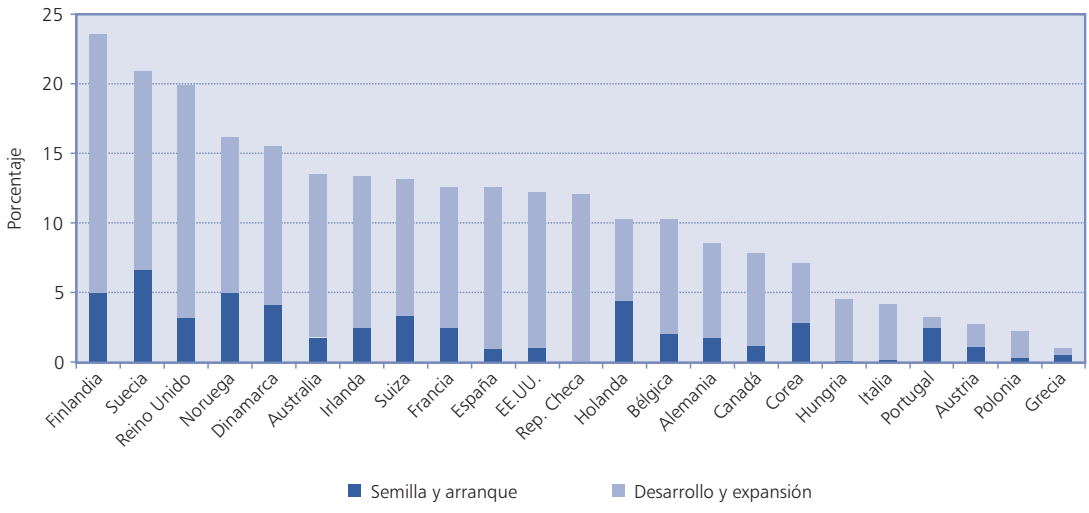
Por tanto, se puede entender que España, aunque a mucha distancia de los mercados más desarrollados como EE.UU. o Reino Unido, ha pasado ya por esa etapa inicial en la que no existe inversión privada y es el sector público el que asume el protagonismo, tal y como puede apreciarse al observar el gráfico 3.

Como muestra de ello, en la actualidad conviven en España tres tipos de inversores: 1) los privados, constituidos en entidades de capital riesgo; 2) los públicos, representados por entidades como AXIS (ICO), ENISA, CDTI (NEOTEC), Invercaria, Gestión de Capital Riesgo del País Vasco, SGECR, etc., y 3) los inversores informales, que han empezado a organizarse en los últimos años, habiendo sido, por lo general, un colectivo muy fragmentado, anónimo y poco activo. Estos operadores privados y públicos cubren un hueco de financiación empresarial que suele oscilar entre los 250.000 y los 2.000.000 €, pudiendo, en casos concretos y para alguno de los operadores, llegar a inversiones sensiblemente mayores.

En cuanto a los inversores públicos, sólo algunos de ellos realizan inversiones directas en el capital de las empresas, siendo más habitual utilizar los préstamos participativos o incluso los créditos blandos a modo de créditos semilla, que sólo tienen que ser reembolsados cuando la empresa genera flujos de caja positivos.

Respecto a los inversores informales, más conocidos por su terminología anglosajona, *business angels*, es un hecho que el papel que están jugando en otros países en la financiación de las nuevas empresas tecnológicas es cada vez más relevante. En el Reino Unido, en 2007, protagonizaron el 41 por 100 de todas las operaciones con

GRÁFICO 3
INVERSIÓN EN *VENTURE CAPITAL*, PORCENTAJE DEL PIB, 2008



Fuente: OECD Innovation Strategy (2010): "Measuring innovation: A new perspective".

participación privada en primeras etapas, cuando en 2001 sólo representaron el 16 por 100 (Pierrakis y Mason, 2008). Sin embargo, aunque en España su nivel de actividad está muy lejos del mostrado en el Reino Unido, todavía no se dispone de cifras oficiales y, por tanto, no se conoce su actividad real.

IV. EL PAPEL A DESEMPEÑAR POR EL SECTOR PÚBLICO

La actuación pública es esencial para cubrir el tramo de inversión no suficientemente atendido por el sector privado. El efecto provocado por la actual crisis financiera y económica en las empresas innovadoras creadas en los últimos años y en el capital riesgo ha sido muy perjudicial. Los fondos de capital riesgo actuales tienen poco dinero para invertir, se están centrando en sus carteras y el ritmo al que los nuevos fondos son levantados ha caído vertiginosamente. Sin embargo, la misión del sector público no debe ser sustituir a los inversores privados, sino atraerlos, complementarlos, servir de catalizador en el segmento de capital semilla, arranque y primera expansión.

Todo programa de ayudas debe asegurar un uso óptimo de los fondos públicos. Cada euro comprometido por una Administración debe de apalancar el máximo posible de fondos privados. Siguiendo el planteamiento realizado por Pierrakis y Westlake (2009) cualquier programa de ayuda público debe responder a las siguientes cuestiones:

— Si el gobierno debe invertir directa o indirectamente.

— Qué instrumento utilizar.

— Cómo apalancar fondos privados.

— Fondos públicos necesarios.

En las próximas líneas se analizan estos cuatro puntos para el caso español, añadiendo un quinto punto que analice el tipo de fondos que deberían ser el objetivo de la iniciativa.

1. Inversión pública indirecta

En primer lugar, habría que decidir si el sector público debería operar mediante inversión directa o indirecta. La inversión directa, a través de un fondo que fuera íntegramente público, requeriría la creación de una unidad especializada por parte del sector público o la utilización de las que ya existen; mientras que la opción de la inversión indirecta permitiría apoyarse en un intermediario, que sería el encargado de invertir los fondos. En este artículo también se considera inversión indirecta a la coinversión que el sector público realiza con entidades de capital riesgo privadas en operaciones sindicadas, ya que serán éstas las que lideren la gestión en este caso.

En general, el modelo de inversión directa requiere la creación de una nueva estructura organizativa o la adaptación de alguna entidad pública con funciones similares para que lleve a cabo esta nueva actuación. Esto podría ser apropiado si el país en cuestión carece de capital riesgo: entidades con experiencia, personal cualificado, agentes de apoyo (abogados especializados, etc.). Cuando el país cuenta con un sector de capital riesgo con cierta experiencia y mixto, como es el caso de España, lo aconsejable es intentar reforzar la presencia privada, movilizando ésta a través de estímulos públicos.

Además, la aproximación directa, si se quiere impulsar para cubrir una necesidad coyuntural como puede ser la fuerte caída de la inversión privada en la crisis actual, tiene varios problemas. Requiere mucho tiempo poner en marcha una organización específica con capacidad de llegada. De media, un director de inversiones requiere tres meses para completar una inversión. La *due diligence* absorbe bastante tiempo: es necesario consultar a técnicos especializados, hay que investigar el mercado, la tecnología, el equipo gestor, etc. Por tanto, se requieren entre cincuenta y cien directores de inversión para invertir 140 millones de euros en un año, suponiendo inversiones de 250.000-500.000 euros por operación, y de un plazo de tres meses para preparar cada una de ellas (Pierrakis y Westlake, 2009). Esto sería difícilmente alcanzable en las entidades anteriormente mencionadas.

Por otro lado, se plantea la cuestión de cómo atraer a personas cualificadas para estas funciones. Un gran fondo público de capital riesgo semilla y arranque tendría que contratar a un elevado número de especialistas que o bien son profesionales con experiencia que en la actualidad están trabajando en el sector privado de inversión, lo que iría contra el objetivo de reforzar la actividad privada en este sector, dado que provocaría un efecto sustitución, o bien son titulados con escasa experiencia, que probablemente llevarían a cabo inversiones de menor calidad.

Se debería optar, por tanto, por la inversión indirecta por parte del sector público, como podría ser la puesta en marcha de un fondo de fondos o un mecanismo de inversión equivalente que invirtiera en entidades de capital riesgo privadas y movilizara la mayor cantidad de fondos privados posible. Esto

no excluye la posibilidad de que el fondo de fondos invierta también en empresas, exigiendo en ese caso la presencia de accionistas privados que acompañen a los públicos y que la participación en la empresa tecnológica se lleve a cabo en forma de coinversión, acompañando *pari-passu* a otras entidades de capital riesgo privadas a través de operaciones en las que éstas lideren la operación.

2. Instrumento: fondo de fondos

El instrumento a utilizar por parte del sector público puede escogerse basándose en una doble perspectiva. Por un lado, interesa que la capacidad de arrastre sobre los inversores privados se maximice, evitando la sustitución de fondos privados por públicos, es decir, debe buscarse tanta *adicionalidad* como sea posible. Por otro lado, es evidente que la herramienta que se ponga en marcha debe suponer, de alguna manera, una ventaja para el inversor privado, lo que evidentemente está en consonancia con el punto anterior.

Una iniciativa que cumple con ambas premisas sería la de un fondo de fondos. En este epígrafe se defiende esta alternativa con diversos argumentos, presentando diversos fondos de este corte que se han puesto en marcha en algunos países para poder, en el siguiente epígrafe, reflexionar sobre el modo en que se puede tratar de maximizar el apalancamiento de fondos privados a través de la misma.

2.1. *Ventajas del fondo de fondos*

Desde el punto de vista de las ventajas que se perciben por parte del inversor que acompaña al sector público en el fondo de fondos, se puede apreciar que:

— Permite diversificar mejor sus inversiones a los inversores pequeños, al aprovechar el mayor tamaño del fondo de fondos.

— Asimismo, la mayor dimensión del vehículo permite contratar buenos gestores y absorber gastos fijos.

— Los inversores institucionales internacionales pueden verse atraídos, al permitirles diversificar su riesgo a través de varios fondos, varios equipos gestores y un instrumento en el que pueden invertir cantidades mayores.

Desde el punto de vista del sector público, presenta las siguientes ventajas:

— En la medida de lo posible, y si el sector privado está suficientemente desarrollado, como evidencia buena parte de la literatura económica y de los agentes involucrados en esta industria, el sector público no debería invertir en solitario (sin operadores privados) en el capital de las empresas (ésta es precisamente una de las demandas de la European Venture Capital Association).

— Evidentemente, el sector público podría imponer ciertas condiciones de mínimos, como por ejemplo el tipo de empresas objetivo, que serían de corte tecnológico. De este modo, permite promover simultáneamente dos ámbitos: el desarrollo de la industria de capital riesgo del país y el impulso a la creación y consolidación de empresas de base tecnológica; precisamente el objetivo que se buscaba inicialmente.

— El dinero público inicialmente comprometido permite catalizar la inversión privada, consiguiendo que cada euro público movilice más de un euro privado. Además, facilita el crecimiento del sector del capital riesgo sin distorsionarlo ni competir con los gestores privados ya existentes.

El fondo de fondos no es una herramienta novedosa; de hecho, ya ha sido implementado en un buen número de experiencias llevadas a cabo en varios países, entre las que cabe destacar, por su impacto o reflejo de diferentes realidades: *a)* el caso de Yozma en Israel; *b)* el británico UK Innovation Investment; *c)* el griego TANEO-New Economy Development Fund; *d)* el neozelandés Venture Investment Fund (NZVIF); *e)* el alemán ERP-EIF Dachfonds, y *f)* Neotec Capital Riesgo en España.

2.2. *Experiencias previas de fondos de fondos*

a) Yozma. Israel

Como se comentó anteriormente, el fondo de fondos Yozma (www.yozma.com) es uno de los más citados en la literatura que ha analizado la actuación pública de apoyo al capital riesgo. Esto se debe al éxito que tuvo en Israel, que fue consecuencia de un buen diseño y de un momento propicio por el empuje económico internacional y por el gran número de empresas innovadoras que surgieron en ese momento en Israel, que estaban sedientas de capital para crecer y expandirse internacionalmente.

El programa Yozma parte de la creación de un fondo público de 100 millones de dólares que tiene una doble misión: actuar como fondo de fondos, invirtiendo 80 millones de dólares en fondos privados, e invertir 20 millones de dólares directamente en empresas tecnológicas de reciente crea-

ción a través de un vehículo especialmente creado para ello. Se trataba, por un lado, de aumentar masiva y rápidamente la oferta de capital riesgo para atraer inversión privada y, por otro, de estructurar el sector. En poco tiempo, el programa consiguió crear una decena de fondos mixtos, privados con una participación importante pero minoritarios de dinero público, que llegaron a gestionar 250 millones de dólares unos años después (gráfico 4).

La presencia pública estaba concebida bajo dos premisas que aumentaron el atractivo de este programa para los inversores privados. Por un lado, cada fondo tenía una opción de compra de la participación pública válida por un periodo de cinco años, retribuyendo al capital público con una rentabilidad que oscilaba entre el 5 y el 7 por 100 anual. Así, en caso de éxito, el gestor privado del fondo podría desprenderse de la participación pública a un coste modesto. Por otro lado, desde la creación del fondo se establece que el Estado se retira de éste a los siete años. Estos dos mecanismos parece que dieron sus frutos dado que siete de los diez fondos participados por el Estado ejercieron su opción de compra antes de los cinco años.

b) Innovation Investment Fund. Reino Unido

El 29 de junio de 2009, el Primer Ministro británico anunció la creación del fondo UK Innovation Investment Fund, cuyo objetivo es el de invertir en empresas de base tecnológica con gran potencial de crecimiento. El Gobierno británico invertiría 150 millones de libras en uno o más fondos de fondos siempre y cuando en el primer cierre cada libra invertida por el sector público fuera acompañada por, al menos, otra libra del sector privado. Los fondos de fondos así creados deberían invertir en un pequeño número de fondos tecnológicos especializados con experiencia y buenos resultados en la inversión directa en empresas (gráfico 5).

El Gobierno británico confió a Capital for Enterprise (CfEL) la misión de seleccionar a los gestores de los fondos de fondos. CfEL es una entidad especializada en la gestión de activos que diseña, implanta y gestiona instrumentos financieros de ayuda a las PYME del Reino Unido y pertenece al Ministerio de la Empresa y la Innovación británico.

Recientemente, CfEL ha seleccionado a Hermes Private Equity y al Fondo Europeo de Inversio-

GRÁFICO 4
YOZMA (ISRAEL)

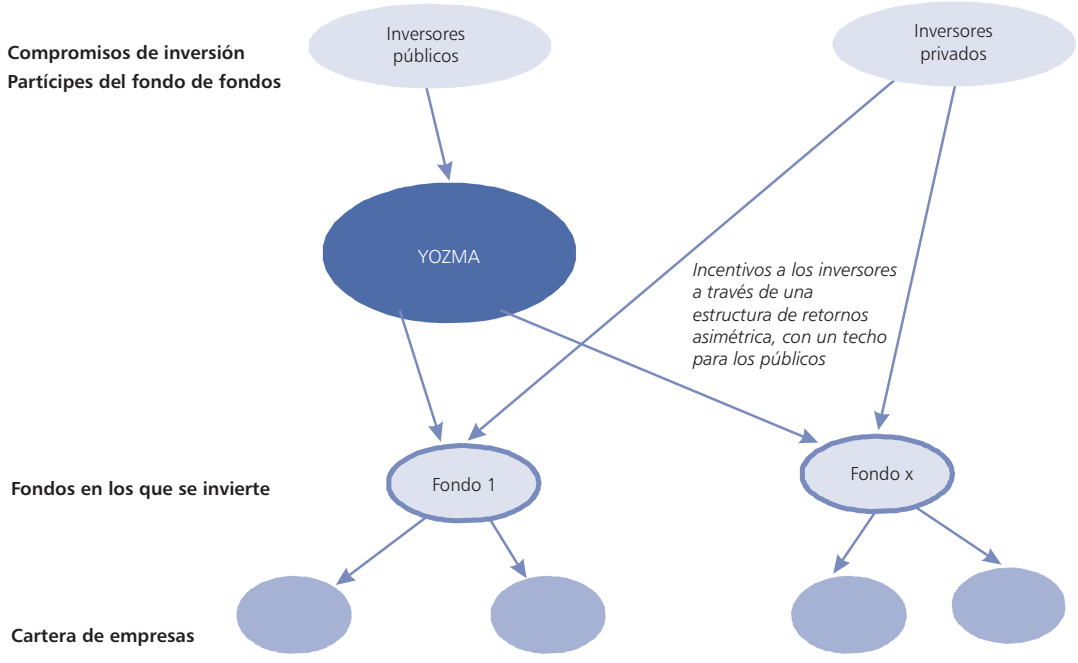
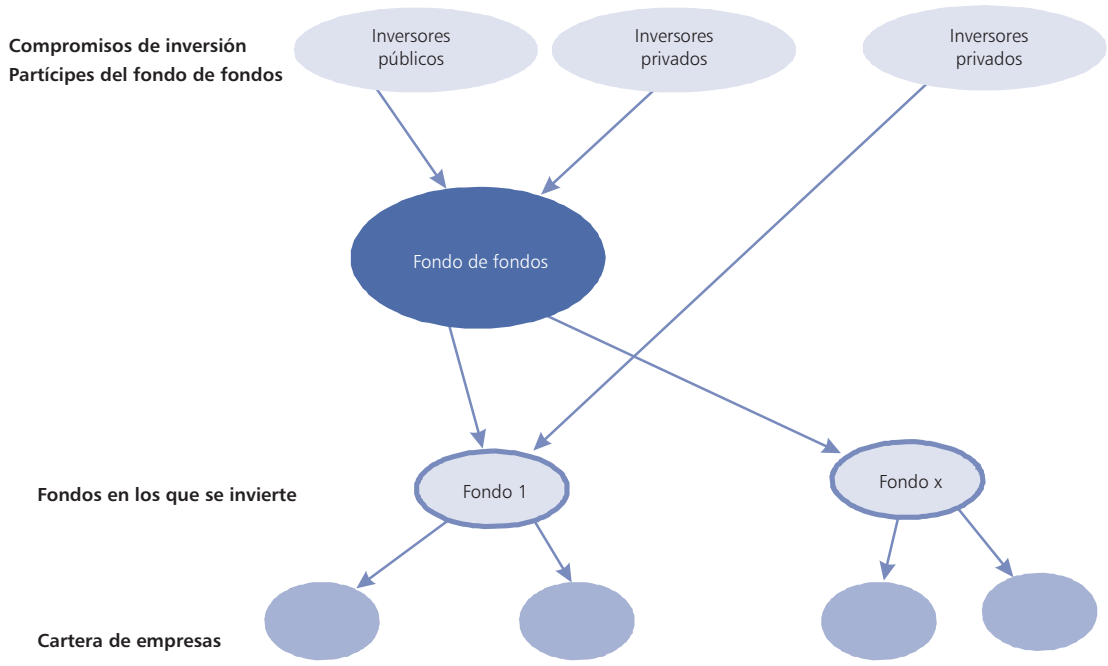


GRÁFICO 5
REINO UNIDO, INNOVATION INVESTMENT FUND



nes para gestionar, respectivamente, un fondo de 125 millones de libras (de los cuales 50 son públicos) especializado en tecnologías limpias, y otro de 200 millones de libras (100 de ellos públicos) especializado en tecnologías de la información y las comunicaciones. Estos fondos de fondos tienen la estructura que figura en el gráfico 5.

c) TANEO New Economy Development Fund. Grecia

TANEO New Economy Development Fund (www.taneo.gr) es un fondo de fondos promovido por el Gobierno griego que fue creado en 2001, aunque sus primeras inversiones fueron realizadas en 2003. Su principal diferencia con respecto a otros vehículos de inversión de similares características en Europa estriba en que los inversores son titulares de bonos con garantía del Estado griego contra posibles caídas en los retornos sobre la inversión. TANEO ha invertido hasta la fecha en un total de once fondos de todo tipo: generalistas, especializados, tecnológicos, sectoriales. El fondo más pequeño es de 15 millones de euros y el mayor de 40. La participación más habitual de TANEO en cada fondo es del 49,9 por 100 (gráfico 6).

d) New Zealand Venture Investment Fund (NZVIF). Nueva Zelanda

Este programa (www.nzvif.com), que fue puesto en marcha en 2002 por el Gobierno de Nueva Zelanda, está constituido por un fondo de fondos y por un fondo para realizar co-inversiones semilla. Previamente a esa fecha no existía una industria de capital riesgo centrada en empresas jóvenes e innovadoras en aquel país. Por tanto, el programa NZVIF ha contribuido a crear una red de especialistas en torno al capital riesgo que anteriormente no existía en Nueva Zelanda.

NZVIF gestiona 200 millones de dólares neozelandeses (111 millones de euros), de los que 160 (89) corresponden al fondo de fondos y 40 (22) al fondo de co-inversión. Las inversiones en empresas de este programa se realizan a través de fondos privados, en los que invierte el fondo de fondos, o a través de inversores informales (*business angels*) que invierten en empresas neozelandesas con alto potencial de crecimiento de modo sindicado con NZVIF (gráfico 7). NZVIF sólo invierte en fondos que han sido capaces de levantar al menos tanto dinero privado como el público comprometido. La cantidad invertida máxima por fondo es de 25 millones de dólares neozelandeses (14 millones de euros) en las mismas condiciones que la parte pri-

GRÁFICO 6
GRECIA, TANEO - NEW ECONOMY DEVELOPMENT

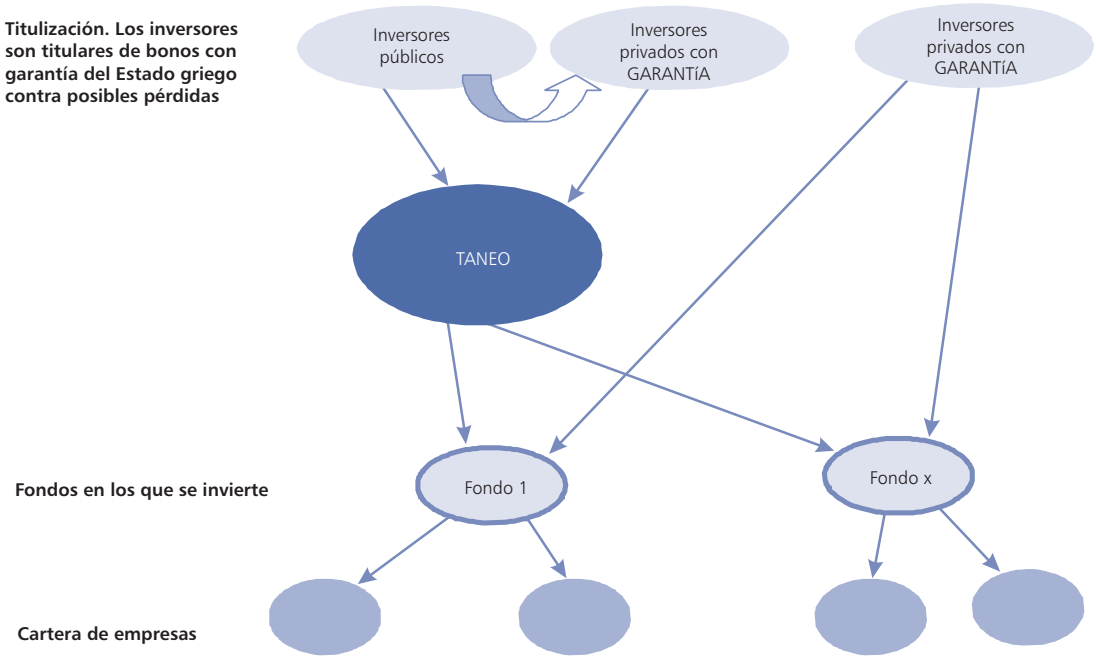
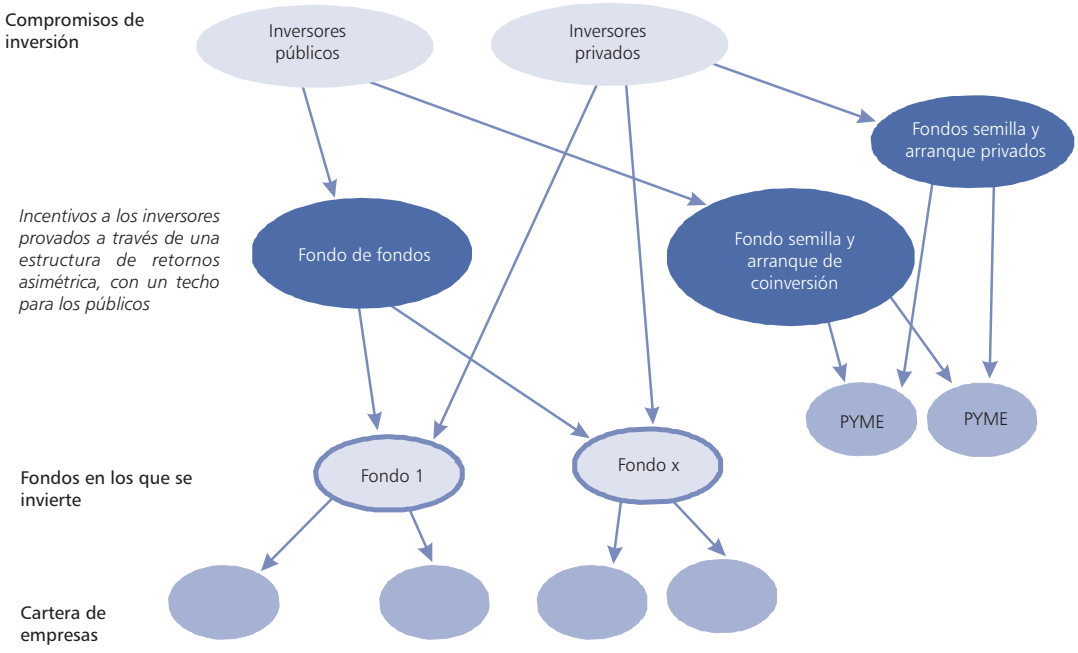


GRÁFICO 7
NEW ZEALAND VENTURE INVESTMENT FUND (NZVIF)



vada, con la diferencia de que existe una opción de compra sobre la participación de NZVIF, pagando sólo el principal más un tipo de interés pactado al inicio, que se puede ejercer hasta el quinto año. Además, NZVIF participa en los órganos de gobierno de los fondos subyacentes en los que invierte en las mismas condiciones y con los mismos derechos de voto que los inversores privados.

Hasta la fecha, NZVIF ha apoyado la creación de seis nuevos fondos, cinco de ellos activos. Cerca de 130 millones de euros (públicos y privados) ya han sido invertidos en cuarenta y ocho empresas innovadoras de rápido crecimiento.

El fondo de co-inversión, que toma participaciones directas, va dirigido a empresas que se encuentran en las primeras etapas de vida. Creado en 2005, acompaña *pari passu* a otros fondos semilla y arranque en operaciones conjuntas. Hasta el momento ha co-invertido 11,7 millones de euros en veintiséis empresas conjuntamente con nueve fondos especializados en primeras etapas.

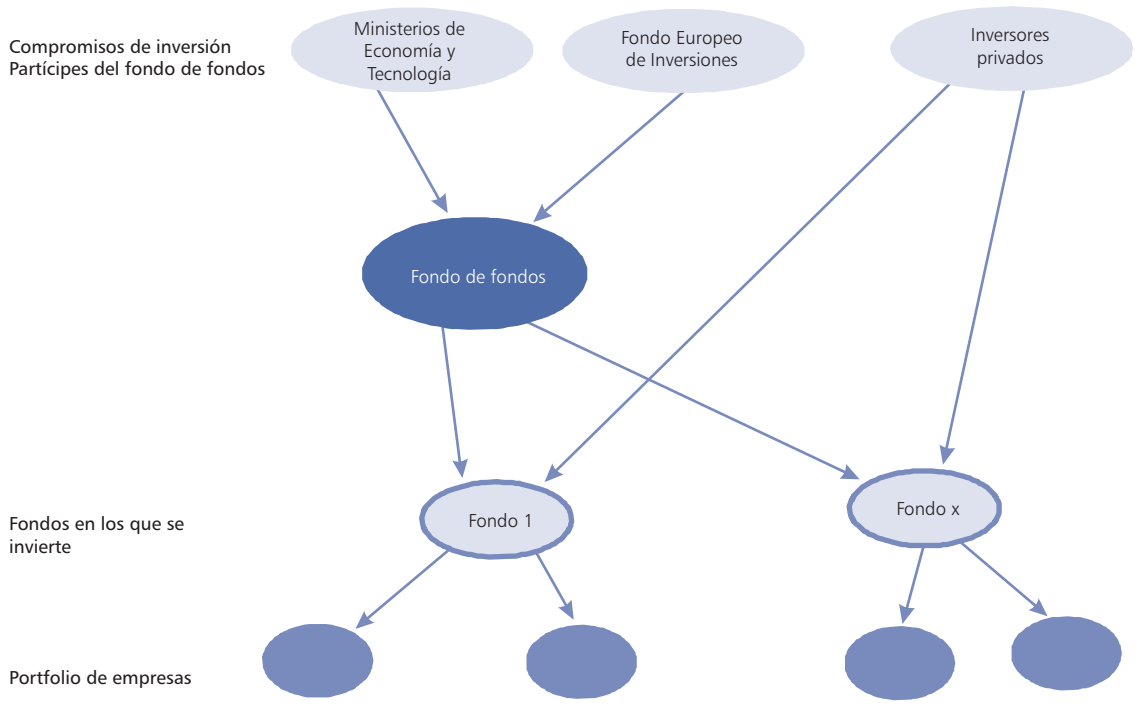
El último compromiso de NZVIF ha sido de 11 millones de euros en un fondo anejo creado para apoyar a compañías ya participadas por entidades de capital riesgo y que necesitan un incremento de capital (inversiones *follow-on*) para afrontar su crecimiento (expansión internacional, etcétera).

e) ERP-EIF Dachfonds

El gobierno federal alemán, a través del Ministerio de Economía y Tecnología (BMWi), creó en 2004 un fondo de fondos de 500 millones de euros que a mayo de 2010 había invertido en dieciséis fondos de capital riesgo con estrategias de inversión centradas en empresas tecnológicas e innovadoras alemanas. Más del 90 por 100 de los 500 millones ya han sido comprometidos, movilizando 1.600 millones de euros de capital mayoritariamente privado (gráfico 8).

La gestión de este programa fue cedida al Fondo Europeo de Inversiones (FEI), quien lleva a cabo esta tarea a través de un equipo ad hoc situado en Luxemburgo. Los accionistas del fondo de fondos son, a partes iguales, el FEI y BMWi. Además de invertir en entidades de capital riesgo ya constituidas, ERP-EIF Dachfonds también invierte en equipos de gestores jóvenes que han creado su propio fondo por primera vez gracias al

GRÁFICO 8
ALEMANIA: ERP-EIF DACHFONDS



empuje de esta inicitiva. Así, de las dieciséis inversiones efectuadas, seis han sido de este tipo.

En mayo de 2010, BMWi y FEI han alcanzado un acuerdo para ampliar el compromiso de inversión mutuo por otros 250 millones de euros cada uno, lo que sitúa el total de fondos gestionados por este programa en 1.000 millones de euros. El periodo de inversión de los 500 milones de euros adicionales es de cinco años.

f) NEOTEC Capital Riesgo. España

El programa NEOTEC fue creado en 2006 con el doble objetivo de aumentar el capital disponible para las empresas tecnológicas españolas que están en sus primeras fases de vida y desarrollar el mercado del capital riesgo dirigido a este colectivo de PYME. El presupuesto total de esta iniciativa es de 183 millones de euros, que deberán ser invertidos en el periodo 2006-2010 (con posibilidad de prórroga anual hasta 2012), y cuyos participantes fueron el CDTI, el Fondo Europeo de Inversiones y algunas de las principales empresas españolas.

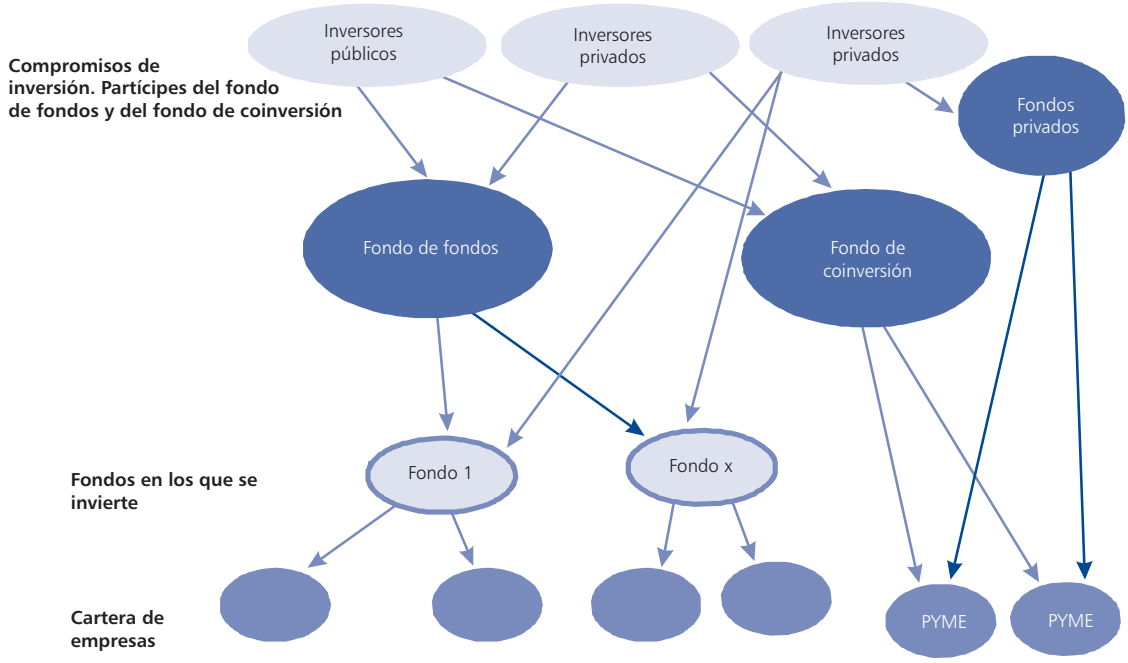
Este programa se estructuró en torno a dos vehículos de inversión que tomaron la forma legal de sociedades de capital riesgo. La primera invierte en fondos privados que tienen por objeto tomar participaciones en el capital de empresas tecnológicas (Neotec Capital Riesgo Sociedad de Fondos S.A.), mientras que la segunda co-invierte con otros fondos, también en empresas tecnológicas, pero proyecto a proyecto (Coinversión Neotec S.A., SCR2). La co-inversión se ideó, principal pero no únicamente, para dar entrada al capital extranjero en empresas españolas y para que los inversores institucionales internacionales incluyeran a España en sus mapas de inversión (gráfico 9).

La gestión administrativa de este programa y la realización de las evaluaciones de los fondos en los que invertir recae en el Fondo Europeo de Inversiones (FEI). Hasta la fecha, NEOTEC Capital Riesgo ha aprobado operaciones de inversión en nueve fondos con un compromiso de inversión de más de 120 millones de euros.

3. Cómo apalancar fondos privados

Ésta es una de las cuestiones clave en toda acción pública que busque un impulso sostenible a lo largo del tiempo. Para que un programa de apoyo al capital riesgo tenga éxito debe de atraer, no sus-

GRÁFICO 9
ESPAÑA, NEOTEC CAPITAL RIESGO



tituir, fondos privados que estén dispuestos a invertir en empresas innovadoras en sus primeras fases de vida. Para ello, debe maximizar la participación privada.

Si se quieren recuperar los niveles de inversión de años anteriores, se debería poner en marcha un programa de estímulo que permitiera al sector privado compartir el riesgo con el público, otorgando a aquél un atractivo adicional en forma de cesión, por parte del público, de las plusvalías que excedieran de la tasa de retorno preferente, equivalente a un tipo de interés que, en estos momentos, podría situarse en torno al 8 por 100. Así, en caso de éxito, los inversores privados se beneficiarían de las subidas que excedieran la rentabilidad mínima exigida a las inversiones de menos riesgo, mientras que en caso de fracaso éstas serían compartidas con el sector público. La estructura propuesta sigue la línea de las iniciativas puestas en marcha en Israel y Nueva Zelanda que se han presentado en el epígrafe anterior.

Para conferir rigor y profesionalidad al programa, algo absolutamente necesario para atraer al inversor privado, se seleccionaría a un equipo de profesionales para gestionar los fondos de fondos con experiencia contrastada en capital riesgo y, preferiblemente, en fondos de fondos. Independientemente de la naturaleza de los gestores finalmente seleccionados, las entidades públicas que comprometan sus fondos en este programa deberían ejercer un control y una supervisión de éstos a través de los comités de inversión y asesoramiento.

Los fondos levantados en periodos de escasez de dinero han obtenido históricamente rentabilidades superiores a las alcanzadas por los fondos que se constituyeron en momentos de bonanza económica y liquidez abundante (Kaplan y Lerner, 2009). De hecho, estos autores defienden la existencia de un ciclo recurrente en el que los buenos retornos provocan una mayor disponibilidad de capital, lo que disminuye la presión sobre los retornos, haciendo que éstos caigan, provocando así una huida de capitales hacia otras alternativas de inversión, lo que llevará de nuevo al sector a presentar rentabilidades atractivas.

Por otro lado, en el sector del capital riesgo empiezan a verse los primeros síntomas de recuperación de la confianza, en particular en Silicon Valley, como muestra la encuesta realizada por el profesor Mark Cannice (2009), de la Universidad de San Francisco, para el tercer trimestre de ese mismo año.

Por tanto, un impulso público en forma de inyección de una cantidad importante de dinero, nunca superior al 50 por 100 de los fondos que se intenta movilizar, puede ser clave a la hora de avanzar en esa recuperación de la confianza, necesaria en un sector muy castigado por la recesión. El hecho de tener la posibilidad de invertir con potenciales rentabilidades por encima de la tasa de retorno preferente capitalizadas en exclusiva por inversores privados puede suponer un buen incentivo. Máxime en un momento en el que, precisamente por las restricciones de liquidez imperantes, participar en un nuevo fondo mejora las probabilidades de obtener retornos por encima de la media histórica, tal y como observan Kaplan y Lerner (2009).

4. Volumen de fondos necesario

Evidentemente, la respuesta a esta pregunta depende del tipo de instrumento a implementar, así como del país en el que se pretende poner en marcha. Por ello, una vez analizada la herramienta que podría ser conveniente apoyar desde el sector público, se deben evaluar las necesidades de fondos para que el *venture capital* pueda lograr el objetivo de ser una alternativa real de inversión para las NEBT españolas inmersas en sus primeras rondas de financiación.

En el cuadro n.º 1 puede apreciarse cómo en 2009 el volumen invertido por el sector del capital riesgo en España en primeras etapas fue de 184,4 millones de euros, frente a los 425 millones de euros de 2008, que fue el mejor año de la historia del sector. Si se compara este dato, inversión, con la evolución en el número de operaciones llevadas a cabo, se aprecia que la caída fue menor en éstas últimas, dado que el número de inversiones pasó a 454 en 2009 de 561 en 2008 y 495 en 2007. Es decir, mientras que el descenso en 2009 respecto a 2008 en volumen de inversión fue del 52 por 100, tan sólo cayó el 19 por 100 en términos de operaciones. Este dato refleja la mayor caída experimentada por la inversión del sector privado, que siempre acomete, de media, operaciones con un volumen sensiblemente mayor que las del sector público. De hecho, en 2009 el volumen invertido por el sector privado cayó un 64 por 100 respecto al año anterior, mientras que en el sector público esta disminución fue del 34 por 100, prácticamente la mitad.

Por tanto, en 2009 se invirtieron 241,5 millones de euros menos que en 2008, centrándose los inversores privados en sus carteras, es decir, en segundas y terceras rondas; lo que se ha traducido en que las nuevas inver-

CUADRO N.º 1

EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN DE *VENTURE CAPITAL* EN ESPAÑA DE 2005 A 2009

	VOLUMEN INVERTIDO (MILLONES €)					*NÚMERO DE OPERACIONES*				
	2005	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
Otras fases iniciales..	69,3	66,4	87,5	116,8	76,2	104	147	187	226	207
Arranque.....	126	251,6	267,3	266,4	80,7	115	157	160	220	105
Semilla.....	9,9	33,2	36,6	42,7	27,6	62	148	148	115	142
TOTAL.....	**205**	**351,2**	**391,4**	**425,9**	**184,4**	**281**	**452**	**495**	**561**	**454**

Fuente: ASCRI (Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo) y WebCapitalRiesgo.

siones fueron realizadas principalmente por el sector público. Así, con la evolución que ha tenido el sector a lo largo del año 2010, similar a la de 2009, fácilmente se acumulará a lo largo de ambos años una cantidad cercana a los 450-500 millones de euros de caída de la inversión acumulada respecto al volumen que habría alcanzado de mantenerse el nivel mostrado en el mejor año del capital riesgo español, 2008.

Dicho todo lo anterior, si se estudia el detalle de las inversiones en 2009, algo que también puede observarse es que la caída de inversión en las empresas relacionadas con la economía tradicional fue más acentuada (-72 por 100) que en las tecnológicas (-28 por 100), lo que, en cierto modo, podíamos esperar, dada la preferencia del sector público, más activo en tiempos de crisis, por las inversiones en empresas con fuerte contenido en investigación más desarrollo (I+D).

Por otro lado, si se analiza además el contexto económico actual, su previsible evolución en los próximos años, el número de entidades de capital riesgo que en la actualidad opera en España, la probabilidad de que en el corto y medio plazo entren inversores extranjeros nuevos, la posibilidad de que se produzca un cambio que acelere la creación de empresas innovadoras, así como la dimensión de los programas de apoyo lanzados en otros países, en particular el recientemente anunciado Fondo de Inversión en Innovación del Reino Unido, se puede inferir que el sector público debería poner en marcha, lo antes posible, un programa de estímulo al capital riesgo en primeras etapas que contara con un volumen de fondos públicos de unos 200 millones de euros, que deberían ir acompañados por, al menos, la misma cantidad de fondos privados, intentando movilizar unos 400 millones de euros en total para que fueran invertidos en los próximos años en empresas tecnológicas.

Se podría argumentar que, aun con esos 200 millones de euros públicos inyectados en el sector, no se alcanzaría el dinamismo de la mejor época, es decir, no se podría llegar a los 426 millones de euros de 2008. Sin embargo, no se debe de olvidar que este programa va destinado a empresas innovadoras, fundamentalmente tecnológicas.

5. Fondos objetivo

Considerando que lo que se pretende con esta iniciativa es facilitar la creación y consolidación de NEBT, se presenta a continuación una reflexión donde se trata de argumentar que, para conseguirlo, el objetivo del fondo de fondos que se ponga en marcha no debe limitarse a los fondos tecnológicos nacionales, sino que debe ampliar su propósito considerando como potenciales beneficiarios a fondos generalistas y fondos extranjeros.

5.1. *Generalistas vs. tecnológicos*

Como ya se ha comentado previamente, es común que los fondos de *venture capital* se centren en una industria o área tecnológica (Gompers, 1995; Amit *et al.*, 1998; Bottazzi y da Rin, 2002a). A grandes rasgos, si estamos considerando inversiones en empresas con un fuerte contenido tecnológico, podemos diferenciar entre firmas especializadas en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), biotecnología (BIO) o tecnologías limpias (*cleantech*). Este tipo de fondos deben, por ello, estar entre aquellos a los que el sector público debe apoyar.

Sin embargo, existen multitud de empresas de base tecnológica cuyo encuadramiento dentro de uno de los tres sectores mencionados no resulta evidente y, en ocasiones, no puede realizarse. Por ejemplo, empresas centradas en tecnologías de los materiales, aeronáuticas… Tal vez en países

con una mayor tradición en *venture capital* sea posible encontrar operadores especializados en este tipo de tecnologías; sin embargo, en países como España estamos lejos de que esto sea una realidad.

Lo que es evidente es que es el acceso a la financiación lo que se busca con este tipo de iniciativas, por lo que no podemos quedarnos en el apoyo a los fondos de *venture capital* especializados en TIC, BIO y *cleantech*, ya que, de hacerlo, habría NEBT que no podrían nunca beneficiarse de su existencia. Por otro lado, pretender que se creen fondos especializados en aeronáutica, espacio, materiales… en el corto plazo es poco realista. Una posible solución es incluir a los fondos de *venture capital* generalistas entre los fondos objetivo, con el requisito de que tengan la obligación de invertir una cantidad determinada (al menos el doble de lo que el fondo de fondos pusiera a su disposición) en nuevas empresas de base tecnológica.

El sector público puede marcarse aquí un doble objetivo: uno más a corto plazo y otro con el punto de mira en el medio y largo plazo. Se conseguiría, por un lado, que empresas tecnológicas no incluidas en las tres áreas tecnológicas descritas pudieran tener acceso a financiación. Además, por otra parte, se lograría que los fondos generalistas mostrasen una mayor exposición a empresas tecnológicas dentro de su cartera. Esta segunda consecuencia provocaría, con el paso del tiempo, que los equipos de estos fondos fueran adquiriendo cierta especialización en determinadas tecnologías y sectores afines a ellas, por lo que sería posible que el día de mañana pudiesen «independizarse» y dar lugar a fondos especializados en tecnología en áreas que actualmente el *venture capital* no llega a cubrir en nuestro país.

5.2. *Nacionales vs. extranjeros*

Si conseguimos atraer a fondos extranjeros a acometer inversiones en empresas tecnológicas españolas, se lograrían varios efectos positivos. El primero y más obvio es que aumentaría el número de operadores interesados en el mercado nacional y, por tanto, la cantidad de fondos disponibles. De hecho, los países con carencias en el desarrollo del *venture capital* tratan de suplir este déficit con la atracción de fondos extranjeros que puedan financiar iniciativas nacionales. Sin embargo, esto presenta ciertas dificultades, ya que se aprecia que los gestores de los fondos suelen gestionar sus carteras desde sus países de origen, tal y como señalan Mäkelä y Maula (2005).

Un segundo aspecto positivo sería la posibilidad de que, con esta iniciativa, fondos extranjeros pudieran ver la posibilidad de que sus operaciones en NEBT españolas estuvieran apalancadas con capital procedente del fondo de fondos creado, lo que puede incentivarles a incluir a España en su mapa de inversión. Es más, para un fondo determinado, como muestran Sorenson y Stuart (2001), el hecho de participar en operaciones sindicadas con otros fondos de *venture capital* de regiones diferentes a aquellas en que está constituido puede significar tener acceso a información y, de este modo, ampliar el rango de operaciones potenciales.

Por último, los operadores extranjeros de *venture capital* tendrían mayor predisposición a invertir en NEBT españolas si la operación se realizara de modo sindicado con un fondo local (Mäkelä y Maula, 2008), entre otras cuestiones, por su mejor conocimiento del mercado. De hecho, como consecuencia de la experiencia pasada con NEOTEC Capital Riesgo, podemos afirmar que puede ser crucial realizar operaciones sindicadas entre fondos extranjeros y, al menos, un socio nacional; la falta de este tipo de alianzas es lo que en ocasiones se argumenta como razón subyacente a la no realización de operaciones por parte de los gestores del fondo foráneo, en línea con lo que apuntan Bottazzi *et al.* (2008). Esta colaboración se aprecia como un beneficio añadido, ya que puede ser un modo de que el tejido nacional de *venture capital* se contagie de las buenas prácticas que se llevan a cabo en países y por fondos cuya trayectoria y experiencia dentro de este mundo es más dilatada, pudiendo por ello ser una referencia importante. Además, los fondos de venture capital extranjeros pueden llegar a ser una buena alternativa para aquellas empresas de las que hemos hablado previamente y que, siendo tecnológicas, no encuentren operadores especializados en su sector en el ámbito nacional.

En cualquier caso, puede resultar interesante incentivar que las coinversiones con operadores extranjeros sean sindicadas para evitar, en la medida de lo posible, las desventajas asociadas a que el mercado en que se desarrolla la iniciativa empresarial y en el que opera el inversor sean diferentes (Mäkelä y Maula, 2005).

V. CONCLUSIONES

Dada la difícil situación que atraviesa el capital riesgo en general, y teniendo en cuenta las barreras con las que se encuen-

tran las nuevas empresas tecnológicas para encontrar financiación, se hace más urgente que nunca la acción del sector público para paliar no sólo los fallos de mercado habituales en este tipo de compañías (asimetrías de información: riesgo moral y selección adversa), sino también los derivados de la actual crisis financiera y económica, y los que han ido apareciendo como consecuencia de la migración que se está produciendo por parte de muchos inversores y entidades de capital riesgo hacia etapas más avanzadas en el ciclo de vida de las empresas. Todo ello ha provocado que el segmento de inversión objeto del presente artículo se haya transformado, aumentando el peso del sector público y ganando protagonismo un tipo de inversor todavía incipiente en España, pero con una presencia significativa en otros países: los inversores informales, o *business angels*.

Se ha analizado la relación que existe entre los tres elementos que componen el triángulo espíritu empresarial, inversión en I+D+i y capital riesgo, indicando que parece ser este último el que sigue a la innovación y no al revés, y que un país con poca actividad empresarial suele carecer de una industria de capital riesgo desarrollada.

También se ha indicado que son muy pocas las empresas que reciben capital riesgo. Un país puede tener una gran actividad emprendedora, que es condición *sine qua non*, pero ha de tener además empresas muy innovadoras que busquen activamente el crecimiento y la expansión internacional. Es en ese contexto en el que se crea el entorno propicio para la inversión en forma de capital riesgo.

Se justifica que el tamaño importa en el capital riesgo, y que hay una masa crítica mínima necesaria (tamaño de los fondos) para poder aspirar a obtener unos retornos proporcionales al riesgo de este tipo de inversiones. Sin este tamaño mínimo es imposible diversificar, no se pueden atender segundas o terceras rondas de financiación ni se pueden absorber los gastos fijos asociados a una gestión adecuada.

Por último, se abordan una serie de cuestiones importantes antes de lanzar un posible programa de apoyo desde el sector público. Tras estudiar varios esquemas de ayuda lanzados por otros países y analizar el papel del sector público como inversor, se sugiere la creación de uno o más fondos de fondos que inviertan en otros fondos de carácter tecnológico impulsados por la iniciativa privada, operando en sectores como el de las energías limpias, la salud y la biotecnología, y las tecnologías de la información y las telecomunicaciones entre otros. El dinero público podría estar en el rango de los 200 millones de euros, y sería invertido en unas condiciones en las que las rentabilidades por encima de la tasa de retorno preferente fueran capitalizadas por los inversores privados, tratando de maximizar las aportaciones que éstos realizaran. Una parte de los fondos iría destinada a las co-inversiones directas en empresas, siempre y cuando la iniciativa y la propuesta de inversión viniera de un inversor privado que, al menos, invirtiera la misma cantidad que el instrumento público diseñado para este tipo de operaciones, y que se encargara de la gestión de la inversión en dicha participada. Los fondos generalistas y los extranjeros deberían estar entre los fondos objetivo de esta iniciativa.

NOTAS

(1) Se denominan operaciones o adquisiciones apalancadas, generalmente conocidas como LBO (*Leveraged Buy-Out*), a aquellas transacciones en las que la sociedad inversora (con el actual equipo directivo de la empresa, con un equipo directivo nuevo o una mezcla de ambos) adquiere una compañía ya consolidada en su sector, utilizando para su financiación una cantidad de deuda relativamente importante que será reembolsada por la sociedad adquirida. En estas operaciones, en principio, la única garantía es el valor de la compañía objetivo.

(2) Informa D&B; http://www.informa.es/

(3) Las entidades de capital riesgo en España vienen reguladas por la Ley 25/2005, de 24 de noviembre («Ley de Capital Riesgo»).

(4) National Venture Capital Association y US Department of Commerce, Bureau of the Census.

BIBLIOGRAFÍA

AMIT, R.; BRANDER, J., y ZOTT, C. (1998), «Why do venture capital firms exist? Theory and Canadian evidence», *Journal of Business Venturing, 13*: 441.

BOTTAZZI, L., y DA RIN, M. (2002a), «Europe's new' stock markets», *CEPR Discussion Papers,* 3521, C.E.P.R. Discussion Papers.

— (2002b), «Venture capital in Europe and the financing of European innovative firms», *Economic Policy*, 17 (1).

BOTTAZZI, L.; DA RIN, M., y HELLMAN, T. (2004), «Active financial intermediation: Evidence on the role of organizational specialization and human capital», *ECGI Working Paper Series in Finance*, n.º 49/2004, ECGI Working Papers.

— (2008), «Who are the active investors?: Evidence from venture capital», *Journal of Financial Economics*, 89(3).

CANNICE, M. (2009). «Silicon Valley venture capital confidence index», *De Novo Ventures News and Events.*

CARPENTIER, C., y SURET, J. (2006), «Création et financement des entreprises technologiques: les leçons du modèle israélien», *L'Actualité Économique*, vol. 82, n.º 3.

ECKSTEIN, Z., y WEISS Y. (2002), «The integration of immigrants from the former Soviet Union in the Israeli labor market», en BEN-BASSAT AVI (ed.), *The Israeli Economy, 1985-1998: From Government Intervention to Market Economics, Essays in Memory of Prof. Michael Bruno*, MIT Press.

ERNST&YOUNG (2002), *Corporate Venture Capital Report*.

EVCA (2010), *Venture Capital White Paper*, European Venture Capital Association.

GEM (2010), GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR*, Informe Ejecutivo 2009 España.* Proyecto GEM. http://www.ie.edu/gem.

GOMPERS P. A. (1995), «Optimal investment, monitoring, and the staging of venture capital», *Journal of Finance*, 50 (5): 1461-1489.

GOMPERS P. A., y LERNER, J. (1998), «What drives venture capital fundraising?», en *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics: 1998*, Editores: WINSTON, C., BAILY, M. y REISS, P., Brookings Institution Press.

— (2000), «The determinants of corporate venture capital success», en *Concentrated Corporate Ownership*, editado por R. MOCK, University of Chicago Press.

GOTTSCHALG, O., y GERASYMENKO, V. (2008), «Antecedents and consequences of venture capital syndication», *Atlanta Competitive Advantage Conference Paper*.

HSU, D., y KENNEY, M. (2005), «Organizing venture capital: the rise and demise of the American Research and Development Corporation, 1946-1973»; *Industrial and Corporate Change,* vol. 14, n.º 4.

KAPLAN, S., y LERNER, J. (2009), «It ain´t broke: the past, present, and future of venture capital», http://faculty.chicagobooth.edu/steven.kaplan/research/kaplanlerner.pdf [Versión preliminar consultada en mayo 2010].

LERNER, J. (2009), *Boulevard of Broken Dreams. Why Public Efforts to Boost Entrepreneurship and Venture Capital Have Failed, and what to do About*, The Kauffman Foundation Series on Innovation and Entrepreneurship, Princeton University Press.

LOCKETT, A.; MURRAY, G., y WRIGHT M. (2002), «Do UK venture capitalists still have a bias against investment in new technology firms», *Research Policy*, 31.

MÄKELÄ, M., y MAULA, M. (2005), «Cross-border venture capital and new venture internationalization: An isomorphism perspective», *Venture Capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance*, vol. 7, n.º 3.

— (2008), «Attracting cross-border venture capital: The role of a local investor», *Entrepreneurship and Regional Development*, 20(3).

MANIGART S.; LOCKETT A.; MEULEMAN M.; WRIGHT M.; LANDSTRÖM H.; BRUINING H.; DESBRIÈRES P., y HOMMEL U. (2006), «Venture capitalists' decision to syndicate», *Entrepreneurship Theory and Practice*, 30(2).

PIERRAKIS, Y., y MASON, C. (2008), «Shifting sands, The changing nature of the early stage venture capital market in the UK», *NESTA research report*.

PIERRAKIS, Y., y WESTLAKE S. (2009), «Reshaping the UK economy. The role of public investment in financing growth», *NESTA research report*.

RUIS, A.; VAN STEL, A.; TSAMIS, A.; VERHOEVEN, W., y WHITTLE, M. (2009), «Cyclicality of SME finance», *European Commission,* Enterprise and Industry.

SORENSON, O., y STUART, T. (2001), «Syndication networks and the spatial distribution of venture capital investments», *American Journal of Sociology*, 106(6).

STOREY, D.J., y B.S. TETHER (1998), «New technology-based firms in the European Union: an introduction», *Research Policy* (26)9.

YOST, M., y DEVLIN, K. (1993), «The state of corporate venturing», *Venture Capital Journal*, 37-40.

POLÍTICAS PARA IMPULSAR LA I+D: ¿SON ÚTILES LAS DEDUCCIONES FISCALES A LA I+D?

Damien IENTILE

ENS / Paris School of Economics

Jacques MAIRESSE

CREST, UNU-MERIT y NBER

Resumen

En este artículo se abordan diversos temas planteados por la evaluación de la política de deducciones fiscales a la investigación y el desarrollo (I+D). En primer lugar, se consideran los estudios que estiman los efectos directos de las deducciones fiscales sobre los *inputs* de la I+D. Se discuten los resultados obtenidos mediante diferentes aproximaciones y métodos, y se muestra que existe un panorama contrastado de la efectividad de la política. Seguidamente, se argumenta que una evaluación exhaustiva del crédito fiscal a la I+D debería abarcar otros resultados, y se presentan estudios actuales centrados en ellos. Para obtener una visión más sintética de los resultados de evaluación, también se da comienzo a un meta-análisis provisional. Finalmente, se concluye que la armonización y la mayor comparabilidad entre los estudios de evaluación sería útil para superar la brecha entre la evaluación de políticas y su diseño y aplicación.

Palabras clave: deducciones fiscales a la I+D, coste de uso del capital, evaluación, meta-análisis.

Abstract

In this article we address various issues raised by the evaluation of the R&D tax credit policy. We first consider the studies that estimate the direct effects of the tax credit on R&D inputs. We discuss results obtained through different approaches and methods and show that they give a contrasted picture of the policy's effectiveness. Next we argue that a comprehensive evaluation of the R&D tax credit should include other outcomes and present studies focussing on them. We also initiate a very tentative meta-analysis to obtain a more synthetic view on the various evaluation results. We finally conclude that harmonization and increased comparability in evaluation studies would be useful to bridge the gap between evaluation and policy design and implementation.

Key words: R&D tax credit, user cost of capital, evaluation, meta-analysis.

JEL classification: H25, H32, O32.

I. INTRODUCCIÓN (*)

LOS gobiernos se enfrentan a recursos escasos con los que hacer frente a sus múltiples responsabilidades, y por tanto deben utilizarlos de la manera más eficiente. En los últimos treinta años ha habido una creciente preocupación por parte de los ciudadanos y de las empresas por mejorar la contabilidad de la gestión pública, así como las políticas. La necesidad de evaluaciones cuantitativas sistemáticas de la eficiencia de los instrumentos económicos y el uso de los recursos públicos está bien afincada en el debate público en el seno de las democracias modernas.

Del mismo modo, la emergencia de la economía del conocimiento nos lleva a considerar que la investigación y la innovación son factores cruciales para la ventaja competitiva, y que son fuentes esenciales de crecimiento económico futuro. Por lo tanto, políticas públicas orientadas al estímulo de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) por parte de las empresas privadas se aplican activamente en la mayor parte de los países industrializados. Surgen de la preocupación de que, debido a las externalidades del conocimiento, las empresas privadas invierten menos en I+D de lo que sería deseable desde el punto de vista social.

El sistema de deducciones fiscales por I+D fue instaurado a comienzos de la década de 1980 en Estados Unidos, Francia y Canadá, y ha ganado importancia y se ha extendido a otros países. Hoy es uno de los principales instrumentos de política económica en materia de I+D. Las grandes cantidades de dinero público que implica, que en sí son recaudaciones fiscales a las que se renuncia, suscitan necesariamente la evaluación de la política pública. Preguntar si funcionan las deducciones fiscales por I+D es tan importante como necesario, y por ello buena parte de la literatura internacional se lo ha planteado.

Al mismo tiempo que se dan estas evoluciones, desde una perspectiva técnica, el notable progreso en la recopilación de datos, en su proceso y en las posibilidades de difusión y desarrollo de los métodos estadísticos, ha hecho posible llevar a cabo análisis econométricos y evaluaciones de política mucho más rigurosos y convincentes. En concreto, la disponibilidad de micro-datos, al proporcionar información más rica y altamente variable, permite realizar análisis más relevantes, precisos y seguros. Cuando, además, se dispone de ellos en forma de panel (es decir, no sólo en forma transversal, sino también en forma temporal), tales micro-datos permiten especificaciones de modelos dinámicos más realistas así como el uso de variables de control útiles para reducir los sesgos potenciales que resultan de la he-

terogeneidad no observada entre empresas. Las comparaciones internacionales de los estudios econométricos y de las evaluaciones de política, a pesar de las muchas dificultades añadidas, pueden permitir el desarrollo de importantes planteamientos y contribuir a la mejora del diseño de las políticas económicas.

Hay dos tipos diferentes de evaluaciones de políticas. Las evaluaciones de aplicación se centran en los tiempos de entrega y en las fechas límites, en la optimización de costes y en la transparencia de las políticas públicas; se componen de indicadores y de una puntuación, realizados a partir de encuestas específicas y aplicando métodos de auditoría. Las evaluaciones de resultados (*outcomes*), que miden los efectos de las políticas sobre sus objetivos, normalmente consisten en análisis estadísticos y estudios econométricos. Son muy complicadas, ya que los resultados pueden ser inciertos y cambiantes, al estar afectados por muchas variables sin control y diferir entre el corto y el largo plazo. Además de los resultados perseguidos, las políticas también tienen efectos colaterales o consecuencias no intencionadas, buenas o malas.

Este artículo pretende analizar la efectividad del crédito fiscal a la I+D explicando cómo puede variar en su diseño, discutiendo los principales métodos de evaluación usados y haciendo un breve recorrido de los resultados de varios de los estudios más recientes ya publicados, o sin publicar, de la literatura internacional. Hall y Van Reenen (2000), en su excelente artículo recopilatorio, consideran un amplio conjunto de artículos tradicionales y repasan los métodos de evaluación desde una amplia perspectiva, parecida a la nuestra.

En el siguiente apartado, presentamos diversas formas de la política de deducciones fiscales por I+D, considerándola dentro del amplísimo ámbito de la política pública orientada a la investigación, y debatimos los distintos resultados que deben evaluarse. En el apartado III explicamos los métodos de evaluación, centrándonos en el impacto directo del crédito fiscal sobre los gastos en I+D de las empresas, y los ilustramos con varios análisis recientes. En el apartado IV, consideramos las evaluaciones, mucho menos frecuentes, que se centran en otro tipo de resultados (impacto sobre la producción de innovaciones, sobre el bienestar social, etc.). En el apartado V, analizamos las dificultades de comparar apropiadamente los resultados de varios estudios de evaluación e ilustramos algunas de esas dificultades mediante un ejercicio de meta-análisis bastante incompleto y tentativo. El apartado VI contiene las conclusiones.

II. ¿QUÉ ES EL CRÉDITO FISCAL A LA I+D? DISEÑOS, OBJETIVOS Y RESULTADOS

Las empresas no pueden apropiarse completamente de los beneficios de sus inversiones en I+D: las patentes se sortean de varias formas, y las innovaciones de producto y de proceso se imitan más o menos rápidamente. Incluso cuando hay derechos de propiedad protegidos de manera eficaz, la I+D genera externalidades positivas que se transmiten a otras empresas y benefician a la economía en su conjunto.

Por ello, las empresas tienden a invertir en proyectos de I+D menos de lo que deberían, puesto que saben que otras empresas se van a apropiar de parte de los resultados, o tienden a esperar a que las otras empresas se embarquen en dichos proyectos de I+D en vez de realizarlos ellas mismas. Como consecuencia, tenderán, por lo general, a incrementar sus gastos de I+D hasta que sus rendimientos esperados privados y sus costes marginales coincidan, pero ello no quiere decir que lo hagan hasta el punto en el que los costes sociales y los rendimientos sociales se igualen, punto en el que se maximizaría la eficiencia económica y el bienestar social. Este fallo de mercado se puede corregir mediante la financiación pública directa de las actividades de investigación llevadas a cabo por universidades y organismos públicos de investigación y mediante políticas económicas de apoyo a la I+D privada.

1. Las deducciones fiscales a la I+D y los subsidios directos

Las deducciones fiscales, o crédito fiscal, consisten en la provisión de un incentivo a las empresas para que incrementen sus actividades de investigación permitiéndoles deducirse una parte de dichos gastos del impuesto de sociedades y, por tanto, haciendo que disminuyan sus costes y se incrementen sus resultados esperados.

Es, desde luego, una respuesta relativamente reciente a la necesidad de intervenir públicamente sobre la investigación privada, y forma parte de una política pública más amplia que también incluye subsidios directos a las empresas privadas (1) así como la financiación y la coordinación de la investigación pública. Las deducciones fiscales a la I+D se diferencian de los subsidios directos a la I+D por sus ventajas y desventajas. La principal ventaja de las

deducciones fiscales reside en que las empresas son completamente libres a la hora de decidir, financiar y llevar a cabo sus proyectos de I+D. Este argumento es consistente con la visión básica de que agentes maximizadores del beneficio toman decisiones más eficientes que las autoridades centralizadas. Sin embargo, también es posible que las empresas se valgan de dicho crédito fiscal para hacer proyectos de ínfima calidad o proyectos de un excesivo riesgo.

Los subsidios a la I+D consisten en la financiación directa otorgada por agencias públicas especializadas a empresas que la solicitan para un proyecto de investigación determinado. La principal ventaja de los subsidios es la de que, estando fijados de antemano, permiten que los proyectos remitidos por las empresas puedan ser examinados y seleccionados por las agencias, que garantizan tanto su calidad como su orientación y deciden cuáles son más rentables socialmente. Los subsidios a la investigación pueden orientarse, de este modo, a la consecución de objetivos específicos, y su aplicación puede ser bastante flexible. Las deducciones fiscales se adaptan menos a las características de las empresas, especialmente en lo que se refiere a su tamaño y a los gastos totales en investigación y desarrollo.

En algunos países, como Holanda y Noruega, el tipo aplicado de la deducción fiscal es mayor en el caso de empresas pequeñas o, como en Francia, puede disminuir para la fracción de gasto en I+D sujeto a deducción que supera ciertos umbrales. Por último, una clara desventaja de los subsidios frente a las deducciones fiscales es que implican mayores costes para las empresas que los solicitan y compiten por ellos, así como para las agencias públicas que los gestionan.

Hægeland y Møen (2007a) han estudiado la relación y la eficiencia relativa de los subsidios a la I+D y las deducciones fiscales en un conjunto de empresas representativas noruegas, concluyendo que ambos instrumentos son complementarios a escala de empresa, mientras que parecen ser sustitutivos si se considera a la economía en su conjunto. También proporcionan evidencia de que las deducciones fiscales generan más I+D privada adicional que los subsidios directos.

2. Principales diseños

Se pueden distinguir dos diseños fundamentales de crédito fiscal a la I+D: la «deducción fiscal por volumen» y la «deducción fiscal por incremento». Los dos tienen distintas implicaciones en términos de asignación de la deducción y en términos de incentivos y eficiencia. Decidir cuál de los dos es mejor todavía es una cuestión a debate que suscita muchos temas a tratar, tanto en la teoría como en la práctica. Antes de entrar en detalles, sería útil resaltar sus principales características.

La deducción impositiva por volumen se basa en el gasto en I+D durante el año fiscal, considerado en su totalidad o parcialmente, dependiendo de su definición exacta. Por ejemplo, si la base está constituida por los gastos en I+D y el tipo es igual al 20 por 100, ello quiere decir que las empresas se pueden deducir una cantidad igual al 20 por 100 de estos gastos del impuesto de sociedades, lo cual implica que marginalmente, el coste de la I+D para la empresa es un 20 por 100 menos que en el mercado. Las empresas que invierten en I+D se pueden beneficiar siempre de la deducción fiscal por volumen, independientemente de si su gasto en I+D aumenta o disminuye.

Por el contrario, bajo el supuesto de «deducción fiscal por incremento» sólo se pueden beneficiar las empresas que tienden a aumentar sus gastos en I+D, ya que la deducción fiscal se basa en la diferencia entre un nivel de referencia y el nivel de gasto actual. Este nivel de referencia se define normalmente como una media de los gastos pasados. En Francia, cuando se implantó la deducción fiscal de la I+D, desde 1983 a 1990 el nivel de referencia era simplemente el gasto efectuado el año anterior, y posteriormente, hasta 2004, fue la media de los gastos de los dos años anteriores. Por ello, la deducción fiscal es positiva si los gastos en I+D se incrementan y negativa si disminuyen. En este último caso, la deducción fiscal (negativa) será deducible de futuras deducciones fiscales positivas si este mecanismo se implementa como se hizo en Francia. Si no fuese posible la compensación, la deducción pasaría a ser cero. La deducción fiscal por incremento es difícil de analizar porque sus efectos se reducen, ya que los gastos de cada año incrementan el nivel de referencia para los siguientes años. También pueden aplicarse políticas de deducción fiscal mixtas que combinen los dos tipos de crédito fiscal. Ése fue el caso de Francia entre 2004 y 2008 (en 2008 se adoptó una generosa deducción fiscal puramente por volumen).

La teoría microeconómica simple tiende a otorgar preferencia a la deducción fiscal por incremento, ya que parece racional que la Administración pública apoye la I+D privada sólo cuando la productividad marginal privada sea menor que el coste marginal, siendo mayor la productividad marginal social (esperada). La mejor política sería subsidiar solamente aquellas actividades de I+D que las empresas no habrían hecho si

no hubiese existido el sistema de deducciones fiscales (y sólo hasta el nivel en el que se igualan su coste y su productividad marginal social). Sin embargo, el Gobierno no sabe cuánto habrían invertido las empresas en I+D en ausencia del sistema de deducciones fiscales. En este contexto de información asimétrica, el supuesto que se viene haciendo, bastante conservador, es que los gastos de las empresas en I+D hubieran sido constantes si no hubiera existido el sistema de deducciones fiscales. De este modo, la deducción fiscal incremental aparece como un política de segundo óptimo que evita apoyar los gastos en I+D que las empresas llevarían a cabo en cualquier caso. Por el contrario, la deducción fiscal por volumen subsidia los gastos en I+D en su totalidad, independientemente de que las empresas realizarían una gran parte de ellos de todos modos.

La comparación entre la deducción fiscal por volumen y la deducción fiscal por incremento merece también otras consideraciones. En concreto, la deducción fiscal incremental incita a las empresas a adoptar estrategias de I+D oportunistas de cese y continuación, y de externalización, que seguramente serán complejas y costosas. También se critica el mecanismo de deducción fiscal negativa, cuando se aplica, por su efecto disuasorio. Elimina o debilita los incentivos del crédito fiscal para recuperar el nivel de gasto en actividades de I+D en el caso de empresas que lo han ido recortando debido a dificultades económicas y que empiezan a salir del bache.

Además de las diferencias sustanciales entre las deducciones fiscales por incremento y por volumen, existen muchas pequeñas variaciones que, sin embargo, son relevantes en la práctica. Sólo pueden declararse los gastos de I+D que reúnen determinados requisitos, y éstos pueden definirse por ley de forma específica, favoreciendo por ejemplo la investigación cooperativa con laboratorios académicos y públicos o la contratación de jóvenes doctores investigadores, como se hace en Francia. La definición de crédito fiscal también incluye generalmente uno o varios topes, así como normas sobre su diferimiento a futuro o a pasado (que permiten transferir a los años siguientes aquella parte de la deducción que sea mayor que el impuesto de sociedades de la empresa en ese momento). Estas pequeñas diferencias de diseño tienden a ser distintas entre países y, posiblemente, entre sectores, e incluso a lo largo del tiempo en el mismo país, dificultando su evaluación. Por ejemplo, una política de deducción fiscal por volumen a un tipo del 30 por 100 con un tope de gasto en I+D sujeto a deducción no es equivalente a una deducción fiscal por volumen a un tipo del 20 por 100 sin tope, y no es sencillo determinar cuál es más eficiente.

3. Objetivos directos y principales resultados de la evaluación

A pesar de que es esencial la pregunta sobre el objetivo u objetivos de la deducción fiscal a la I+D, apenas se ha abordado de manera explícita. La respuesta tiene importantes implicaciones para la evaluación de la política. Dependiendo del objetivo de política, su ejecución no debería medirse de la misma forma. Así, saber si «funcionan las deducciones fiscales a la I+D» depende del/los objetivo/s concreto/s de que se trate y de lo que se considere como un «funcionamiento» adecuado. ¿Significa incrementar la inversión en I+D a secas? o ¿significa incrementar la inversión en I+D que tenga efectos positivos continuados sobre la innovación, la productividad, la competitividad o el bienestar social?

El objetivo del sistema de deducciones fiscales también puede variar con el tiempo, como se puede ver tomando el ejemplo francés. Cuando se introdujo el sistema de deducciones fiscales en 1983, se pretendía principalmente fomentar la I+D privada (gastos y personal de I+D). Éste es todavía su objetivo oficial como parte de la Estrategia de Lisboa de la Unión Europea (2). Sin embargo, hoy también se considera como un gran incentivo fiscal central para atraer inversión extranjera e impedir que las empresas francesas se localicen en otros países. La transición desde una deducción fiscal por incremento, que multiplica la cantidad de financiación pública más o menos por tres, constituye de este modo una forma de proteger a la industria doméstica y hacerla más atractiva. Se la puede ver como una compensación a impuestos de sociedades inferiores en otros lugares.

Un análisis exhaustivo de los objetivos del sistema de deducciones fiscales debería distinguir entre aquellos que se relacionan directamente con la I+D y la innovación y aquellos que no están tan directamente relacionados, y que se centran en otras metas económicas. Al igual que la mayoría de la literatura, el ámbito de análisis de este artículo se reduce a los primeros objetivos y a los principales resultados o consecuencias que emanan naturalmente de ellos, que deberían tenerse en cuenta al evaluar el desempeño del sistema de deducciones fiscales a la I+D. En conjunto, los distintos efectos a considerar son los siguientes:

— Impacto sobre las actividades de I+D ya existentes (nivel o

tasa de crecimiento del gasto en I+D, ratio entre I+D y producción, capital de I+D, número de investigadores, porcentaje de investigadores e ingenieros en el personal de I+D, etcétera).

— Impacto sobre el inicio de actividades de I+D (lo mismo del párrafo anterior añadiendo también el número de empresas que desempeñan I+D).

— Impacto de las actividades de I+D en los resultados innovadores (innovaciones de proceso y producto, patentes), productividad (productividad del trabajo y productividad total de los factores) y otros indicadores de actividad (porcentaje de «ventas innovadoras», rentabilidad, etcétera).

— Otros impactos (posiblemente no deseados), como el impacto en el salario de los investigadores.

— Impacto en el bienestar social (análisis completo coste-beneficio).

Los resultados de los análisis de evaluación se pueden presentar y resumir de formas diferentes, lo que a menudo hace difícil su comparabilidad. Los resultados que se refieren al impacto sobre el nivel e intensidad de la I+D se presentan normalmente en términos de elasticidades y de multiplicadores. Las elasticidades de la I+D con respecto a las deducciones fiscales miden el impacto sobre los gastos en I+D de los cambios del tipo que se aplica en la deducción fiscal. Tales elasticidades tienen que ser evaluadas tanto en el corto como en el largo plazo, y no pueden ser directamente interpretadas en términos de eficiencia política, aunque pueden servir para hacer simulaciones de cambios de política. Los multiplicadores, también llamados *bang for the buck* (BFTB - «lo más por menos»), estiman la cantidad de I+D adicional (por ejemplo, euros) que se generan por cada euro de deducción fiscal. Un gran número de autores tiende a considerar que un multiplicador mayor que 1 viene a indicar que el sistema de deducciones fiscales es eficaz. Por el contrario, un multiplicador menor que 1 estaría señalando una política ineficaz. En este caso, si el euro de recaudación fiscal al que se renuncia genera menos de un euro de I+D adicional, la financiación pública directa de la I+D, ya sea mediante investigación pública o mediante subsidios, sería un mejor instrumento. Sin embargo, esto no es obvio —al menos mientras el multiplicador no sea negativo—, ya que, en principio, lo que importa es la comparación de los correspondientes rendimientos sociales netos.

III. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA DEDUCCIÓN FISCAL A LA I+D SOBRE LAS INVERSIONES EN I+D

Incluso si nos centramos en un resultado concreto, las evaluaciones varían según el método de análisis utilizado. Distinguiremos aquí cuatro métodos generales: los análisis de encuestas, los experimentos cuasi-naturales que se sustentan en los cambios temporales y de diseño de política; las regresiones de variables *dummy* (ficticias) y las técnicas de *matching* (emparejamiento), y la modelización econométrica estructural. Nos concentraremos principalmente en esta última por ser nuestra preferida. Ni que decir tiene que todos estos métodos son complementarios. Se relacionan en múltiples aspectos y la distinción entre ellos no es clara en la práctica. Como puede observarse más adelante, las regresiones de variables *dummy* y las técnicas de *matching* están muy cerca tanto de los experimentos cuasi-naturales como de los modelos econométricos estructurales, dependiendo de cómo se entiendan y apliquen estos métodos.

Lo ideal sería considerar que las evaluaciones estuvieran basadas en experimentos aleatorios. Adoptando el lenguaje de tales experimentos, diremos que el objetivo de la evaluación del sistema de deducciones fiscales es conocer si el «tratamiento» (la deducción fiscal) tiene efectos, y en qué medida, sobre el comportamiento de I+D de las empresas. Las evaluaciones de tratamiento descansan normalmente sobre la comparación de los resultados medios obtenidos por el grupo sometido a tratamiento respecto a un grupo de control que no se somete a dicho tratamiento. Por supuesto, la asignación de las empresas a uno u otro grupo debe ser exógena y aleatoria. Si no es así, las empresas «tratadas» podrían ser intrínsecamente diferentes de aquellas que no lo son. Si la asignación es aleatoria, se considera que el grupo de control (empresas no tratadas) es un contrafactual válido, es decir, se puede utilizar para determinar qué resultado habría tenido el grupo tratado en ausencia del tratamiento. El uso de experimentos aleatorios es lo que se hace también al probar nuevos medicamentos. En el ámbito de la Economía, tales experimentos se han aplicado a la evaluación de políticas de escolarización (ver Krueger y Whitmore, 2001, como ejemplo notorio).

Un asunto crucial a la hora de evaluar el sistema de deducciones fiscales a la I+D es la ausencia de un contrafactual directamente observable, ya que realizar un experimento implicaría que sólo recibirían el crédito fiscal algunas empresas elegidas al azar (lo cual está prohibido por la ley de com-

petencia). Para superar esta limitación, los investigadores se apoyan en varios métodos que se describen en los siguientes epígrafes. Las encuestas pueden ser una forma directa y sencilla de obtener un contra-factual al preguntar a las empresas directamente «¿qué pasaría si no se beneficiase del crédito fiscal?», y viceversa. Por su parte, los experimentos cuasi-naturales y las técnicas de *matching* utilizan variaciones exógenas en el diseño del crédito fiscal y en la autoselección de la empresa para beneficiarse de éste que, junto a las técnicas estadísticas apropiadas, pueden superar el problema de la falta de aleatoriedad. Finalmente, la modelización econométrica estructural utiliza técnicas estadísticas similares, pero se apoya en mayor medida en un modelo económico del comportamiento de la empresa con el propósito de ser más informativo a la hora de aseverar la eficiencia de la política.

1. Análisis de encuestas

El enfoque basado en encuestas se fundamenta en la idea de que las empresas son las que mejor conocen cuáles habrían sido sus gastos en I+D en ausencia de la deducción fiscal. El multiplicador (o BFTB) es simplemente la ratio entre los gastos a los que hubieran renunciado si no hubiera habido deducción fiscal y la cantidad total de la deducción fiscal (posiblemente añadiendo los costes de supervisión). Tal estimación, sin embargo, no permite predecir el efecto de futuros cambios políticos o distinguir entre impactos a corto y a largo plazo. Mansfield y Switzer (1985), en una encuesta pionera sobre el crédito fiscal en Canadá, encontraron un BFTB entre 0,3-0,4, lo cual es poco. Hægeland y Møen (2007b), en una reciente encuesta sobre el crédito fiscal a la I+D en Noruega, obtuvieron un BFTB entre 2,12 y 2,65, que es bastante alto. Sin embargo, a diferencia de Mansfield y Switzer, se basaron en datos cualitativos a los que asignaron valores numéricos de un modo cuestionable.

La primera limitación del enfoque de encuesta radica normalmente en el reducido tamaño de la muestra, por el elevado coste de ejecución. La segunda debilidad es la limitada credibilidad de las respuestas. De hecho, los ejecutivos encuestados podrían abstenerse de contestar o hacerlo erróneamente debido a la dificultad intrínseca de calcular el peso relativo de todos los factores que motivan sus decisiones de I+D. Podrían también sesgar las respuestas por razones de *marketing* o por razones de estrategia. En el primer caso, los ejecutivos de las empresas en las que la innovación se hace por razones de *marketing* podrían no admitir que la deducción fiscal incentiva en gran medida su I+D. En el segundo caso, podrían exagerar su efecto beneficioso de manera estratégica sabiendo que su opinión puede afectar las decisiones de la política pública en el futuro.

Aunque las encuestas podrían no ser un método muy seguro a la hora de evaluar el impacto total de las deducciones fiscales sobre los gastos en I+D, a menudo resultan la manera más adecuada de obtener planteamientos complementarios sobre características específicas de la política (tales como reglas especiales que alienten a las empresas a colaborar con laboratorios de investigación públicos y a contratar a jóvenes investigadores). También sirven para informar a los gestores de la política económica, proporcionando un mejor conocimiento y un *feedback* detallado de las preocupaciones específicas de la industria.

2. Experimentos cuasi-naturales

Estos métodos se basan en las discontinuidades acaecidas en la implementación y diseño de la política de deducciones fiscales a la I+D. Lo habitual es comparar los gastos en I+D o tasas de crecimiento de empresas similares (preferiblemente las mismas empresas) antes y después de la introducción de la deducción fiscal. Si la I+D se incrementa de forma significativa, se puede decir que tal cambio se explica únicamente por la aplicación de esta política. Por tanto, este análisis antes-después no permite separar el efecto del crédito fiscal de los *shocks* macroeconómicos y los cambios en la industria y las tendencias del mercado. De hecho, podría suceder que tanto las empresas como el sector público comprendiesen al mismo tiempo la importancia de la I+D en una economía basada en el conocimiento, induciendo al sector público a lanzar el sistema de deducciones fiscales y a las empresas a incrementar su I+D. Por el contrario, por ejemplo, la crisis económica actual podría desalentar a las empresas a que incrementasen su I+D y hacer también que el gobierno fuera menos generoso. En estos casos, los análisis antes-después indicarían que el sistema de deducciones fiscales tiene un importante efecto sobre la I+D, incluso cuando no fuera así. Un modo de abordar este problema de identificación es el llamado análisis de diferencias-en-diferencias, que se aprovecha de una segunda fuente de discontinuidad.

En la mayor parte de los esquemas de deducciones fiscales a la I+D, la existencia de una cantidad máxima de I+D sujeta a deducción (o sólo una reducción del tipo de deducción fiscal aplicable por encima de un umbral de I+D) genera tal discontinuidad. Una discon-

tinuidad en el máximo puede generar un experimento cuasi-natural en el que las empresas que superan ese umbral (por ejemplo, aquellas que se ven menos afectadas por la política pública o que no lo están en absoluto) se pueden usar como grupo de control frente a las empresas que se encuentran por debajo de ese techo máximo (grupo de tratamiento). El análisis de diferencias-en-diferencias combina la comparación entre estos grupos a lo largo de distintos momentos temporales; por ejemplo, antes y después de la introducción de la deducción fiscal.

Hægeland y Møen (2007b) utilizan este enfoque en el caso de Noruega, donde en 2002 se introdujo una deducción fiscal por volumen del 20 por 100 con un tope máximo de cuatro millones de coronas noruegas (alrededor de 0,45 millones de euros de ese momento). Según estos autores, las empresas que habrían efectuado gastos en I+D por encima del tope en ausencia de deducción fiscal no se benefician de ese crédito fiscal para sus unidades marginales de I+D, mientras que las empresas que hubieran gastado en I+D menos del tope máximo si no hubiera habido deducción fiscal sí que lo hacen. Estas últimas tienen incentivos más fuertes que las primeras para invertir más en I+D, y de ahí que el efecto de la deducción fiscal sea mayor en su caso. Para conocer qué dos grupos de empresas se habrían encontrado por encima o por debajo de la cantidad máxima en ausencia de deducción fiscal, los autores simplemente las seleccionan en función de si sus gastos en I+D ya estaban por encima o por debajo del umbral máximo en 2001, un año antes de la introducción de la deducción fiscal. Los resultados muestran que el grupo de empresas por debajo del tope máximo tuvieron una tasa crecimiento de la I+D mayor entre 2001 y 2003 que las que superaron ese umbral. Su estudio demuestra que la política noruega fue eficaz a la hora de estimular la I+D, como ya sugerían los resultados del análisis de encuestas, pero no permite cuantificar el impacto de las deducciones fiscales a la I+D de manera precisa.

3. Regresiones con variables *dummy* y técnicas de *matching*

Estos métodos descansan básicamente en la comparación entre empresas que reciben el crédito fiscal y empresas que no disfrutan de éste. El enfoque de variable *dummy* es el más simple, consistiendo en regresiones econométricas de variables dependientes tales como los gastos en I+D, las tasas de crecimiento o las ratios de intensidad de la I+D sobre variables *dummy*, que indican si las empresas se han beneficiado efectivamente de la deducción fiscal a la I+D, y sobre un conjunto de otras variables relevantes explicativas y de control.

Hægeland y Møen (2007a y 2007b) siguen también este enfoque de regresión, estimando y contrastando distintas especificaciones con su panel de empresas noruegas. En concreto, intentan separar los efectos a corto plazo y a largo plazo, y abordar la cuestión de la selección endógena (3). Sus estimaciones arrojan efectos significativos. Encuentran que la deducción fiscal aumenta los gastos en I+D en un 1,35 por 100 de media, confirmando con ello un efecto estímulo del crédito fiscal. Desde su especificación favorita derivan un multiplicador BFTB mayor que 1, aunque débilmente significativo, para aquellas empresas por encima del umbral máximo, y mayor que 2 para las empresas por debajo del umbral máximo (altamente significativo). Duguet (2007) realiza una regresión de variables *dummy* similar con un panel de empresas francesas, tomando la tasa de crecimiento de la I+D privada, neta de deducciones fiscales y subsidios recibidos, como variable dependiente y encontrando que, en media, la deducción fiscal incrementa la tasa de crecimiento de la inversión privada entre un 0,05 y un 0,10 por 100, pero sin computar el correspondiente multiplicador.

El método de *matching* es un enfoque más general y sofisticado que el de la regresión de variables *dummy*. Básicamente, compara los resultados respectivos (por ejemplo, los gastos en I+D) de parejas de empresas que son lo más similares o comparables posible, excepto por el hecho de que una de ellas es la que ha recibido el tratamiento, es decir, la deducción fiscal. Ya que ésta es la única diferencia entre las parejas de empresas, las diferencias en los resultados sólo pueden deberse al tratamiento. Por supuesto, en la práctica, es imposible encontrar empresas que sean perfectamente comparables, por lo que la comparación se hace sobre la base de un conjunto de variables de control bajo el supuesto de que sólo estas variables de control tienen un efecto potencial sobre los resultados seleccionados. En una primera etapa, se crean dos grupos de empresas, las tratadas y las del grupo de control. Cada empresa del grupo «tratado» se asocia a una empresa del grupo de control que es la más parecida a ella. Este proceso de asociación o de emparejamiento se puede lograr mediante el uso de distintas técnicas. En una segunda etapa, se calculan las diferencias de resultados (por ejemplo, los gastos o la intensidad en I+D) pareja a

pareja, y la diferencia media entre parejas se interpreta como una estimación del efecto del sistema de deducciones fiscales.

Duguet (2007) aplica el método de *matching* para la evaluación del efecto de las deducciones fiscales a la I+D en Francia en el periodo comprendido entre 1993 y 2003, durante el cual las deducciones fiscales fueron plenamente incrementales, y cuyas características no variaron demasiado. El propósito concreto del análisis es el de evaluar el efecto de las deducciones fiscales, consideradas de una forma binaria (tratamiento *vs.* no tratamiento), sobre la tasa de crecimiento anual del gasto en I+D privado. Si dos empresas tienen la misma probabilidad estimada de obtener el crédito fiscal, pero sólo una lo solicita y efectivamente lo recibe, se puede concluir que el sistema de deducciones fiscales sigue una distribución aleatoria. Ésta es una manera artificial de crear el experimento aleatorio en el que las deducciones fiscales son propuestas a empresas elegidas de manera aleatoria, mientras que las no elegidas pueden utilizarse como grupo de control.

De hecho, Duguet considera dos conjuntos de estimaciones para cada año: uno para la muestra completa de empresas (incluyendo aquellas que no realizan I+D o reducen su gasto en I+D y, por tanto, no pueden beneficiarse de la deducción fiscal incremental) y otro para la submuestra de empresas que han incrementado sus gastos de I+D. Trabajar con las submuestras implica que haya suficientes empresas que estén cualificadas para recibir el crédito fiscal, pero que no lo soliciten. Esto puede ser porque: 1) las empresas ignoren la existencia de esta política; 2) la mayor parte de sus gastos de I+D no cumplan los requisitos del sistema de deducciones fiscales; 3) consideren la solicitud de la deducción demasiado compleja y costosa; 4) teman que pedirla incremente la probabilidad de ser auditadas por los servicios oficiales que administran los impuestos.

Los dos conjuntos de estimaciones producen resultados bastante diferentes. Además, los resultados varían sustancialmente de año en año, y muchos de ellos no son estadísticamente significativos, con efectos sobre las tasas de crecimiento anuales de la I+D que van del 0,01 por 100 al 0,1 por 100. Las estimaciones obtenidas con la submuestra de empresas con I+D creciente son menores que las obtenidas con la muestra completa, lo que no es sorprendente. Presentando los resultados en forma de multiplicadores BFTB, Duguet encuentra un BFTB de cero (un euro de crédito fiscal genera cero I+D adicional) para la submuestra, y un BFTB de 2,3 en el caso de la muestra completa. Es difícil decir qué grupo de control es preferible (4).

4. Modelización econométrica estructural

Este enfoque para evaluar el sistema de deducciones fiscales a la I+D ha sido utilizado por la Oficina Contable del Gobierno (GAO) de los Estados Unidos y por Hall (1993), y desde entonces se ha aplicado en varios estudios realizados para distintos países. Sigue el marco tradicional del análisis econométrico estructural, que se sustenta en un modelo económico del comportamiento inversor en I+D de la empresa y que utiliza las técnicas econométricas más apropiadas para el modelo y los datos disponibles. El modelo establece que el nivel de inversión en I+D de la empresa viene determinado por el coste de uso del capital de I+D, es decir, el coste real al que se enfrenta la empresa cuando toma una decisión de invertir en I+D, que es función del tipo de deducción fiscal, entre otras variables. *Ceteris paribus*, cuanto mayor es el coste de uso de la I+D, menor es la inversión en I+D. Una ventaja de este enfoque es que permite llevar a cabo una evaluación más informativa de la política y de los cambios en ésta.

El modelo econométrico estructural, por tanto, no estima directamente los efectos de las deducciones fiscales a la I+D sobre ésta, sino que implica dos pasos fundamentales, que son:

— Conocer la respuesta del coste de uso de la I+D a los cambios en el tipo de la deducción fiscal teniendo también en cuenta otras características del diseño del sistema de deducciones fiscales (incremental *versus* por volumen, existencia de topes máximos, etcétera).

— Especificar y estimar un modelo econométrico de respuesta del capital o la inversión en I+D de las empresas a cambios en el coste de uso de dicho capital en investigación y desarrollo.

El coste de uso del capital en I+D, como cualquier coste de alquiler, se define como el coste de usar una unidad de capital durante un año (Hall y Jorgenson, 1971). El coste de uso incluye el precio de comprar esta unidad de capital, el tipo de interés que habría generado el dinero empleado para comprarlo, la tasa económica de depreciación de la unidad y las ganancias o pérdidas por inflación (5). También depende del tipo del impuesto de sociedades que paga la empresa, de las reglas concretas de amortización fiscal de la I+D y de las características del sistema de

deducciones fiscales a investigación y desarrollo.

Normalmente, el modelo econométrico es una regresión del capital o la inversión en I+D sobre el coste de uso del capital de I+D y un conjunto de variables explicativas específicas de empresa (en particular, las ventas), incluyendo diferentes retardos de estas variables para tener en cuenta el comportamiento dinámico de la empresa. Ello permite estimar las elasticidades del capital de I+D respecto al propio precio a corto y a largo plazo (es decir, el perfil temporal de variaciones de la I+D cuando cambia el coste de uso). Cuando se dispone de datos de panel, se pueden incluir efectos individuales de empresa para corregir la heterogeneidad inobservable (es decir, variables inobservables, pero relevantes, que varían entre empresas, pero que permanecen prácticamente constantes a lo largo del tiempo en la misma empresa). Bajo un esquema de deducciones fiscales incrementales o mixtas, el coste de uso de la I+D es endógeno, ya que depende del nivel de los gastos en investigación y desarrollo.

Para evaluar el sistema de deducciones fiscales a la I+D en Francia, Mairesse y Mulkay (2004) utilizan un modelo econométrico de este tipo para un panel no equilibrado (*unbalanced panel*) de 2.431 empresas (principalmente del sector industrial) a lo largo de un periodo de dieciocho años comprendido entre 1980 y 1997. Encuentran una elasticidad a largo plazo del capital de I+D con respecto al coste de uso de –2,7, lo que evidencia un efecto positivo y significativo del crédito fiscal sobre los gastos en I+D. Estos autores también realizan una simulación de política para 2003. Suponen un incremento (de un 50 por 100 a un 60 por 100) del tipo legal de la deducción fiscal por incremento de un 20 por 100, junto con un incremento del techo máximo de la deducción del 20 por 100. Este cambio en la política habría generado entre 168 y 320 millones de euros de gasto privado adicional en I+D, bastante más que los gastos adicionales del Gobierno en las deducciones fiscales (88 millones de euros o el 20 por 100). El multiplicador BFTB estaría, por tanto, entre 2 y 3,6. Es decir, un euro de deducción fiscal genera entre 1 y 2,6 euros de inversión privada adicional en investigación y desarrollo (6).

Recientemente se han publicado artículos sobre la evaluación de las deducciones fiscales a la I+D en España. Se basan en muestras de datos de panel que cubren la década de 1990, construidas a partir de la misma encuesta realizada a empresas (*Encuesta sobre estrategias empresariales*). El sistema de deducciones fiscales español ha cambiado varias veces desde su introducción y presenta un diseño mixto, combinando una base por volumen y una base por incremento (Romero y Sanz, 2007). Todos los análisis distinguen entre pequeñas y grandes empresas, mostrando que los resultados son diferentes entre los dos grupos y sugiriendo que el crédito fiscal puede ser más eficiente en costes si se tiene en cuenta el tamaño de las empresas.

Marra (2004) encuentra una elasticidad de los gastos en I+D respecto al coste de uso del –0,6 y –0,8 para pequeñas y grandes empresas, respectivamente, y una elasticidad del coste de uso al tipo de la deducción fiscal del –0,5 para ambos tipos de empresas, y por tanto una elasticidad combinada de la I+D al tipo de la deducción fiscal de aproximadamente 0,3 para las pequeñas empresas y de 0,4 para las grandes. Corchuelo (2006) obtiene una mayor elasticidad del coste de uso de los gastos de I+D (–1,2). Romero y Sanz (2007) encuentran una elasticidad de los gastos de I+D respecto al coste de uso de alrededor de –1,0, y una elasticidad del coste del uso al tipo de la deducción fiscal de aproximadamente el –1,5 y, en consecuencia, una elasticidad combinada de la I+D al tipo de la deducción fiscal de 1,5 (7). También calculan un multiplicador BFTB igual a 0,25, indicando que la política fiscal no es muy eficiente.

Uno de los estudios más recientes que siguen el método econométrico estructural del coste de uso es la evaluación del sistema holandés de deducciones fiscales a la I+D (WBSO) realizado por Lokshin y Mohnen (2009). El WBSO es un crédito fiscal por volumen que se fundamenta en los costes laborales de la I+D y que tiene dos topes máximos, definiendo un primer intervalo con una deducción fiscal mayor y un segundo con una menor (8). Al igual que en Mairesse y Mulkay (2004), pero para un panel no equilibrado más pequeño y más corto (de 400 empresas para el periodo 1996-2004), estos autores calculan un coste del uso del capital de I+D para cada empresa que depende de las características del sistema de deducciones fiscales a la I+D, y estiman la elasticidad del capital en I+D respecto al coste de uso considerando distintas especificaciones de regresión dinámicas y teniendo en cuenta de diferentes modos la endogeneidad del coste de uso. Encuentran elasticidades significativas al coste de uso a corto plazo que van desde –0,2 a –0,5 dependiendo de la especificación dinámica, y elasticidades a largo plazo que van desde –0,5 a –0,8. Para hallar el multiplicador BFTB, Lokshin y Mohnen (2009) también simulan un escenario contra-

factual en el que el crédito fiscal no existe, y estiman cuánto habrían invertido las empresas en I+D en dicho escenario. Obtienen que, en media para todas las empresas, el multiplicador es aproximadamente de 0,5, pero que es significativamente mayor que 1,2 para las pequeñas y medianas empresas (menos de 250 empleados) y significativamente menor que 0,4 en el caso de las empresas más grandes.

IV. EVALUACIÓN DE OTROS EFECTOS DEL SISTEMA DE DEDUCCIONES FISCALES A LA I+D

Este apartado contiene un enfoque más extenso de la evaluación del crédito fiscal, ya que completa el enfoque de los *inputs* presentado y desarrollado en el apartado anterior. Analiza otras consecuencias de las deducciones fiscales, tales como la decisión de comenzar a hacer I+D, el resultado de la I+D, el bienestar social y los efectos no buscados.

1. Efectos sobre la decisión de comenzar a realizar I+D

El incremento de la I+D se puede lograr mediante el estímulo de las empresas que ya llevan a cabo actividades de I+D, pero también se puede lograr animando a las empresas (y en concreto a las PYME) a que se involucren en la I+D. De ahí que la evaluación del impacto del sistema de deducciones fiscales sobre la decisión de una empresa de empezar a realizar I+D suscite aspectos específicos y complejos. Comprometerse en actividades de I+D, incluso a bajo nivel, implica para la empresa ciertos costes fijos y de aprendizaje sobre los cuales existe poca información, o ninguna. La decisión de comenzar a invertir en I+D puede justificar especiales disposiciones políticas (9).

La falta de información adecuada es una razón fundamental de por qué sólo unos pocos estudios de evaluación han considerado este asunto, a pesar de su importancia. Más investigación sobre el proceso que lleva a involucrarse en la I+D arrojaría luz sobre las siguientes cuestiones:

— ¿Qué hace que las empresas se decidan a realizar I+D? Por ejemplo, las exportaciones están altamente correlacionadas de forma positiva con la I+D, pero es difícil desentrañar cuál es la causa y cuál el efecto.

— ¿Animan realmente los incentivos fiscales a las empresas a iniciar actividades de I+D? Se podría temer que los incentivos fiscales no fueran suficientes para provocar la decisión de invertir en I+D. Y también se podría pensar que los incentivos fiscales incitan a las empresas a revelar las actividades de I+D que ya han hecho, o a incluir actividades informales de innovación dentro de las de I+D. Por tanto, sería difícil distinguir entre el verdadero impacto del crédito fiscal y un efecto de revelación o de reclasificación.

— ¿Es duradero el impacto del crédito fiscal sobre la iniciación de actividades de I+D, o se agota rápidamente el conjunto de las empresas potencialmente candidatas a desarrollarlas?

— ¿Es realmente eficaz impulsar a las pequeñas empresas a que realicen actividades de I+D? Si los costes fijos y las economías de escala son importantes, no debería sorprender que la mayoría de pequeñas empresas no se puedan permitir invertir en I+D y ser grandes innovadoras.

— Desde el punto de vista de la evaluación técnica, avanzar en la explicación de la decisión de iniciar I+D también ayudaría a controlar el sesgo potencial de selección cuando se analiza el impacto del sistema de deducciones fiscales sobre las empresas que realizan investigación y desarrollo.

Corchuelo (2006), en su evaluación del sistema de deducciones fiscales en España, estima de hecho un modelo *tobit* generalizado con el coste de uso del capital de I+D tanto en la ecuación de selección *probit* como en la regresión de la intensidad. Obtiene una significativa elasticidad del coste de uso sobre la probabilidad de hacer I+D de alrededor de -2,7. Hægeland y Møen (2007b), en su análisis de las deducciones fiscales a la I+D en Noruega, concluyen que en 2003 y 2004, justo después de introducir el crédito fiscal, las empresas que no realizaban I+D dos años antes tenían una mayor probabilidad (la probabilidad aumenta un 7 por 100), de invertir en I+D que en el periodo 1995-2001. Pero eso deja de cumplirse en 2005, lo que viene a indicar que el conjunto de empresas susceptible de iniciar actividades de I+D se había agotado para aquel entonces.

2. Resultados de la innovación y productividad

Bajo el supuesto de que la productividad marginal de la I+D decrece dentro de las empresas, la I+D adicional generada por las deducciones fiscales sería menos productiva y podría generar logros limitados. Por tanto, es importante ser capaces de evaluar el sistema de deducciones fiscales a la I+D no sólo en términos de los *inputs* de ésta sino también de sus *outputs* o resultados. Normalmen-

te, se utilizan dos variables para medir los resultados de la I+D: el número de patentes concedidas o solicitadas por la empresa y los indicadores de innovación de proceso y producto que aparecen en las encuestas de innovación. Éstas son, por supuesto, medidas imperfectas, porque no todas las innovaciones patentadas o declaradas son productivas para la empresa o para la economía en su conjunto. Una visión realista del proceso de producción de innovaciones requiere también tener en cuenta la dimensión temporal. Una patente o una innovación declarada pueden ser el resultado de varios años de investigación en un proyecto, y la duración media de un proyecto depende de la actividad y del tipo de investigación (fundamental, aplicada o de desarrollo).

El efecto del crédito fiscal a la I+D sobre las patentes y sobre las innovaciones de proceso y producto debería traducirse también en las ventas y la productividad de la empresa. El modelo de empresa desarrollado por Crépon, Duguet y Mairesse (1998), conocido como modelo CDM, ofrece un marco econométrico para analizar estas cuestiones. Relaciona I+D, innovación y productividad en un modelo en tres etapas. La primera considera la decisión de la empresa de hacer I+D y la intensidad con que lo hace. La segunda explica la innovación (ya sea en términos de patentes, indicadores de innovación de proceso y producto o porcentaje de ventas debido a productos nuevos o mejorados) como una función de la I+D y de otras variables. La tercera etapa consiste en una regresión de la productividad sobre la innovación y los factores tradicionales de producción (intensidad del trabajo y del capital físico). El coste de uso del capital en I+D podría incluirse en la primera ecuación de intensidad de la primera etapa, como se hace en el enfoque de la modelización estructural (descrito en el epígrafe III.4), y también en la ecuación de selección. El efecto directo de las deducciones fiscales a la I+D sobre los gastos en I+D de la empresa, y sus efectos indirectos sobre la innovación y la productividad, podrían, de este modo, estimarse de manera consistente en el marco del modelo CDM. Hasta donde nosotros conocemos, de momento no se ha intentado, probablemente debido a la limitación de los datos y a las dificultades econométricas intrínsecas.

Czarnitzki, Hanel y Rosa (2005) analizan el efecto del crédito fiscal sobre la innovación, utilizando técnicas de *matching* en una gran muestra de sección-cruzada representativa de las empresas del sector industrial. Utilizan la información proporcionada por la *Encuesta de innovación* de 1999 llevada a cabo por la Oficina Estadística de Canadá y utilizan concretamente cuatro variables de innovación de producto. Las dos primeras son indicadores binarios de si la empresa introdujo una innovación nueva para Canadá o para el mundo, mientras que la tercera es el número de productos nuevos o sensiblemente mejorados producidos por la empresa y la cuarta es el porcentaje de ventas correspondiente a estos productos innovadores.

Czarnitzki y sus coautores pueden de este modo comparar los resultados de la innovación de las empresas que reciben las deducciones fiscales a la I+D con los de aquellas que no las reciben. Al igual que Duguet (2007), consideran dos grupos de control: el primero basado en todas las empresas que no se benefician del crédito fiscal, y el segundo que considera sólo las empresas que realizan I+D sin aplicar la deducción fiscal (10). Muestran que las empresas canadienses que reciben el crédito fiscal declaran conseguir un mayor número de innovaciones de producto, es más probable que generen innovaciones nuevas para el mercado y tienen un mayor porcentaje de productos innovadores en las ventas totales. De este modo, concluyen que el sistema de deducciones fiscales canadiense anima a las empresas a hacer más I+D, lo que conduce a innovaciones valoradas por el mercado (11).

3. El salario de los investigadores

Las políticas públicas, en general, pueden tener efectos no buscados o colaterales, positivos y negativos, que deben ser tomados en cuenta por los gestores de la política económica a la hora de diseñar o modificar dichas políticas. La posibilidad de incrementar los precios de la I+D, y particularmente los salarios de los investigadores, es el efecto colateral del sistema de deducciones fiscales a la I+D más reconocido, aunque todavía poco estudiado. Un sistema de deducciones fiscales que estimule fuertemente los gastos en I+D de las empresas puede alentar y reforzar la demanda de personal cualificado para la I+D, con el resultado de un incremento en sus salarios, al menos a corto plazo, si la oferta de tal personal no es lo suficientemente elástica. En esta situación, los gastos adicionales de I+D alimentan todavía más rápido los precios de la I+D, y no se corresponderían con una I+D adicional eficaz. Aun así, ello no implica directamente que la política haya sido un fracaso: es probable que el incremento de precios produzca un incremento en la oferta y lleve a un aumento del trabajo y del capital de I+D en la economía a largo plazo. De este modo, el crédito fiscal puede tener efec-

tos sobre el precio de la I+D (tipo de interés del capital de I+D, salarios de los investigadores) y sobre el *stock* de I+D y el número de trabajadores en ésta. Evaluar la eficiencia del sistema de deducciones fiscales implica también fijarse en estas cuestiones, pero sólo lo han hecho unos pocos investigadores.

Goolsbee (1998) ha iniciado tal investigación con un estudio sobre los ingresos de 17.700 investigadores e ingenieros, usando la información proveniente de la *Encuesta de población* en Estados Unidos (para el periodo 1968 - 1994) y datos macroeconómicos. Lleva a cabo regresiones de los ingresos individuales sobre los porcentajes de gasto en I+D sobre PIB y de la I+D financiada por el gobierno sobre PIB, incluyendo también un conjunto de variables explicativas con el fin de capturar el efecto de los ciclos económicos y de las características individuales. Halla una relación positiva y significativa entre el gasto en I+D y los ingresos del personal adscrito a ésta, y argumenta que ésta es una relación causal que muestra que el gasto en I+D tiene un efecto fuerte y significativo sobre sus salarios. Las estimaciones convencionales del efecto de las políticas de I+D estarían en gran medida sobrestimadas debido a este hecho. El análisis de Goolsbee, sin embargo, no convence del todo, ya que no tiene en cuenta, por ejemplo, las ganancias de productividad de los investigadores, y no aborda explícitamente la cuestión de la causalidad inversa: el Gobierno apoya la I+D privada porque cada vez es más y más costosa (12).

Pero, independientemente de sus debilidades, el análisis de Goolsbee suscita una cuestión que debería formar parte de una evaluación integral de las políticas de I+D. Evaluar el efecto de las deducciones fiscales sobre los precios de la I+D requiere una estrategia de identificación precisa. De hecho, es probable que un movimiento subyacente común pueda ser el responsable tanto de la ejecución de políticas de I+D como del incremento de la productividad de los trabajadores de ésta. Por ejemplo, el desarrollo de la globalización empuja las capacidades innovadoras de empresas y países en los países industrializados, lo cual lleva a incrementos en los salarios para atraer personal más productivo y urge a los gobiernos a reforzar su política de I+D. Dos estudios recientes con datos de empresas coinciden en que el efecto de las deducciones fiscales a la I+D sobre los salarios de los trabajadores a ella adscritos es bastante débil. Haegeland y Møen (2007b) estiman que el efecto salario podría reducir un 0,3 los altos multiplicadores BTFB que obtienen para Noruega. Lokshin y Mohnen (2008), en un trabajo complementario a su análisis principal para Holanda, hallan un estimador del orden de 0,10 para la elasticidad de los salarios del personal de I+D con respecto a la cantidad de la deducción fiscal (es decir, la fracción de las nóminas salariales apoyadas por el esquema de deducciones fiscales holandés).

4. El bienestar social

El bienestar social es un resultado todavía más complejo de medir que el gasto en I+D. La evaluación de una política en términos de bienestar social debería hacerse en el ámbito del análisis coste-beneficio, idealmente teniendo en cuenta todos los efectos significativos directos e indirectos de la política sobre la economía y la sociedad. Las deducciones fiscales a la I+D pueden considerarse eficaces en términos de bienestar social si estimulan la innovación y la productividad e impulsan la I+D, y si lo hacen sin movilizar recursos que pudieran haber sido mejor utilizados en inversiones alternativas. Sólo conocemos un intento de evaluar la política de deducciones fiscales sobre el bienestar, que es el de Parsons y Phillips (2007). En su análisis coste-beneficio para el caso de Canadá, los efectos del crédito fiscal sobre el bienestar social se manifiestan a través de cinco principales canales, que están cuantificados en céntimos por dólar y que recogen el efecto neto global de la política:

— El crédito fiscal estimula las inversiones de I+D para alcanzar un nivel socialmente más eficiente, ayudando a reducir la brecha entre el nivel óptimo para las empresas individuales y el óptimo para la sociedad. Su efecto primario es, por tanto, el rendimiento social en forma de externalidades de la I+D (*spillovers*).

— El crédito fiscal incrementa el excedente del productor de las empresas al disminuir el coste de cada unidad de I+D, y de este modo las estimula a hacer más I+D a este menor coste.

— El crédito fiscal tiene un coste social directo que es igual a la cantidad de ingresos fiscales a los que renuncia el Gobierno.

— El crédito fiscal tiene también costes de administración y de control que afectan tanto a las autoridades como a las empresas.

— El crédito fiscal tiene un coste de oportunidad, ya que la recaudación impositiva a la que se renuncia podría haber sido utilizada en otros gastos públicos o en una disminución de impuestos (13).

Parsons y Phillips (2007) hacen una revisión cuidadosa de varios

estudios previos para calibrar los beneficios y costes de los cinco canales. Considerándolos todos, el incremento mediano en el bienestar social rondaría los 10 céntimos por dólar de deducción fiscal, indicando que la política de deducciones fiscales en Canadá es, de hecho, socialmente eficiente. Sin embargo, estos autores también analizan la sensibilidad de este resultado a la incertidumbre e imprecisión de las diferentes estimaciones que subyacen a su calibración, y muestran que, con un rango de pequeñas variaciones, el efecto global neto de la política sobre el bienestar social puede ser tanto positivo como negativo. Ello da una idea de las limitaciones de tal análisis coste-beneficio, que es tan complicado como ambicioso.

V. COMPARABILIDAD DE LAS EVALUACIONES Y UN EJERCICIO TENTATIVO DE META-ANÁLISIS

Como se ha puesto de manifiesto en los recientes estudios que hemos presentado, las evaluaciones de las deducciones fiscales pueden arrojar resultados contrapuestos, incluso cuando se toma como referencia un resultado definido como el multiplicador BFTB.

Un estudio de evaluación aislado nos puede proporcionar indicaciones muy útiles sobre la efectividad de una política dada en un contexto concreto. Pero la comparación de estudios en diferentes países y en diferentes periodos puede suscitar planteamientos sobre qué diseños de política pueden ser los más apropiados y eficientes. Tales comparaciones les serían, por tanto, más útiles a los gestores de la política económica que se enfrentan a las decisiones de si introducir o no sistemas de deducciones fiscales a la I+D o en qué medida reformar los ya existentes. Hacer balance de los resultados de varios estudios plantea sin duda muchas dificultades, y la mejor manera sería compararlos en el contexto de un meta-análisis, tratando de tener en cuenta las principales fuentes de diferencias. Tras poner de relieve las fuentes de estas diferencias, a título fundamentalmente ilustrativo presentaremos un intento provisional muy incompleto de meta-análisis.

1. Límites a la comparación de los estudios de evaluación

La comparación entre diferentes análisis de evaluación debería ayudar, en principio, a los gestores de la política económica a evaluar la eficiencia y mejorar el diseño y la aplicación de políticas públicas. No obstante, las diversas evaluaciones del sistema de deducciones fiscales a la I+D arrojan resultados muy diferentes y potencialmente contradictorios. ¿Cómo interpretar tales diferencias de los resultados de evaluación? La comparación en términos de multiplicadores BFTB parece atractiva al menos por tres razones. La primera es que son fáciles de comprender por profanos y que proporcionan una idea sintética de la efectividad de la política. En segundo lugar, parecen proporcionar también un modo estandarizado de presentar los resultados y de hacerlos comparables entre países, periodos y diferentes esquemas de deducciones fiscales. En tercer lugar, todas las estimaciones provenientes de los diversos métodos de evaluación pueden, en principio, convertirse en los multiplicadores correspondientes. En general, y aunque limitados al único resultado del gasto adicional de I+D, los multiplicadores BFTB parecen ser un buen criterio para comparar evaluaciones del crédito fiscal. Parsons y Philips (2007), a pesar de proponer que se considere el marco general del análisis coste-beneficio, indican que se los use como primer escenario de comparación.

Idealmente, las diferencias en los multiplicadores estimados deberían reflejar principalmente diferencias en la eficacia de la política. Sin embargo, se estiman con mayor o menor precisión y también pueden sufrir un cierto sesgo. Los estudios realizados para el mismo país y el mismo periodo de tiempo pueden llevar a resultados muy diferentes, como por ejemplo el contraste entre Mairesse y Mulkay (2004; 2008), que dicen que el sistema de deducciones fiscal francés es eficiente siguiendo un enfoque estructural econométrico, y Duguet (2007), que alcanza una conclusión similar o mucho menos optimista dependiendo del grupo de control elegido al aplicar las técnicas de emparejamiento.

En la práctica, las diferencias existentes en los multiplicadores BFTB entre trabajos pueden reflejar:

— *Auténticas diferencias en la eficacia de la política*, que se explican por las características y los diseños diferentes de las diversas políticas. Estas diferencias interesan a los gestores de la política económica.

— *Diferencias metodológicas.* Algunos métodos pueden ser más exigentes que otros; también pueden ser más relevantes y generar resultados más informativos.

— *Heterogeneidad asociada al país.* Por varias razones, tales como la composición industrial, la estructura del mercado y las características de la política económica en general y las del impuesto de sociedades en particular, empresas en países distintos pue-

den reaccionar de manera diferente a políticas de deducción fiscal idénticas.

— *Diferencias temporales.* Los estudios llevados a cabo a lo largo de distintos periodos pueden arrojar resultados diversos debido a cambios en la situación económica nacional e internacional. Dependiendo de la longitud del periodo de estudio, los efectos a largo plazo pueden ser más o menos identificados con seguridad y estimados con precisión.

— *Sesgos en la publicación* (Ashenfelter *et al.*, 1999). Tales sesgos pueden surgir del hecho de que los autores tienen una tendencia natural a buscar resultados positivos y porque es más fácil publicar artículos que muestran que una política tiene un impacto significativo que si no es así.

Los multiplicadores BTFB estimados en distintos estudios de evaluación deberían, de este modo, ser comparados con gran cautela y no darlos por hechos demasiado ingenuamente. Agruparlos y examinarlos en el contexto de un meta-análisis es probablemente la mejor manera de controlar las potenciales fuentes de diferencias no relacionadas con la verdadera eficiencia y hacer los resultados más comparables. Así, el número relativamente limitado de evaluaciones sobre el crédito fiscal a la I+D, junto a la variedad de enfoques metodológicos, diseños de política y contextos económicos, hace que sea un reto intentar tal meta-análisis (14). Muchos estudios no presentan sus resultados en forma de BFTB; algunos de ellos no especifican las desviaciones estándar o los intervalos de confianza; algunos también presentan tantas estimaciones dependiendo de supuestos distintos que es difícil elegir aquel o aquellos a incluir en el meta-análisis. A pesar de todas estas dificultades, resulta valioso reunir la mayor parte de los estudios que evalúan el impacto de las deducciones fiscales a la I+D en términos de multiplicadores BFTB (y/o elasticidades) y compararlos cuidadosamente, incluso si no se hace mediante un meta-análisis formal.

En el futuro, los gestores de la política económica también deberían apoyar los esfuerzos para promover la comparación y la armonización de las evaluaciones de los incentivos fiscales a la I+D (European Commission, 2006 y 2008). Sin impedir a los investigadores que utilicen distintos métodos de investigación y traten de mejorarlos, se debería definir y acordar, en el ámbito de los países de la OCDE o la Unión Europea, un marco armonizado de evaluación y una serie de recomendaciones. Ello contribuiría a ampliar el alcance de las decisiones de política económica basadas en la evidencia. En vez de responder simplemente a la pregunta ¿es eficaz el diseño de esta política?, ayudaría a responder a esta: ¿cuál es el diseño más eficaz?

2. Un meta-análisis provisional e incompleto

Sería muy costoso llevar a cabo un meta-análisis cuidadoso de las evaluaciones de los sistemas de deducciones fiscales a la I+D que incluyese la serie de variables de control potencialmente relevantes en la regresión. Sin embargo, es posible tener una intuición del tipo de inferencias que pueden deducirse desde el primer momento mediante este meta-análisis.

Parsons y Phillips (2007) ya adoptan un enfoque meta-analítico, centrado en la dimensión del país, cuando comparan las medias por país de los impactos estimados del sistema de deducciones fiscales a la I+D en estudios hoy disponibles sobre Canadá y Estados Unidos, y hallan que, en media, el multiplicador BFTB es igual a 0,91 en Canadá, comparado con el de 1,42 de Estados Unidos. Ello quiere decir que el crédito fiscal a la I+D estadounidense es mucho más eficaz que el canadiense: un dólar de deducción fiscal genera 50 céntimos más de I+D en un país que en el otro. Desde el punto de vista de los gestores de política económica, ello debería interpretarse en términos de eficiencia relativa del diseño de la política. Puesto que la deducción fiscal americana es incremental, mientras que la canadiense es por volumen, se podría concluir que el diseño incremental es preferible al de volumen. La brecha en la eficiencia del crédito fiscal también podría imputarse a la heterogeneidad del país, pero ello no es muy verosímil en este caso, ya que Estados Unidos y Canadá están comercialmente integrados, y sus economías son las más comparables en términos de organización general y resultados.

Apoyándonos en 33 estimaciones de multiplicador BFTB, provenientes en su mayoría de los estudios citados por Parsons y Phillips (2007), en primer lugar examinamos si estos resultados difieren en su dimensión temporal o no. Una tendencia creciente podría indicar algún progreso general en el diseño y la aplicación de la política fiscal y en el aprendizaje por parte de las empresas. Una tendencia positiva o negativa también podría reflejar una mejora de los métodos de evaluación. Para asignar un año a cada estimación, tomamos el promedio de años del periodo de estudio: por ejemplo, al multiplicador estimado por Mairesse y Mulkay (2004) le asignamos el año 1989, que es el punto medio de su periodo de estudio (1982-1996). Los valores estimados de los BFTB y sus años medios

de estimación aparecen en el apéndice (cuadro A.1). El gráfico 1 representa los multiplicadores BFTB estimados en el eje de ordenadas, y los correspondientes años medios de la estimación en el eje de abscisas.

La regresión lineal ajustada a los datos muestra que las estimaciones de los BFTB tienden a incrementarse a lo largo del tiempo a una tasa anual media, débilmente significativa, del 2,5 por 100 (15). Ello es bastante grande, indicando un incremento medio total del 60 por 100 en treinta años (el número de años existente entre nuestras primeras y últimas estimaciones). Por supuesto, el resultado debe tomarse con cautela, pero al menos no contradice la idea de que las políticas de deducción fiscal a la I+D podrían haber sido cada vez más eficientes a lo largo de los años, posiblemente debido a haber compartido buenas prácticas en el lanzamiento o la reforma de los diseños de la política y en su aplicación.

También averiguamos si podemos encontrar alguna evidencia de la presencia de un sesgo de publicación, confiando en el método desarrollado y utilizado por Ashenfelter *et al.* (1999), analizando las numerosas estimaciones de los rendimientos de la educación. Una razón básica para pensar en la existencia de un sesgo de publicación es que, a igual calidad científica, tiene más posibilidades de ser enviado para su publicación y publicado un estudio que muestre que el efecto es positivo, como se esperaba, y significativamente distinto de cero respecto a otro estudio que muestre que este efecto es insignificante o incluso negativo. Como consecuencia, la media de las estimaciones de los estudios publicados tiende a ser una sobrestimación del verdadero efecto medio.

Debido a que es mucho más difícil, si no imposible, tener acceso a trabajos no publicados, resulta todo un reto saber si hay un sesgo de publicación. Ashenfelter *et al.* (1999) señalan que, en ausencia de sesgo, no hay razón para pensar que la precisión de las estimaciones publicadas deba depender de su magnitud, y por tanto no debería observarse una correlación positiva entre estas estimaciones y su error estándar. Por el contrario, si hay un sesgo de publicación, se podría esperar una correlación positiva entre las estimaciones publicadas y sus errores estándar. De hecho, cuando disminuye el nivel de precisión (incrementándose los errores estándar), es más probable que se muestren las estimaciones mayores que las menores. Una correlación significativamente positiva entre las estimaciones presentadas y los errores estándar sugiere la existencia de un sesgo de publicación, inclu-

GRÁFICO 1
MULTIPLICADORES BFTB ESTIMADOS A LO LARGO DEL TIEMPO

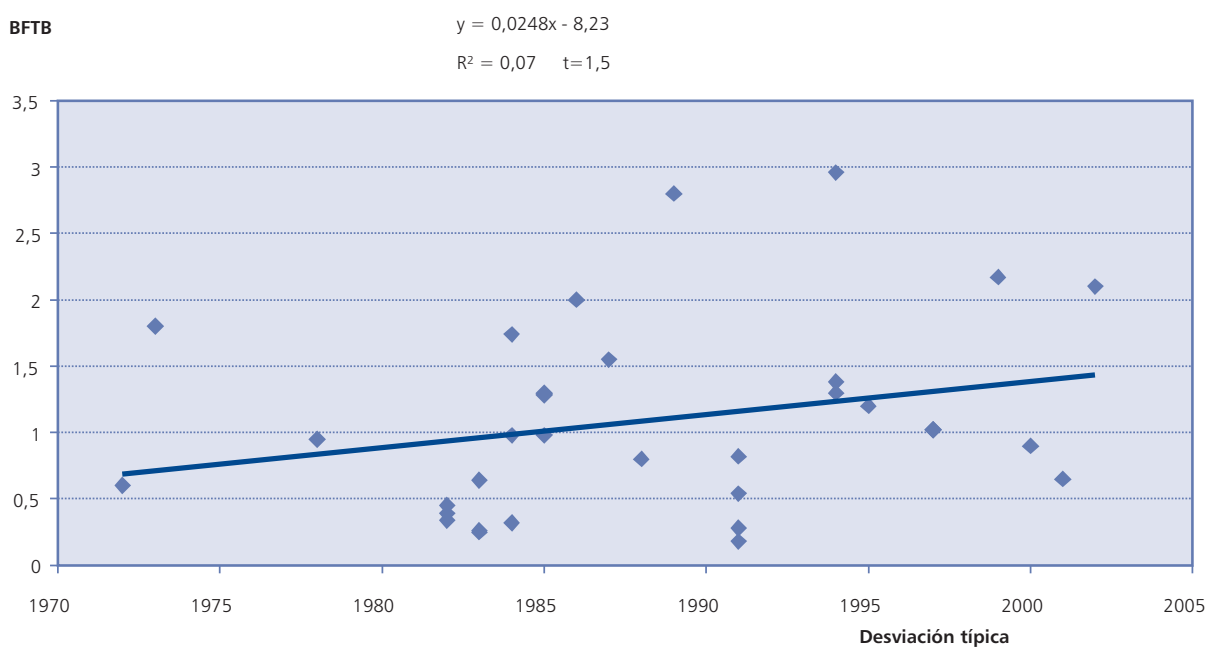
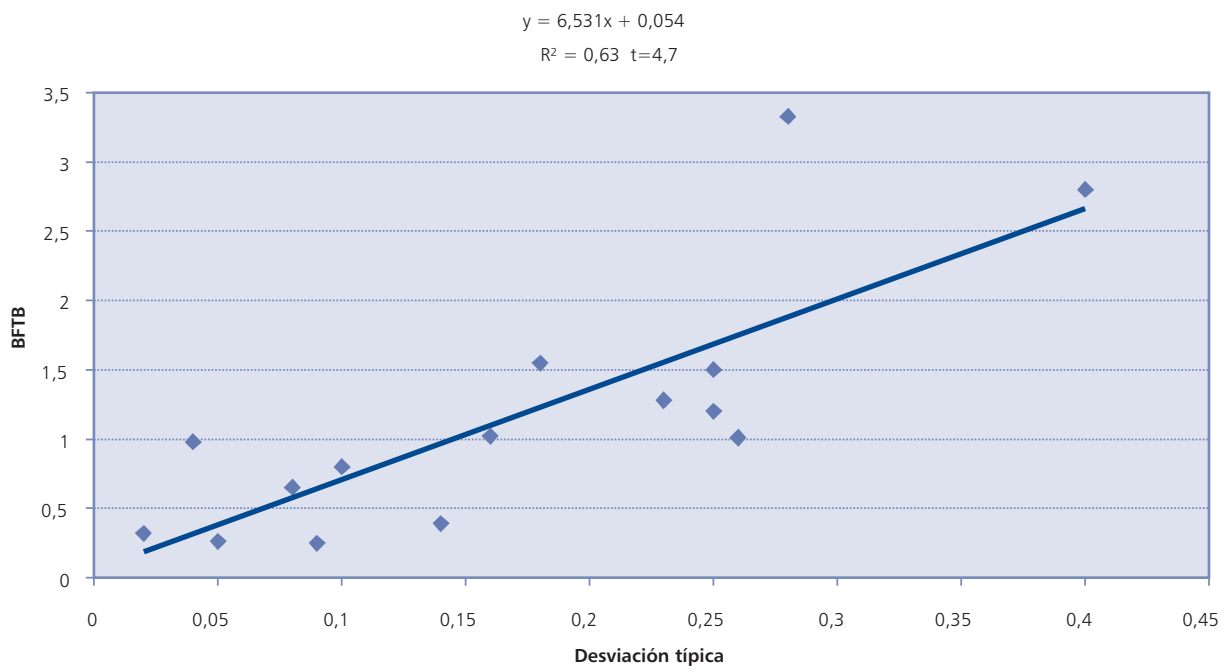


GRÁFICO 2
ESTIMACIONES DE LOS MULTIPLICADORES BFTB Y SUS DESVIACIONES TÍIPICAS



so aunque éste pueda deberse a otros factores (16).

En el cuadro A.2 del apéndice, mostramos los 15 multiplicadores BFTB estimados, de los que podemos recuperar los errores estándar entre los 33 considerados. De hecho, muchos estudios no facilitan los errores estándar de los multiplicadores BFTB, por lo que los calculamos siempre que resulta posible. Cuando se proporciona un intervalo de confianza al 95 por 100, obtenemos el error estándar de la estimación bajo el supuesto de que sigue una distribución aproximadamente normal, y que la longitud del intervalo de confianza del 95 por 100 es cuatro veces el error estándar. Por otra parte, cuando un estudio recoge varias estimaciones bajo diferentes hipótesis y métodos, nos atrevemos a suponer que el intervalo de confianza del 95 por 100 es igual al rango entre las estimaciones máximas y mínimas, y procedemos tal como se ha señalado para cuando se proporciona dicho intervalo.

El gráfico 2, que representa los multiplicadores BFTB en el eje de ordenadas y sus correspondientes errores estándar en el de abscisas, muestra una fuerte correlación positiva y significativa de 0,79 entre ambos. Esta correlación sigue siendo muy alta y significativa, de aproximadamente 0,73, incluso al eliminar las dos estimaciones más altas con sus también más altos errores estándar. Ello sugiere claramente que podría existir un sesgo de publicación conducente a sobrestimar la eficiencia del sistema de deducciones fiscales a la I+D. Sin embargo, nuestra evidencia sobre este punto debe ser tomada con gran cautela; está llamando claramente a que se haga un verdadero meta-análisis, que debería basarse en una muestra mayor de estimaciones con errores estándar y que podría incluir una variedad de controles.

VI. CONCLUSIONES

Hemos visto que una evaluación exhaustiva del crédito fiscal a la I+D implica una serie de cuestiones. En concreto, se debería evaluar la eficiencia de la política a través de su efecto sobre varios resultados. Hasta ahora, la literatura se ha concentrado en el efecto sobre los *inputs* de la I+D, en general gastos en I+D, que es el primer paso natural en toda evaluación. Los resultados obtenidos mediante distintos métodos y para varios países son muy diferentes, lo que dificulta responder a la pregunta ¿funcionan las deducciones fiscales? de una manera concluyente.

Los resultados publicados muestran una imagen contrastada. Hægeland y Møen (2007b) hallan una fuerte evidencia de que el sistema de deducciones fiscales noruego es eficaz. Cabe señalar que sus estimaciones parecen ser particularmente robustas, ya que permanecen inalteradas a través de distintos métodos. En el caso de Francia, Mairesse y Mulkay (2004; 2008) concluyen que las deducciones fiscales francesas estimulan eficientemente los gastos en I+D a partir de un modelo econométrico estructural. Sin embargo, los estudios que siguen el mismo enfoque para otros países, como el llevado a cabo en el caso de Holanda por Lokshin y Mohnen (2009) y los de España, no son tan optimistas.

En general, la evidencia obtenida en términos de multiplicadores BTFB parece ser más dispersa que la evidencia procedente de las elasticidades estimadas con respecto al coste del uso del capital de I+D. Aunque estas elasticidades no se pueden traducir directamente en medidas de eficiencia, son útiles para simular pequeños cambios políticos. Sin embargo, no son muy seguras a la hora de predecir los efectos de cambios radicales en la política. Por ejemplo, es probable que el efecto marginal sobre los gastos en I+D, y por tanto sobre el multiplicador BFTB, disminuya si el tipo de la deducción fiscal o su techo se incrementan notablemente o si se sustituye una deducción fiscal incremental por una de volumen.

Aunque el grueso de la investigación sobre el impacto de las deducciones fiscales en la inversión en I+D de las empresas es abundante, la evidencia es mucho más escasa en relación con otros resultados de interés para la política económica, tales como la probabilidad de comprometerse a hacer I+D, la innovación y la productividad o el bienestar social. Los pocos artículos que consideran estos efectos son ejemplos de lo que debería incluirse en las futuras evaluaciones de política. El multiplicador BFTB no es una medida totalmente satisfactoria de la eficiencia porque se concentra en la cantidad de gastos en I+D adicionales generados por un euro de crédito fiscal, pero no nos dice nada de los objetivos de orden superior de la política de crédito fiscal.

El hecho de que el BTFB esté por debajo o por encima del nivel de referencia 1 nos dice si la I+D adicional de la empresa está completamente financiada por el Gobierno o si también está financiada por la empresa y en qué proporción. No nos dice hasta qué punto la I+D adicional de la empresa contribuye a incrementar su propia innovación y productividad, ni nos habla de las externalidades positivas de la investigación que benefician a otras empresas y a la economía en su conjunto. La cuestión más fundamental es conocer el conjunto de rendimientos sociales de la I+D adicional de la empresa neto de costes sociales. Como demuestra el cuidadoso intento de análisis completo coste-beneficio llevado a cabo para Canadá por Parsons y Phillips (2007), también es la cuestión más difícil de responder.

De todas formas, la necesidad de armonización y mayor comparabilidad se pone claramente de manifiesto en este artículo, y debe ser su conclusión principal. Este objetivo podría alcanzarse mediante el consenso sobre las variables de resultado analizadas, sobre la elección y aplicación de los métodos de evaluación y sobre la forma de presentar los resultados. El desarrollo de un marco de meta-análisis adaptado al crédito fiscal a la I+D, y más generalmente a los incentivos fiscales, establece una dirección pertinente e importante para investigaciones futuras.

NOTAS

(*) Este trabajo fue preparado para el Congreso EIB 2009 (Luxemburgo, 22 de octubre de 2009).

(1) Nótese que también incluye la deducción directa inmediata de la mayor parte de las inversiones en I+D (salarios del personal investigador y gastos en consumos intermedios de las actividades investigadoras) de la base del impuesto de sociedades. En ello se diferencia de otros tipos de inversiones, tales como las de edificios y equipos que han de ser amortizados a lo largo de vidas útiles fiscales determinadas.

(2) La Estrategia de Lisboa fue presentada por el Consejo Europeo en marzo de 2000 con el fin de hacer de la Unión Europea «la economía basada en el conocimiento más dinámica y competitiva del mundo, capaz de llevar a cabo un crecimiento económico sostenible con más y mejores empleos logrando una mayor cohesión social y respeto para el medio ambiente en el año 2010». En lo que concierne a la I+D, el objetivo establecido fue el de alcanzar un porcentaje de gasto en I+D del 3 por 100 del PIB en 2010, del cual dos partes deberían corresponder al sector privado y una al sector público.

(3) También incluyen *dummies* que indican la posición de las empresas con respecto al umbral máximo de la deducción fiscal, junto con la *dummy* que indica si se benefician o no de la deducción fiscal. Utilizan las ventas como variable explicativa y aprovechan la naturaleza de panel de su muestra, controlando por efectos fijos de empresa y *dummies* temporales interaccionadas con un indicador de si la I+D de la empresa estaba por encima o por debajo del tope máximo antes de la introducción de la deducción fiscal.

(4) Se podría preferir la submuestra porque el grupo de control (sólo empresas con I+D creciente) contiene emparejamientos razonablemente mejores para las empresas tratadas. Por otra parte, se podría preferir la muestra completa, y considerar a las empresas no tratadas como grupo de control, porque la deducción fiscal está disponible en principio para todas las empresas (es decir, las empresas del grupo de control podrían percibirlas tan pronto como empezaran a incrementar su gasto en I+D).

(5) Es decir, si el precio de una unidad se incrementa durante el año, el coste del uso se reduce porque, al final del año, la empresa puede vender la unidad de capital a un precio mayor que el de compra.

(6) En una actualización, MAIRESSE y MULKAY (2008) realizan el análisis sobre la misma muestra, pero a lo largo de 24 años (1980-2003), y hallan un efecto incluso más fuerte

del decrecimiento en el coste del uso sobre el capital de I+D. Su estimación provisional de la elasticidad a largo plazo del capital de I+D con respecto a su coste de uso resulta ser dos veces mayor que antes. Sin embargo, el multiplicador BTFB correspondiente a una simulación similar que aparece en su estudio de 2004 permanece en el mismo orden de magnitud.

(7) ROMERO y SANZ (2007) usan un enfoque un tanto diferente, basado en un sistema de ecuaciones de demanda (no sólo en una ecuación de I+D) que se deriva de una función de coste, pero sobre una muestra mucho más pequeña que las de MARRA y CORCHUELO.

(8) En 2004, las empresas, por tanto, se pudieron deducir un 42 por 100 por debajo de un primer techo de 110.000 euros de sus costes laborales de I+D y un 14 por 100 superando este tope y por debajo del segundo tope fijado en 7,9 millones de euros.

(9) Estimular a las empresas a que realicen I+D por primera vez ha sido un objetivo constante del sistema francés de deducciones fiscales desde su comienzo, en 1983. Incluso con el actual sistema de deducción fiscal únicamente por volumen se aplica un tipo específico de deducción fiscal para aquellas empresas que inician actividades de I+D. Para ellas, el tipo es del 50 por 100 durante el primer año y del 40 por 100 en el segundo, aplicando a partir del tercero un tipo ordinario del 30 por 100.

(10) Una vez más, la construcción de un segundo grupo de control implica que algunas empresas podrían solicitar la deducción fiscal, pero no lo hacen. Al hacer coincidir a los receptores de la deducción fiscal con los que no la reciben, los autores usan otras variables de control: tamaño de la empresa, su organización de la I+D (si la I+D se lleva a cabo internamente o contratada externamente), la intensidad de la I+D, el margen precio-coste, sus operaciones en nuevos mercados, *dummies* de actividad sectorial y *dummies* geográficas para captar las diferencias en el esquema de deducciones fiscales entre provincias.

(11) Sin embargo, en análisis complementarios los autores no encuentran evidencia de que el sistema de deducciones fiscales anime a las empresas a iniciar actividades de I+D o de que contribuya a incrementar la productividad, la rentabilidad o sus cuotas de mercado.

(12) La causalidad inversa también invalida parcialmente otro resultado fundamental de GOOLSBEE, que es el efecto expulsión completo de la I+D privada provocado por la pública (como se demuestra con una correlación negativa entre las ratios de I+D pública e I+D privada sobre el PIB).

(13) El uso alternativo considerado por PARSONS y PHILLIPS es la asignación de las devoluciones de los impuestos de suma fija a ciudadanos y empresas, que son equivalentes al gasto fiscal esperado por el crédito fiscal a la I+D. Sin embargo, asignar los fondos a investigación pública y educación superior habrían sido alternativas políticamente más realistas.

(14) Un meta-análisis «simple» podría consistir en llevar a cabo una regresión de los multiplicadores BFTB estimados en una «muestra suficientemente grande» de estudios sobre un conjunto de *dummies* que indiquen al menos el país, el tipo de sistema de deducción fiscal y el principal método de evaluación.

(15) El error estándar es del 1,7 por 100, correspondiente a un valor de la *t* de Student de 1,5, con 31 grados de libertad y un *p-valor* unilateral del 7,5 por 100.

(16) Por ejemplo, las estimaciones por variables instrumentales (VI) de las elasticidades del coste de uso de la I+D corrigiendo por los errores de medida en el coste del uso tenderán a ser mayores, y a tener también mayores errores estándar, que las estimaciones que no corrigen por tales errores.

BIBLIOGRAFÍA

ABT ASSOCIATES OF CANADA: SOCIAL RESEARCH CONSULTANTS (1996), «Survey of scientific research and experimental development claimants», informe preparado para Finance Canada and Revenue Canada, junio.

ASHENFELTER, O.; HARMON, C., y OOSTERBEEK, H. (1999), «A review of estimates of the schooling/earnings relationship, with tests for publication Bias», *Labour Economics*, 6(4): 453-470.

BAILY, M. N., y R. Z. LAWRENCE (1992), *Tax Incentives for R&D: What Do the Data Tell Us?*, Washington, DC, studio encargado por Council on Research and Technology, enero.

BERGER, P. G. (1993), «Explicit and implicit tax effects of the R&D tax credit», *Journal of Accounting Research*, 31(2):131-71.

BERNSTEIN, J. I. (1986), «The effect of direct and indirect tax incentives on Canadian industrial R&D expenditures», *Canadian Public Policy,* XII: 438-448.

BLOOM, N.; CHENNELLS, L.; GRIFFITH; R., y J. VAN REENEN (1996), «How has tax affected the changing cost of R&D? Evidence from eight countries», Institute for Fiscal Studies, *Working Paper 97/3*, octubre.

BROUWER, E.; DEN HERTOG, P.; POOT, T., y J. SEGERS (2002), *WBSO nader beschouwd. Onderzoek naar de effectiviteit van de WBSO*, Opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, DG Innovatie.

BUREAU BARTELS (1998), *Evaluation of the WBSO R&D tax credit scheme*, part I, final report to the Ministry of Economic Affairs (solo en holandés).

BUREAU OF INDUSTRY ECONOMICS (1993), «R&D, Innovation and Competitiveness: An Evaluation of the R&D Tax Concession», Australian Government Publishing Service, Camberra, Australia.

CORCHUELO, B. (2006), «Incentivos fiscales en I+D y decisiones de innovación», *Revista de Economía Aplicada,* XIV (40): 5-34.

CORDES, J. J. (1989), «Tax incentives and R&D spending: A review of the evidence», *Research Policy*, 18(3):119-133.

CORNET, M., y B. VROOMEN (2005), «Extending the Dutch R&D tax credit program: Does it work?», papel preliminar fechado el 1 de agosto de 2005, presentado en la *ONS Analysis of Enterprise Microdata Conference*, 8 de septiembre, Cardiff, UK.

CRÉPON, B.; DUGUET, E., y J. MAIRESSE (1998), «Research, innovation, and productivity. An econometric analysis at the firm level», *Economics of Innovation and New Technology*, 7(2): 115-158.

CZARNITZKI D.; HANEL P., y J. M. ROSA (2005), «Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconometric study on Canadian firms», Montreal, Canada, Centre Interuniversitaire de Recherche sur la Science et la Technologie, 26 páginas, *Note de recherche; 2005-02*.

DAGENAIS, M.; MOHNEN, P., y P. THIERRIEN (1997), «Do Canadian firms respond to fiscal incentives to research and development?», *G.R.E.Q.A.M. 97b05*, Université Aix-Marseille III.

DUGUET, E. (2007), «L'effet du crédit d'impôt recherche sur le financement privé de la recherche: une évaluation économétrique», *Working paper*, Université d'Evry.

EUROPEAN COMMISSION (2006), «Evaluation and design of R&D tax incentives», informe del CREST Expert Group on Fiscal Measures, marzo.

— (2008), «Comparing practices in R&D tax in centives evaluation», Research Directorate - General, informe del Expert Group on R&D Tax Incentives Evaluation, noviembre.

EUROSTAT (2008), *Science, Technology and Innovation in Europe*, Pocketbooks.

GENERAL ACCOUNTING OFFICE (GAO 1989), «The research tax credit has stimulated some additional research spending», U.S.A., Tax Policy and Administration report.

GOOLSBEE, A. (1998), «Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers?», *The American Economic Review*, 88(2): 298-302.

HÆGELAND, T., y J. MØEN (2007a), «The relationship between the Norwegian R&D tax credit scheme and other innovation policy instruments», *Statistics Norway Report 2007/45*.

— (2007b), «Input additionality in the Norwegian R&D tax credit scheme», *Statistics Norway Report 2007/47*.

HALL, B. (1993), «Tax policy during the eighties: success or failure?», *Tax Policy and the Economy,* 7: 1-36.

HALL, B., y J. VAN REENEN (2000), «How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence», *Research Policy*, 29: 449-469.

HALL, R., y D. JORGENSON (1971), «Application of the theory of optimum capital accumulation», en G. FROMM (dir.), *Tax Incentives and Capital Spending*, Brookings Institution, Washington.

HINES, J. R. (1993), «Taxes, technology transfer, and the R&D activities of multinational firms», *National Bureau of Economic Research Working Paper*, n.º 4932 (1994):1-30.

JORGENSON, D. (1963), «Capital theory and investment behaviour», Papers and Proceedings of the American Economic Association, *American Economic Review*, 52(2): 247-259.

KLASSEN, K. J.; PITTMAN, J. A., y M. P. REED (2004), «A cross-national comparison of R&D expenditure decisions: Tax incentives and financial constraints», *Contemporary Accounting Research*, 21(3): 639-80.

KRUEGER, A.B., y D. WHITMORE (2001), «The effect of Attending Small class in the Early Grades on College-Test Taking and Middle School Test Results: Evidence from Project STAR», *Economic Journal*, 111(468): 1-28.

LEBEAU, D. (1996), «Les mesures fiscales d'aide à la R-D et les entreprises québécoises, Conseil de la Science et de la Technologie», Gouvernement du Quebec (octubre).

LOKSHIN B., y P. MOHNEN (2008), «Wage effects of R&D tax incentives: Evidence from Netherlands», University of Maastricht, *UNU-MERIT WP*, n.° 34.

— (2009), «How effective are level-based R&D tax credits? Evidence from the Netherlands», University of Maastricht, *Updated UNU-MERIT WP 2007*, n.° 29.

MAIRESSE, J., y B. MULKAY (2004), «Une évaluation du crédit d'impôt recherche en France / The effect R&D tax credit in France (1980-1997)», *Revue d'Économie Politique,* 6 (noviembre-diciembre): 747-778.

— (2008), «Une évaluation du crédit d'impôt recherche en France / The Effect R&D Tax Credit in France (1980-2003)», *Updated Presentation*.

MAMUNEAS, T., y M. I. NADIRI (1996), «Public R & D policies and cost behavior of the U.S. manufacturing industries», *Journal of Public Economics*, 63(1):57-81. *NBER Working Paper 5059*, (1995).

MANSFIELD, E. (1985), «Public policy toward industrial innovation: An international study of direct tax incentives for R&D», en K. CLARK, R. HAYES y C. LORENZ (eds.), *The Uneasy Alliance: Managing the Productivity-Technology Dilemma*, Boston, Harvard Business School Press.

— (1986), «The R&D tax credit and other technology policy issues», *American Economic Review*, 76(2): 190-194.

MANSFIELD, E., y L. SWITZER (1985), «How effective are Canada's direct tax incentives for R&D?», *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques*, 11(2), junio: 241-246.

MARRA, M. A. (2004), «Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra representativa de empresas manufactureras españolas 1991-1999», *Hacienda Pública Española/ Revista de Economía Pública,* 170(3): 9-35.

MCCUTCHEN, W. M., Jr. (1993), «Estimating the impact of the R&D tax credit on strategic groups in the pharmaceutical industry», *Research Policy,* 22: 337-351.

MCFETRIDGE, D.G., y Jacek P. WARDA (1983), «Canadian R&D incentives: Their adequacy and impact», *Canadian Tax Paper n.º 70*. Toronto, Canadian Tax Foundation, febrero.

PARSONS, M., y N. PHILLIPS (2007), «An evaluation of the federal tax credit for scientific research and experimental development», Canada Department of Finance, *Working paper 2007-2008*.

POOT, T.; E. BROUWER; P. DEN HERTOG, y T. GROSFELD (2003), «Evaluation of a major Dutch tax credit scheme (WBSO) aimed at promoting R&D», presentado en la *FTEVAL Conference on the Evaluation of Government Funded R&D Activities*, Viena, mayo 15-16. Versión inglesa de BROUWER *et al.* (2002).

ROMERO D., y J.F. SANZ (2007), «Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa», *Hacienda Pública Española/ Revista de Economía Pública,* 183(4): 9-32.

SHAH, A. (1994), «The economics of research and development, how research and development capital affects production and markets and is affected by tax incentives», World Bank, Policy Research Department, *Working Paper 1325*.

TILLINGER, J. W. (1991), «An analysis of the effectiveness of the research and experimentation tax credit in a q model of valuation», *Journal of the American Taxation Association*, 13(2): 1-29.

VAN DEN HOVE, N.; DE LANOY MEIJER N., y H. MOHANLAL (1998), «Evaluation of the WBSO R&D tax Credit scheme», Part II, Final report to the Ministry of Economic Affairs (solo en holandés). Evaluatie van de effectiviteit van de Wet vermindering Afdracht, S&O-vermindering (WVA/S&O, voorheen WBSO), Deel II, Voorburg: Centraal Bureau voor de Statistiek, 1998.

APÉNDICE

CUADRO A.1

Ref.	*Autores*	*Año de publicación*	*BFTB*	*Año estudiado*	*País*
1	McFetridge y Warda	1983	0,60	1972	Canadá
2	Mansfield y Switzer	1985	0,39	1982	Canadá
3	Mansfield	1985	0,34	1982	Suecia
4	Bernstein	1986	1,28	1985	Canadá
5	Mansfield	1986	0,45	1982	Estados Unidos
6	GAO	1989	0,26	1983	Estados Unidos
7	Cordes	1989	0,64	1983	Estados Unidos
8	Baily y Lawrence	1992	1,30	1985	Estados Unidos
9	Tillinger	1991	0,25	1983	Estados Unidos
10	Hall	1993	2,00	1986	Estados Unidos
11	Hines	1993	1,55	1987	Estados Unidos
12	Bureau of Industry Eco.	1993	0,80	1988	Australia
13	Berger	1993	1,74	1984	Estados Unidos
14	McCutchen	1993	0,32	1984	Estados Unidos
15	Shah	1994	1,80	1973	Canadá
16	Mamuneas y Nadiri	1996	0,95	1978	Estados Unidos
17	Lebeau	1996	0,98	1985	Canadá
18	Abt Associates	1996	1,38	1994	Canadá
19	Dagenais *et al.*	1997	0,98	1984	Canadá
20	Bloom *et al.*	1997	0,54	1991	Australia
21	Bloom *et al.*	1997	0,28	1991	Canadá
22	Bloom *et al.*	1997	0,18	1991	Francia
23	Bloom *et al.*	1997	0,82	1991	Estados Unidos
24	Van den Hove *et al.*	1998	1,20	1995	Holanda
25	Brouwer	2002	1,02	1997	Holanda
26	Poot *et al.*	2003	1,02	1997	Holanda
27	Klassen *et al.*	2004	1,30	1994	Canadá
28	Klassen *et al.*	2004	2,96	1994	Estados Unidos
29	Mairesse y Mulkay	2004	2,80	1989	Francia
30	Cornet y Vroomen	2005	0,65	2001	Holanda
31	Duguet	2007	2,17	1999	Francia
32	Hægeland y Møen	2007	2,10	2002	Noruega
33	Monhen y Lokshin	2009	0,90	2000	Holanda

CUADRO A.2

Ref.	*Autores*	*Año*	*País*	*BFTB*	*Error estándar*
2	Mansfield y Switzer	1985	Canadá	0,39	0,14
4	Bernstein	1986	Canadá	1,28	0,23
6	GAO	1989	Estados Unidos	0,26	0,05
9	Tillinger	1991	Estados Unidos	0,25	0,09
11	Hines	1993	Estados Unidos	1,55	0,18
12	Bureau of Industry Eco.	1993	Australia	0,80	0,10
14	McCutchen	1993	Estados Unidos	0,32	0,02
17	Lebeau	1996	Canadá	0,98	0,04
24	Van den Hove *et al.*	1998	Holanda	1,20	0,25
34	Bureau Bartels	1998	Holanda	1,50	0,25
26	Poot *et al.*	2003	Holanda	1,02	0,16
29	Mairesse y Mulkay	2004	Francia	2,80	0,40
30	Cornet y Vroomen	2005	Holanda	0,65	0,08
31	Duguet	2007	Francia	3,33	0,28
31	Duguet	2007	Francia	1,01	0,26

LA INCIDENCIA DE LOS INCENTIVOS FISCALES A LA I+D+i: EL CASO DE LA INDUSTRIA DE MANUFACTURA EN ESPAÑA

Patricia VALADEZ

Instituto de Análisis Industrial y Financiero

Joost HEIJS

Mikel BUESA

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

Este artículo analiza el sistema español de incentivos fiscales a la I+D+i, y evalúa su eficacia. Para ello, a partir de la muestra de empresas incluida en la *Encuesta sobre estrategias empresariales,* se estima un modelo econométrico que permite evaluar la incidencia de los incentivos fiscales sobre el gasto en innovación de las empresas españolas. Los resultados señalan que los incentivos fiscales influyen positivamente tanto en la decisión de innovar de aquéllas como en el gasto en I+D+i que realizan. Asimismo, esos resultados permiten evaluar algunos elementos del diseño instrumental que restan eficacia a las desgravaciones fiscales en este campo.

Palabras clave: incentivos fiscales, innovación, I+D, España, Impuesto de Sociedades.

Abstract

This article analyses the Spanish system of tax incentives for R&D&I and assesses its effectiveness. For this purpose, the sample of companies included in the *Survey on Business Strategies* is used to estimate an econometric model that permits assessment of the impact of tax incentives on expenditure on innovation by Spanish companies. The results show that tax incentives have a positive effect both on their decision to innovate and on the amount that they spend on R&D&I. These results also enable us to assess some aspects of the instrumental design that detract from the efficacy of tax relief in this field.

Key words*:* tax incentives, innovation, R&D, Spain, Corporation Tax.

JEL classification: H21, H25, O31.

I. EL SISTEMA ESPAÑOL DE DEDUCCIONES FISCALES PARA LA I+D+i

EL origen de las deducciones fiscales de fomento a la I+D en España data del año 1978, aunque el actual esquema de incentivos fiscales a la innovación no se consolida hasta el año 2000. Las ventajas fiscales para la I+D+i del sistema fiscal español presentan diversas bondades con respecto a otros países no sólo por ofrecer límites superiores a la deducción de los gastos derivados de la I+D, sino también por otorgar mayores plazos de postergación en su aplicación, fomentar actividades adicionales de innovación tecnológica e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías de información y comunicaciones en las empresas de dimensión reducida. En efecto, se ha comprobado que el Índice B que utiliza la OCDE (2003) para comparar la generosidad fiscal considera las ventajas fiscales de España como las más generosas a escala internacional (1).

Empero, el sistema español de incentivos fiscales a la I+D+i tiene algunos argumentos en contra de su aplicación. Uno de éstos se refiere a que existen otros estímulos de mayor peso en las decisiones inversoras de las empresas. Es decir, se considera que si bien los incentivos fiscales representan ganancias extraordinarias de las inversiones empresariales, éstas podrían haberse llevado a cabo en cualquier caso en ausencia de tales beneficios. Ahora bien, si las inversiones han sido motivadas por las ventajas fiscales, es posible cuestionarse la efectividad económica de las inversiones que de otra manera no se emprenderían. Además, desde el punto de vista social, los beneficios recaudatorios pueden ser menores al incremento en las inversiones empresariales, lo que significaría una distorsión en la economía.

Otro de los argumentos que se han esgrimido en contra de los incentivos fiscales españoles a la I+D es la complejidad en su aplicación. De hecho, ésta ha sido la principal preocupación de los organismos reguladores y de los de fomento a la innovación empresarial, quienes han dedicado buena parte de sus esfuerzos a clarificar e identificar los conceptos objeto de desgravación, así como a diseñar mecanismos de consulta vinculante que otorguen mayor seguridad jurídica a las empresas. Tal incremento en la complejidad administrativa genera, por una parte, incertidumbre e inseguridad ju-

rídica en las empresas al requerir la calificación de sus actividades innovadoras. Por otra parte, produce una mayor burocracia fiscal y administrativa porque conduce a que las empresas implanten registros contables específicos, fundamenten y justifiquen sus actuaciones en I+D+i y, en ocasiones, requieran de consultas vinculantes, informes motivados y acuerdos previos de valoración por parte de las autoridades fiscales. En consecuencia, se incrementan tanto los costes de la innovación para las empresas, como los recaudatorios y de control para la Administración pública. En este punto, algunos autores han insistido en el peligro latente de un excesivo intervencionismo burocrático que podría anular las ventajas de algunas ayudas públicas, como los incentivos a la I+D+i, y acentuar la discriminación entre las empresas (Buesa, 1999; COTEC, 2004). No obstante, parece que parte de estos problemas se ha solucionado a partir del uso de los informes motivados. Tales informes, que se elaboran por algunas agencias estatales como el CDTI, comprueban la veracidad de las inversiones en I+D y son vinculantes para la declaración fiscal.

En cuanto a la importancia en cuantía de los incentivos fiscales en España, según las estimaciones del Ministerio de Economía y Hacienda el coste de los beneficios fiscales para la Hacienda pública española según las cifras presupuestadas, como muestra el cuadro n.º 1, ha sido creciente en términos nominales, habiéndose duplicado entre 2002 y 2008. Su importancia con respecto al gasto empresarial en I+D también ha crecido, aunque de una forma mucho más moderada, y se ha situado en torno al 5 por 100 de dicha magnitud en los años mas recientes. Aun así, estos gastos fiscales son muy inferiores a las subvenciones que otorgan el Estado y las comunidades autónomas a los proyectos empresariales de investigación y desarrollo.

II. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

1. Objetivo del estudio

El propósito principal del análisis empírico que se desarrolla en este artículo es evaluar, en términos cuantitativos, la efectividad y la eficacia de los incentivos fiscales por las actividades de investigación y desarrollo e innovación tecnológica (I+D+i, en adelante) de las empresas industriales en España. Con el fin de evaluar la efectividad, en nuestro estudio, para el caso de la industria manufacturera española, se realiza un análisis de la incidencia del instrumento fiscal. Esto es, se pretende medir el impacto de la intervención pública (a través de las deducciones fiscales) tanto en la inversión en innovación como en la decisión de invertir en innovación de las empresas. Por tanto, se quiere integrar el examen de las decisiones empresariales de llevar a cabo actividades innovadoras con el estudio de la elección del nivel de inversión, e identificar cómo los incentivos fiscales a la I+D+i, en particular, influyen en dichos procesos de decisión.

En España los incentivos fiscales a la I+D+i se dirigen a estimular tres actividades que conducen a la realización de la innovación en las empresas: 1) la investigación y el desarrollo científico; 2) la innovación tecnológica; 3) la integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en los procesos productivos de las empresas de reducida dimensión. De tal manera que se intuye que los incentivos fiscales a la I+D+i abaratan el coste de la inversión y, por tanto, podrían representar un determinante de la decisión de innovar y un estímulo al nivel de inversión en los diversos conceptos susceptibles de desgravación. De ser así, existiría una parte asumida por las deducciones fiscales tanto en la probabilidad de realizar actividades innovadoras co-

CUADRO N.º 1

SIGNIFICACIÓN DE LOS INCENTIVOS FISCALES A LA I+D+i (Miles de euros)

Concepto	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*
(1) Gastos fiscales de sociedades	3.491.943	3.393.020	3.640.680	4.220.420	6.533.740	7.477.500	8.285.240
(2) Gastos fiscales a la I+D+i (estimado)	176.990	170.990	159.960	215.550	261.440	375.980	382.740
(3) Subvenciones de la Administración pública a la I+D de las empresas	374.827	494.544	606.208	746.638	946.612	1.217.866	1.444.958
(4) Gasto de empresas en I+D	3.926.338	4.443.438	4.864.930	5.485.033	6.557.529	7.453.902	8.073.521
[(2) + (3)] / (4) en porcentaje	14,1	15,0	15,7	17,5	18,4	21,4	22,6
(2) / (4) en porcentaje	4,5	3,8	3,3	3,9	4,0	5,0	4,7
(3) / (4) en porcentaje	9,5	11,1	12,5	13,6	14,4	16,3	17,9

Fuente: Filas 1 y 2: *Presupuestos Generales del Estado, Memoria del Presupuesto de Subvenciones Fiscales y Políticas de Gasto 2009*. Filas 3 y 4: *Estadística de I+D*, INE.

mo en la intensidad de la inversión en I+D+i. En consecuencia, es posible observar los efectos de tales instrumentos fiscales al estimar la proporción de empresas que acometerían actividades innovadoras de aplicar dichos estímulos, así como el nivel de incentivos fiscales necesario para que una empresa no innovadora encuentre atractivo invertir en innovación.

Un segundo objetivo de la investigación empírica es probar la eficacia del diseño de los incentivos fiscales a la I+D+i. La eficacia implica que el instrumento fiscal beneficie a los sujetos que son objetivo de la política de una manera no discriminatoria. Sin embargo, debido a que las empresas persiguen maximizar los beneficios de sus inversiones en innovación en función de los costes que esto conlleva, se genera un proceso de auto-selección en el que los beneficiarios deciden libremente hacer uso de los incentivos fiscales a la I+D+i según su conveniencia. Por tanto, la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D+i no es resultado de un proceso aleatorio, lo que deberá ser tomado en cuenta en la evaluación de tal medida política. Interesa entonces desvelar los factores que influyen en la decisión de las empresas de utilizar los incentivos fiscales a la I+D+i, y conocer alguna medida que indique el nivel de eficacia de éstos.

A partir de estos objetivos, con la adecuación a modelos que se han desarrollado sobre el tema (2), se plantea un modelo propio cuya aportación empírica se ciñe a tres propósitos. En primer lugar, se intenta contribuir a la escasa evidencia empírica disponible sobre este asunto para el caso español. Debido a la confidencialidad de los datos fiscales de las empresas, los investigadores académicos no han tenido acceso a la información para el estudio de la cuestión. Sin embargo, la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE), fuente de los datos empíricos utilizados en este estudio, ofrece los valores de las deducciones fiscales a escala de empresa, tanto por los gastos en I+D como por los de innovación tecnológica, además de las inversiones en bienes inmateriales y de capital destinadas ex-profeso a la innovación. En consecuencia, con datos aportados por las propias empresas, es posible cuantificar (por vez primera) el impacto de los incentivos fiscales a la I+D+i y evaluar la efectividad de tales instrumentos públicos (3).

En segundo lugar, en esta investigación empírica se tienen en cuenta tres problemas importantes que se han destacado en la literatura existente con respecto al comportamiento de los datos, y que aquí se toman en cuenta con la aplicación de ciertas técnicas estadísticas que se consideran las más adecuadas para arrojar resultados más robustos.

El primero de los problemas se refiere a que buena parte de los estudios sobre el tema se han centrado en el análisis de las empresas beneficiarias de las ayudas públicas o de aquellas que realizan innovación. Al igual que dichos estudios, en nuestro caso una proporción significativa de empresas de la muestra analizada presenta valores nulos en el nivel de inversión tecnológica, y muchas de ellas no aplican las ventajas fiscales, aun llevando a cabo gastos deducibles. Sin embargo, sobre todo en un ejercicio como el que pretendemos, interesa considerar todas las conductas (innovadora, no innovadora, usuaria o no usuaria de las deducciones fiscales) en tanto que éstas indican el éxito o fracaso de las políticas públicas de fomento de la innovación. Más aún, queremos conocer el efecto que *dejarían de tener* dichas políticas, o comprobar la existencia de una ventaja fiscal tal que a las empresas les resulte atractivo invertir en innovación. De excluirse empresas por el hecho de no declarar gastos en I+D+i o no aplicar las deducciones fiscales, se ignoraría información valiosa que éstas podrían aportar para evaluar el impacto y la efectividad de los instrumentos públicos —en nuestro caso, los incentivos fiscales a la I+D+i—, y se dejaría a un lado el estudio de las decisiones de no-realización de la innovación o de no-utilización de las deducciones fiscales. Por esta razón, utilizamos la técnica de estimación específicamente diseñada para tratar con una variable dependiente limitada, es decir, con censura.

Por otra parte, la decisión de innovar tiene que ver con la cuestión fundamental de que las empresas realicen inversiones tecnológicas, siendo los incentivos fiscales uno de los componentes del coste de este tipo de inversiones. Además, se da el hecho de que la aplicación de las deducciones fiscales a la I+D+i no es un proceso aleatorio e independiente de otras decisiones y factores. Por lo tanto, hay un límite de censura para observar el nivel de inversión en innovación condicionado a cierto nivel de incentivos fiscales, y que no es observable ni aleatorio, lo que nos enfrenta a un problema adicional de selección muestral.

El tercer problema del comportamiento de los datos tiene que ver con que el nivel de desgravación (las deducciones fiscales) está relacionado, entre otras cosas, con la inversión en innovación sujeta a desgravación que realizan las empresas, por lo que nos enfrentamos al indeseable inconveniente de endogeneidad (4) de la variable incentivos fiscales para explicar el comportamiento y la inversión en innovación. De no tener en cuenta este problema, se podrían obtener estimaciones inconsistentes que so-

brevalorasen la influencia de estos instrumentos públicos en la inversión en innovación.

Para ocuparnos de estos problemas, optamos por resolver el modelo econométrico abordando ambos aspectos (inversión en innovación inobservable y desgravación endógena y selectiva) de manera simultánea, como se explicará con detalle más adelante.

Por último, desde hace unas décadas se reconoce que la innovación es un proceso complejo de actividades diversificadas que involucra la interacción de diversos componentes. Sin embargo, sorprende que un número importante de estudios sobre el tema no haya tomado en cuenta este hecho y haya considerado a la inversión en I+D como la (única) variable que captura la estrategia innovadora de las empresas. Esto ha llevado a acotar la innovación como un concepto aislado, lineal y restringido, y a que, al tratarse los elementos tecnológicos de forma aislada, no se observen como parte de un fenómeno interrelacionado que conforma la actividad innovadora de las empresas. Por ello, el tercer propósito de esta investigación es recoger las relaciones y asociaciones subyacentes de distintos insumos y estrategias tecnológicas, y no sólo los gastos en I+D, como se ha hecho tradicionalmente, con el fin de abordar la innovación desde una perspectiva amplia.

Finalmente, queremos agregar un breve comentario acerca de las debilidades de nuestro estudio. Quizá la mayor de ellas es la carencia de datos con una dimensión temporal que permita analizar el efecto de los incentivos fiscales a la I+D+i en las decisiones y en la intensidad de la innovación de una manera dinámica. Esto es un hecho relevante que se ha venido destacando en la literatura sobre el tema, ya que permite verificar la evolución del desempeño de la política tecnológica en cuestión. Sin embargo, debido a que la única fuente de información pública disponible, la ESEE, ofrece información sobre las deducciones fiscales a partir de los años 2001 y 2002, realizamos un análisis con datos de corte transversal para 2002 con los datos de los dos años referidos. Por otra parte, la información de la ESEE puede resultar limitada para un estudio de naturaleza fiscal, por lo que se asumen algunos supuestos (que se explicitan más adelante) para salvaguardar los posibles sesgos derivados del error de medida de los datos inobservables. Aun así, nosotros consideramos que un estudio, aunque de corte transversal, como el nuestro, podría ofrecer elementos suficientes para una aproximación a la evaluación de los incentivos fiscales a la I+D+i en España.

2. Representatividad de la muestra

Para analizar el impacto de las ayudas fiscales a la I+D+i en las empresas industriales de España se utiliza la información desagregada por empresas que se deriva de la ESEE. Esta encuesta se ha venido aplicando a un panel de empresas industriales en España desde 1990, pero sólo a partir de 2001 y hasta 2002 (año en que se interrumpió temporalmente su aplicación) se incluyen cuestiones relacionadas con las deducciones fiscales a la I+D+i, por lo que en este trabajo se utilizan los datos de los años 2001 y 2002.

Con respecto a la representatividad de la muestra a los efectos de nuestro estudio, es decir, de la significación de las deducciones fiscales que reflejan las empresas de la ESEE con respecto a las deducciones fiscales a la I+D+i del universo de empresas manufactureras en España, en el cuadro n.º 2 se comprueba que en el año 2002 las empresas de la muestra concentraron el 38 por 100 de las deducciones fiscales a la I+D+i, y casi el 23 por 100 del gasto industrial privado en I+D (5). Por tanto, el grupo de empresas de la ESEE puede ser un buen conjunto representativo de nuestro estudio y, en consecuencia, es posible considerar que los resultados se infieren con fiabilidad para el conjunto de la industria manufacturera en España.

CUADRO N.º 2

REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA, 2002

	Total (1) (Euros)	*ESEE (2) (Euros)*	*Porcentaje*
Deducciones fiscales a la I+D+i	176.990.310	66.960.682	37,8(a)
Subvenciones a la I+D empresarial	374827000	37.286.079	9,9
Gasto en I+D de las empresas. Total industrial	2.354.986.000	537.160.465	22,8

Nota: (a) Una vez eliminados cuatro valores atípicos que suman el 37 por 100 de las deducciones fiscales.
Fuente: (1): *Indicadores de Ciencia y Tecnología*, INE, y *Presupuestos Generales del Estado*, MEH. (2): ESEE, 2002.

3. Especificación del modelo

Basándose en un concepto de maximización de beneficios, las empresas deciden (o no) acometer actividades tecnológicas con fundamento en la rentabilidad que éstas les pueden redituar, por lo que el nivel de inversión en innovación se elige de forma óptima. Debido a que los incentivos fiscales a la I+D+i son elementos que podrían aumentar la tasa de retorno y reducir el coste de las inversiones en innovación (6), resultan ser un elemento que incide en los niveles de gasto y en las decisiones de emprender innovación. En consecuencia, la variable que mide el nivel de inversión, es decir, el nivel de gasto en I+D+i, es del tipo censurada, ya que no es observable en aquellas empresas que no consideran rentable acometer actividades innovadoras (7). En cuanto a las empresas que deciden innovar, pueden incrementar su demanda compitiendo con otras empresas, por lo que eligen su inversión en innovación. Por su parte, se asume que los incentivos fiscales a la I+D+i abaratan el coste de las inversiones en innovación, por lo que intervienen en el proceso de decisión de las empresas. En este sentido, los incentivos fiscales a la I+D+i son elementos que inducen incrementos en el nivel óptimo de inversión en innovación.

En contraste con las subvenciones a la innovación, donde un tercero —quien asigna las ayudas— es quien decide el otorgamiento de la financiación según ciertos requisitos explícitos o implícitos (8), en el caso de los incentivos fiscales a la I+D+i la decisión de aplicar las deducciones fiscales recae en la propia empresa. En efecto, a diferencia de vías alternativas de financiación a la innovación (9), los incentivos fiscales a la I+D+i están disponibles para todo tipo de empresas, no dependen de la elección del regulador, se aplican a todas las empresas, con independencia de su actividad económica o de su dimensión y del éxito o fracaso de las actividades que desarrollen, es decir, respetan la autonomía de las empresas a decidir sus proyectos de innovación. Empero, de igual manera que las subvenciones, dicha elección está sujeta a la inversión en innovación y al desempeño innovador, y a la vez está delimitada por otros factores como son la solidez de las estructuras organizativas de las empresas o la percepción de seguridad jurídica para aplicar los beneficios fiscales.

De cualquier manera, en ambos casos el resultado de la decisión —recibir ayudas o aplicar deducciones fiscales— es un proceso no aleatorio, selectivo y dependiente, por lo que nos enfrentamos a problemas de endogeneidad de la variable y selectividad de la muestra. En consecuencia, se estima el nivel de deducciones fiscales a la I+D+i que influye en la decisión y en la intensidad innovadoras, controlando selectividad y endogeneidad para lograr la independencia con el término residual del modelo. La desgravación esperada tendrá dos efectos: por una parte, podría inducir a las empresas no innovadoras a invertir en I+D+i, y por otra parte, a mejorar este tipo de inversiones en las empresas que ya acometen dicha inversión.

De este marco teórico se deriva la especificación de un modelo tipo *Tobit* doblemente censurado (tipo II) que se estima por el método de Heckman en dos etapas. La variable dependiente y^* —en nuestro caso la decisión de inversión en innovación (10)—, se determina por una combinación lineal de variables explicativas. Las empresas maximizan su inversión en innovación en función de una serie de factores z y del nivel de incentivos fiscales esperado ρ^e. Por tanto, el modelo a estimar para la inversión en innovación, expresada en logaritmos neperianos, $e^* = \ln(1+ y^*)$, se refleja como:

$$e^* = z\,\beta_1 + z_\rho\,\rho^e + U_1 \qquad [1]$$

sujeto a la condición de observabilidad (ecuación de selección) del nivel de inversión en innovación, que se observa sólo si:

$$z_1\,\gamma + U_2 > 0 \qquad [2]$$

donde $U_1 \sim N(0, \sigma)$, $U_2 \sim N(0, 1)$ y $\mathrm{corr}(U_1, U_2) = \gamma$, lo que significa que el nivel óptimo de inversión en innovación y^* es una variable latente que se observa siempre que la empresa decida realizar inversiones en innovación, z es el vector de variables que determinan el valor de las elasticidades de los determinantes de la inversión en innovación.

El valor esperado de la desgravación ρ^e se relaciona con una función $g(z_\rho, \lambda)$ de datos observables de las deducciones fiscales a la I+D+i. Los valores cero del monto observado de deducciones fiscales corresponden a empresas que o bien no tienen gastos sujetos a desgravación, o bien, teniéndolos, no conocen dichos beneficios o deciden no aplicarlos, por lo que ρ no es observable en estos casos. La función es no lineal debido a que involucra la decisión de utilizar los incentivos fiscales (deducir) y algunos de los determinantes z_ρ coinciden con los del vector z. Por tanto, para estimar ρ^e tenemos que

$$\rho^e = E(\rho \mid z_\rho) = g(z_2, \lambda) \qquad [3]$$

y para estimar la ecuación [3] descomponemos el valor esperado de ρ^e como

$$\rho^e = E(\rho \mid z_\rho) = P(\rho > 0 \mid z_\rho)\, E(\rho \mid z_\rho, \rho > 0) \quad [4]$$

El procedimiento de estimación que se sigue en esta investigación corresponde a un modelo Heckman en dos etapas, y consiste en estimar la ecuación [2] con un modelo *Probit* para determinar si las empresas deciden o no invertir en innovación, del que se obtiene un regresor γ que representa la razón entre la función de densidad y el valor de la función de distribución del error de la segunda ecuación, evaluada en el punto que indica la probabilidad de que la observación se incluya en la primera ecuación (11). Después se utiliza este estimador como regresor en la ecuación [1] para corregir el sesgo de selección. La estimación de la ecuación [2] de selección se resuelve con una especificación *Probit* por máxima verosimilitud, y la ecuación [1], con el método de mínimos cuadrados ordinarios utilizando el regresor γ. Cabe apuntar que, para estimar el modelo, se supone que el error de ambas ecuaciones se distribuye de manera normal bivariada con varianza igual a uno. Con la estimación de este modelo, que recibe la denominacion de modelo Heckit, se logran estimadores consistentes y asintóticamente eficientes bajo las condiciones de normalidad y homoscedasticidad del término de error.

Es importante mencionar que, para realizar la estimación *Probit* que describe la probabilidad de estar incluido en la muestra de la segunda ecuación, se requiere tener en la ecuación [2] un número mayor de regresores que en la ecuación [1] para evitar la colinealidad entre ambas regresiones.

De esta manera, es posible estimar todos los parámetros del modelo, ya que existen variables incluidas en la función de probabilidad de invertir z_1 y no incluidas en la función del nivel de inversión z. Esto implica que se requiere de por lo menos una variable que afecte a la probabilidad de invertir en innovación y que no influya el nivel de inversión en I+D+i. En nuestro caso, se consideró que tanto la propensión exportadora como el haber sido una empresa innovadora en el período anterior son variables que influyen en la probabilidad de invertir pero no determinan el nivel de inversión en investigación, desarrollo e innovación.

Los resultados de las estimaciones de las ecuaciones [1] y [2] nos proporcionarán los elementos necesarios para evaluar los efectos de los incentivos fiscales a la I+D+i en las decisiones de inversión en innovación de las empresas de la siguiente manera.

a) Cuando se observa que las empresas no aplican las deducciones fiscales por I+D+i, pero invierten en innovación, estamos ante situaciones donde el esfuerzo innovador es rentable a pesar de no tener ventajas fiscales. En estos casos, el valor pronosticado de la inversión en I+D+i representa el umbral de inversión no motivado por el instrumento fiscal.

b) De igual manera, las empresas que aplican incentivos fiscales a la I+D+i, pero cuyo nivel de inversión en I+D+i observado es menor al pronosticado, evidencian que requieren cierta cantidad de incentivos fiscales adicionales para incrementar su nivel de inversión.

En consecuencia, a partir de ambos efectos es posible evaluar el grado de *efectividad* de los incentivos fiscales a la I+D+i para fomentar las decisiones de inversión de las empresas industriales españolas. Ambos efectos indican la idoneidad de tales instrumentos para inducir mayor innovación de las empresas, ya sea de manera *potencial* (en la primera situación) o *efectiva* (en el segundo caso).

La estimación de las ecuaciones [3] y [4] se refieren a la construcción de la variable instrumental deducciones fiscales esperadas (o desgravación esperada), que se utiliza para estimar el modelo Heckit y nos sirve para tener una medida de *eficacia* de los incentivos fiscales a la I+D+i. Esta variable instrumental sirve para corregir el problema de endogeneidad de las deducciones fiscales y explicar su efecto en la inversión en innovación. Esto es, las deducciones fiscales dependen de la decisión y el nivel de gastos en innovación, por lo que son una variable endógena de la inversión en investigación, desarrollo e innovación.

De nuevo, tenemos una función no lineal que involucra la decisión de deducir y otra que implica valores censurados de las deducciones fiscales observadas. La primera función se estima con un modelo *Probit* para obtener la probabilidad de deducir de las empresas, determinada por un vector de variables z_ρ. Los resultados de dicha estimación se multiplican por los que se obtienen de una regresión del nivel de deducciones fiscales, que se estima por el método de MCO en función del vector de variables z_ρ que coincide con las de la probabilidad de deducir. La regresión por el método de MCO se estima para todas las empresas de la muestra con base en los valores observados de las deducciones fisca-

les a la I+D+i, es decir, la regresión se estima con las empresas que presentan valores positivos de deducciones fiscales, y se pronostican las deducciones fiscales para todas las empresas, incluso las que registran valores nulos. De esta manera, es posible determinar la eficacia del instrumento fiscal para todas las empresas. Para las empresas que no registran deducciones fiscales y el modelo predice un valor positivo, se deduce un efecto nulo en la decisión de utilizar el instrumento fiscal porque podrían deducir y no lo hacen.

En suma, para resolver el sistema de ecuaciones propuesto en la especificación del modelo, el análisis empírico que se presenta a continuación integra tres estimaciones que se muestran de manera gráfica en el esquema 1.

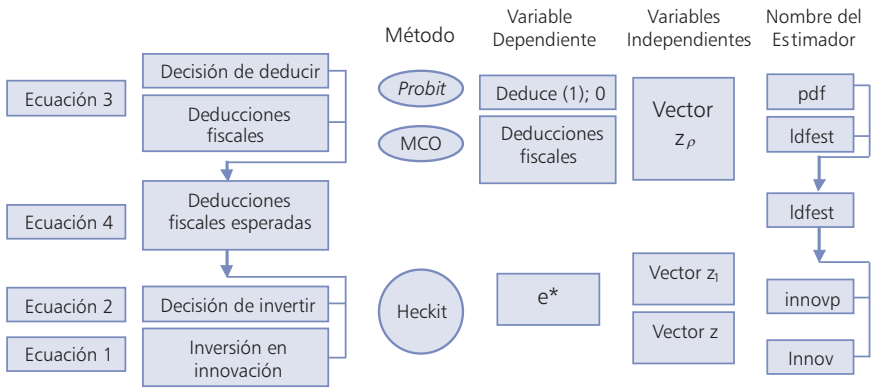
Por último, es importante mencionar que las estimaciones de los modelos se realizan para el total de la industria y se reproducen tanto para las empresas pequeñas (con menos de 200 empleados) como para las grandes (con más de 200 empleados), con el fin de tomar en cuenta los sesgos de representatividad presentes en la ESEE derivados de los criterios de selección de la muestra inicial y de las sucesivas incorporaciones de empresas de reciente creación. Esto es así porque la ESEE tiene representatividad de todas las empresas nuevas de más de 200 empleados, y en torno al 4 por 100 de la población de empresas con menos de 200 trabajadores, seleccionadas de forma aleatoria por estratos poblacionales.

4. Definición de la decisión de innovar y de la inversión en innovación

De acuerdo con el marco teórico, se proponen dos estimaciones. La primera calcula la inversión en innovación óptima, en la cual la variable dependiente de la probabilidad de emprender la innovación es la decisión de la empresa de invertir (o no) en innovación, con sus determinantes resumidos en el vector z_1, el nivel de inversión en innovación es el gasto en innovación a efectos fiscales y sus determinantes están resumidos en el vector z. La segunda estimación determina la desgravación esperada, y en ella la variable dependiente de aplicar los incentivos fiscales a la I+D+i es la decisión de deducir (o no) y el nivel de intensidad son las deducciones fiscales a la I+D+i observadas. Sus variables independientes están recogidas en el vector z_ρ.

La variable dependiente se determina tanto en la decisión de innovar, $P(y)$, como en la inversión en innovación y, es decir, en la probabilidad de que la empresa decida invertir (o no) en innovación, y en el nivel de inversión en innovación de los diversos gastos susceptibles de desgravación que se pueden observar en la ESEE, conforme a los criterios establecidos en la legislación fiscal para calificar las actividades empresariales en I+D e innovación tecnológica, y en empresas de reducida dimensión los de fomento a las TIC. Dichos criterios se agrupan en los siguientes conceptos, de conformidad con el esquema de los reales decretos 43/1995 artículos 33 y 33 bis, y 1432/2003 (12): gastos en investigación y desarro-

ESQUEMA 1
PROCEDIMIENTO DE ESTIMACIÓN DEL MODELO



Fuente: Elaboración propia a partir de la especificación del modelo.

llo (*GID*), inversión en inmovilizado inmaterial (*Lx*), inversiones en activos materiales excluidos los inmuebles y terrenos (*MI*) e inversiones en tecnologías de información y comunicación (*TIC*). Por tanto, la variable de intensidad se calcula a partir de la expresión siguiente:

$$y = GID + Lx + MI + TIC_1 + TIC_2 \qquad [5]$$

Para efectos de nuestro estudio, se considera que una empresa realiza innovación cuando presenta valores positivos en los gastos declarados en alguna de estas actividades:

1) Gastos en investigación y desarrollo *(GID)*. Son aquellas inversiones relacionadas con la obtención de conocimientos técnicos y científicos para el desarrollo de novedades, siempre y cuando se apliquen antes de iniciar su producción comercial. La ESEE ofrece el valor de los gastos en I+D realizados por la empresa en el ejercicio, tanto internos como contratados, aunque no se sabe cuáles corresponden a los realizados en el extranjero (13) ni qué parte corresponde a gastos corrientes y de capital. Por esta razón, consideramos integrados en los gastos totales en I+D los siguientes conceptos:

a) Personal dedicado a las actividades innovadoras. Se contabilizan los costes laborales del personal investigador, científico, técnico y auxiliares dedicados directamente a tareas de I+D e innovación considerando el tiempo efectivamente empleado en tales actividades. El concepto considera los gastos laborales según el nivel de cualificación y el tiempo de dedicación. La ESEE ofrece el número de personas dedicadas a actividades de I+D en equivalencia de jornada completa según sus niveles de cualificación: titulados superiores, técnicos y auxiliares (en el período 2001-2002 sólo está disponible en el año 2002). Los gastos laborales de los tres niveles de cualificación se consideran parte de los gastos en I+D de la empresa.

b) Acciones de colaboración externa. Los gastos en colaboraciones externas son los costes de las subcontrataciones de proyectos, tanto con universidades y centros tecnológicos reconocidos (14) como con otras empresas privadas y asociaciones, de tareas imputables a la innovación, siempre que tengan relación directa con éstas. La ESEE desagrega los gastos en I+D tanto internos como externos (contratación externa), por lo que se consideran integrados en los gastos totales en investigación y desarrollo.

c) Materiales fungibles y otros. Se trata de gastos indirectos como materias primas, materiales, viajes, bibliografía y otros consumibles imputables y consumidos para la ejecución de las actividades de I+D e innovación tecnológica, así como otros costes indirectos. Se sabe que habitualmente éstos corresponden a entre un 10 y un 15 por 100 del coste total. Sin embargo, a efectos fiscales sólo se podrán computar como gastos deducibles aquellos para los que pueda establecerse un sistema de individualización, así que, al carecer de la información explícita de este concepto en la ESEE, éstos se consideran como parte de los gastos internos en investigación y desarrollo.

d) También se consideran integradas en los gastos en I+D otras adquisiciones de bienes de naturaleza intangible, como los derechos de propiedad industrial (patentes, marcas, modelos de utilidad, etcétera).

2) Inversiones en inmovilizado inmaterial (*Lx*). Entre otras, la propiedad industrial (patentes y modelos de utilidad), los desarrollos informáticos propios y los gastos en I+D que se han activado (cuando la empresa ha tenido éxito en las indagaciones efectuadas, podrá plantearse la alternativa de considerar los gastos en I+D como componentes del inmovilizado inmaterial y no como gastos del ejercicio). La ESEE ofrece el valor de las adquisiciones en licencias y asistencia técnica del extranjero. Por lo tanto, se incluye la cuantía de los pagos por licencias y asistencia técnica del extranjero en la inversión total en innovación, asumiendo que estos activos se emplean en las actividades innovadoras de las empresas.

3) Inversiones en activos materiales, excluidos los inmuebles y terrenos (*MI*). A efectos fiscales, este tipo de gastos está sujeto a deducción siempre que dichos bienes estén afectos en exclusiva a las actividades de I+D e innovación tecnológica. La ESEE ofrece como novedad, en el año 2002, el valor de la adquisición de «maquinarias o equipos específicamente comprados para realizar productos nuevos o sensiblemente mejorados y/o procesos» que no están incluidos en los gastos en I+D, por lo que el valor de estos bienes de capital se integran en la inversión total en innovación.

4) Inversiones en tecnologías de información y comunicaciones (TIC_1, TIC_2). Para las empresas de reducida dimensión, se consideran como parte de la inversión en innovación los gastos relacionados con la formación del personal en informática (TIC_1) y la adquisición de equipos para proceso de información (TIC_2). Para asegurar que se trata de empresas que efectivamente están incorporando las TIC a sus pro-

cesos productivos, y no sólo que utilizan este tipo de tecnologías, se contabilizan los gastos mencionados anteriormente sólo en el caso de que la empresa haya contestado afirmativamente a las preguntas sobre si dispone de dominio propio en Internet y si ha implantado paquetes informáticos para uso común o realizado programación informática (en cuyo caso, las denominamos empresas tecnológicas). Resumiendo, los gastos en TIC sólo se incluyen en la inversión total en innovación cuando la empresa es de reducida dimensión y *tecnológica*.

5. Definición de la desgravación esperada

La desgravación esperada es el valor estimado de los incentivos fiscales a la I+D+i, y se calcula multiplicando la probabilidad esperada de deducir por el valor estimado de la intensidad. La variable dependiente de la probabilidad de deducir $P(\rho)$ es una variable categórica dicotómica, que adopta el valor de uno cuando la empresa conoce y aplica las deducciones fiscales a la I+D+i y valor de cero cuando sucede lo contrario. La variable dependiente de la intensidad (ρ) son las deducciones fiscales observadas. Las variables independientes de la desgravación fiscal son las mismas que se utilizan para estimar tanto la probabilidad de deducir (modelo *Probit*) como la intensidad de las deducciones fiscales (por MCO), y están contenidas en el vector z_ρ.

6. Definición de las variables explicativas

Las variables explicativas de los vectores z, z_1 y z_ρ se muestran en la primera, segunda, tercera y cuarta columna del cuadro n.º 3. Estas variables aproximan seis aspectos: 1) características estructurales; 2) condiciones de competencia y del entorno; 3) restricciones financieras; 4) sofisticación tecnológica; 5) actitud innovadora, y 6) experiencia gestora.

1) Las variables relacionadas con la estructura empresarial son la antigüedad en el mercado, la composición del capital y el tamaño. La antigüedad de la empresa son los años transcurridos desde su constitución al año 2002. La participación extranjera es el porcentaje de capital extranjero que tiene la empresa en 2002. La dimensión empresarial se determina por las ventas de la empresa en el año 2002.

2) Las variables que aproximan las condiciones de competencia de la empresa son la cuota de mercado, la propensión exportadora y la concentración de ventas.

Del entorno competitivo son la percepción y transparencia del mercado en el que la empresa actúa. La cuota de mercado es la participación de las ventas netas que la empresa reporta en la ESEE en 2002 con respecto a las ventas netas agregadas del sector industrial al que ésta pertenece, según las estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de Estadística en el mismo año. La propensión exportadora mide la intensidad de las exportaciones registradas con respecto a las ventas de la empresa en 2002. La concentración de ventas es el porcentaje de facturación que la empresa destina a los tres clientes principales. Las variables relacionadas con el entorno competitivo son dos variables ficticias que expresan la apreciación de la empresa sobre el desarrollo de su mercado (expansivo o estable-recesivo) y sobre la transparencia de éste, cuando la empresa considera que obtiene información precisa y puntual de los precios de los competidores o, por el contrario, con retraso e imprecisa.

3) Las variables que aproximan las restricciones financieras de la empresa son la rentabilidad, el endeudamiento y las condiciones de liquidez para innovar. La rentabilidad se mide por el margen bruto de explotación que se calcula como la proporción beneficios de la producción con respecto a las compras y gastos de la empresa en 2002, es decir, la suma de las ventas netas, la variación de existencia de ventas y los ingresos de gestión corriente (valor de la producción) menos las compras, gastos de personal y servicios exteriores (insumos intermedios) entre el valor de la producción. El endeudamiento de la empresa es el nivel de deuda ajena adquirida en 2002, es decir, la financiación a corto plazo. Las condiciones de liquidez para innovar se aproximan con una variable ficticia, que indica si la empresa ha buscado sin éxito financiación a la innovación, y con una variable continua del nivel de financiación ex profeso a la I+D, es decir, el valor de la financiación pública a la I+D que la empresa obtuvo en 2002. A su vez, las subvenciones señalan también el nivel de certidumbre en la aplicación de las deducciones fiscales a la I+D+i, ya que aquellas empresas que se benefician de ayudas públicas calificaron sus proyectos de innovación, y por tanto los gastos derivados de las actividades de I+D e innovación han sido vinculados por entidades autorizadas (15).

4) La sofistificación tecnológica de la empresa es una variable discreta que se determina con las respuestas afirmativas sobre el uso de sistemas avanzados en los procesos productivos tales como máquinas herramientas de control numérico por ordenador, robótica, diseño asistido por ordenador o combinaciones de sistemas con ordenador central.

CUADRO N.º 3

VARIABLES UTILIZADAS EN EL MODELO

APROXIMACIÓN	*VARIABLES EXPLICATIVAS*	*ABREVIATURA*	*TIPO*	*VECTOR DE VARIABLES EXPLICATIVAS*			
				*Var dependiente: e**		*Var dependiente: ρ^e*	
				V indep: z_1	*V indep: z*	*V independientes: z_ρ*	
				Decisión	*Intensidad*	*Decisión*	*Intensidad*
				Innovar	*Inversión en innovación*	*Deducir*	*Deducciones fiscales*
Desgravación esperada ρ^e	Log(1+ probabilidad de deducir por las deducciones fiscales esperadas)	ldfest	C	✓	✓		
Estructura	Antigüedad (años desde su constitución hasta 2002)	antig	C			✓	✓
	Capital extranjero (porcentaje de participación)	capx	C	✓	✓	✓	✓
	Tamaño (ventas y cuadrado)	vtas, vtas2	C			✓	✓
Condiciones de competencia y del entorno	Log(1+cuota de mercado)	lcm	C	✓	✓		
	Percibe su mercado expansivo	evomkt	D	✓	✓		
	Recibe información precisa y puntual de los precios de sus competidores	tramkt	D			✓	✓
	Concentración de clientes (porcentaje de ventas a sus tres clientes principales)	cvtas	C			✓	✓
	Propensión exportadora (cuadrado de exportaciones/ventas)	cpropx	C	✓			
Restricciones financieras	Margen bruto de explotación ((Vt+Vv+Ig-C-GP-Sx)/(Vt+Vv+Ig))	mbe	C	✓	✓	✓	✓
	Log(1+Deuda ajena (financiación a corto plazo adquirida en 2002))	lfincp	C	✓	✓		
	Financiación pública a la I+D obtenida	subv	C, D	✓	✓	✓	✓
	Ha buscado sin éxito financiación a la innovación	sinfin	D			✓	✓
Sofisticación tecnológica	Incorporación de sistemas avanzados a los procesos productivos (control por ordenador, robótica, CAD, CAM, redes locales)	softec	D	✓	✓		
Actitud innovadora	Ha sido una empresa innovadora en sentido amplio en 2001	innov01	D	✓			
	Log(1+gasto en innovación deducible) (I+D+Lx+Mi+$TIC_{1,2}$)	lii	C			✓	✓
	Emplea personal en I+D	pid	D			✓	✓
	Realiza trabajos de normalización y control de calidad	calidad	D			✓	✓
	Realiza diseño	Diseño	D			✓	✓
	Ha colaborado con universidades y centros tecnológicos	coluni	D			✓	✓
	Ha participado en algún proyecto de investigación de la Unión Europea	invUE	D			✓	✓
Experiencia gestora	Log(1+deducciones fiscales en 2001)	ldf01	C	✓	✓	✓	✓
	Realiza o contrata servicios de asesoría fiscal	asesfis	D			✓	✓
Control de efectos	Sectores tecnológicos con tipología Pavitt	secp1-5	D	✓	✓	✓	✓
	Es de reducida dimensión a efectos fiscales (cifra de negocio<5 millones de €)	redd	D	✓	✓		

C = Continua; D = Discreta.

5) Las variables que conforman la actitud innovadora de la empresa son la experiencia y el empleo de recursos en innovación, así como ciertas estrategias tecnológicas afectas a desgravación, tales como la realización de trabajos de diseño, control de calidad y normalización. Se considera que la empresa tiene experiencia en innovación si ha participado en algún proyecto de investigación de la Unión Europea, colaborado con universidades y centros tecnológicos o cuando ha sido innovadora. El empleo de recursos en innovación indica si la empresa invierte o dedica personal en exclusiva a investigación y desarrollo.

6) La experiencia gestora aproxima el nivel de certidumbre jurídica y el grado de familiaridad de la empresa con los incentivos fiscales a la I+D+i. El valor de las deducciones fiscales aplicadas en el ejercicio anterior indica el conocimiento que tiene la empresa de dichos instrumentos fiscales y la realización o contratación de servicios de asesoría fiscal, que en principio sugeriría una mayor certidumbre jurídica de la empresa, ya que contar con una opinión externa profesional que avale una correcta desgravación le permite tener más certeza en la calificación de las actividades innovadoras y en aplicación de las deducciones fiscales a la investigación, desarrollo e innovación.

Además, se controlan los efectos de tamaño y sector de actividad económica con una variable ficticia que indica si la empresa es de reducida dimensión, y con otras cuatro variables que señalan su pertenencia a los cinco sectores económicos según el nivel tecnológico (16).

III. RESULTADOS DEL MODELO

En el cuadro n.º 4 se presentan los resultados de la estimación del modelo Heckit en dos etapas con selectividad. La primera parte del cuadro ofrece los resultados del modelo de regresión por MCO de la inversión en innovación con la variable dependiente *innov*. En la segunda parte del cuadro se observan los resultados del modelo *Probit* de la probabilidad de realizar innovación con la variable dependiente binaria *innovp*, con valor uno si la empresa decide invertir en innovación y cero en otro caso. En el mismo cuadro se reproducen los modelos para la submuestra de empresas pequeñas (con menos de 200 empleados) y para las empresas grandes (con más de 200 empleados), respectivamente.

Lo primero que hay que destacar es que la desgravación esperada resulta significativa y con elasticidad cercana a uno en todos los casos. Para el conjunto de la industria, cada punto porcentual de incremento en las deducciones fiscales genera, en promedio, 73,4 por 100 de gasto privado en innovación, es decir, de intensidad innovadora. Para las empresas pequeñas, el efecto positivo en dicho gasto es de 88,4 por 100 y en el caso de las empresas grandes es un poco más bajo, de 71,7 por 100. Esto comprueba que los incentivos fiscales a la I+D+i son instrumentos que efectivamente estimulan la inversión en innovación en las empresas industriales españolas.

Para la industria en su conjunto (primera columna del cuadro n.º 4), donde las empresas innovadoras representan el 62 por 100 del total (1.000 de 1.625 empresas), se infiere que el resto de factores, además de las deducciones fiscales, que influyen tanto en la decisión de innovar como en el nivel de inversión tecnológica son: la experiencia gestora aproximada por las deducciones fiscales del ejercicio anterior y las condiciones de competencia aproximadas por la cuota de mercado, aunque en la inversión en innovación también interviene la financiación pública obtenida en el período.

En la submuestra de empresas pequeñas (segunda columna del cuadro n.º 4), donde casi la mitad de ellas realiza innovación (589 de 1.123 empresas), se verifican los efectos siguientes. Por una parte, la experiencia gestora, aproximada por las deducciones fiscales de 2001 y las subvenciones, explica la intensidad, pero no determina la decisión de innovar. Por otra parte, en la inversión en innovación se constatan efectos sectoriales y de tamaño, ya que resultan significativas las variables de tamaño a efectos fiscales (empresa de reducida dimensión) y de pertenecer al sector de proveedores de bienes intermedios. En el caso de las empresas grandes (última columna del cuadro n.º 4) con una proporción mayor de innovadoras (411 de 502 empresas), los determinantes tanto de la decisión de realizar innovación como de la inversión en innovación, son la experiencia gestora, aproximada por las deducciones fiscales de 2001, y el poder de mercado, aproximado por la cuota, aunque las restricciones financieras también explican el nivel de inversión en innovación. En este grupo también se comprueban efectos sectoriales para la inversión en innovación de los sectores más innovadores (basados en ciencia y con proveedores especializados), y en el modelo de decisión del sector intensivo en escala. En suma, los efectos diferenciados del instrumento fiscal por el tamaño de las empresas constata comportamientos diferenciados y corrobora la evidencia empírica observada de que los incentivos fiscales a la I+D+i tienen mayor incidencia en las empresas más pequeñas.

CUADRO N.º 4

EFECTIVIDAD DE LOS INCENTIVOS A LA I+D+i

Variable	*Total industria*	*Empresas grandes*	*Empresas pequeñas*
Innov			
Ldfest	0,734***		
Ldfestp		0,884***	
Ldfestg			0,717***
ldf01	-0,173***	-0,255***	-0,143***
Vtas	2,733***	3,064*	
vtas2	-3,895**	-2,592*	
Subv	1,061	3,997***	7,492
Capx	0,002	0,004	0,001
Softec	0,227	0,276*	0,325
Evomkt	0,205	0,157	0,298*
Lcm	-0,023	0,364	1,172***
Lfincp	-0,015	-0,003	-0,028**
Redd	-1,590***	-0,862***	
secp2	-0,188	-0,473**	0,040
secp3	0,027	-0,290*	0,235
secp4	0,106	-0,348*	0,684***
secp5	0,212	-0,177	0,067
Cons	6,780***	5,588***	6,396***
innovp			
Ldfest	3,270***		
Ldfestp		3,333***	
Ldfestg			1,764***
ldf01	-1,326***	-1,281	-0,549***
Vtas	3,001	-1,092	
vtas2	1,803	1,620	
Subv	-5,112*	0,000015	3,141
Innov01	-1,0167*	-0,242	1,352
Capx	-0,033**	-0,014	-0,011
Softec	0,222	1,216*	0,323
Evomkt	0,447	-0,973	1,369
Propx	-4,158	14,129*	-0,898
Cpropx	2,390	-16,607	1,326
Lcm	-3,402	-2,121	3,322**
Lfincp	-0,019	0,0386	-0,043
Redd	2,611**	3,895*	
secp2	-0,684	0,789	0,848
secp3	0,090	-0,317	3,596**
secp4	0,493	-0,175	0,672
secp5	-0,089	0,308	-2,684*
Constante	-11,273***	-12,206***	-12,805***
Lambda de Mills	-1,958***	-0,521	1,109*
Estadísticas			
Número de observaciones	1.625	1.123	502
Obs. censuradas	625	534	91
Obs. no-censuradas	1.000	589	411
Chi2	1492,961	1524,454	338,842
p_chi2	0,0000	0,0000	0,0000

* significativo al 10 por 100; ** significativo al 5 por 100; *** significativo al 1 por 100.

Por otra parte, los incentivos fiscales a la I+D+i no sólo influyen en el nivel de intensidad tecnológica, sino también en la decisión de las empresas de realizar innovación. Por los efectos marginales de la probabilidad de innovar (mostrados en el cuadro n.º 5 para las variables significativas) que arroja el modelo, sabemos que las deducciones fiscales aumentan casi un 20 por 100 la probabilidad de innovar, y que la participación de mercado y el tamaño a efectos fiscales influyen

CUADRO N.º 5

EFECTOS MARGINALES EN LA PROBABILIDAD DE INNOVAR

Variable	*Total industria*
Ldfest	0,196***
ldf01	-0,077***
lcm1	0,396***
Redd(*)	0,389***

(*) Efectos para el cambio discreto en la variable *dummy* de 0 a 1.
*** significativo al 1 por 100.

casi un 40 por 100 en la posibilidad de emprender innovación.

El efecto *potencial* se observa en 757 empresas que, de hecho, no aplican las deducciones fiscales, pero sí invierten en innovación. Para 390 de éstas empresas, el modelo pronostica una inversión en innovación mayor a la que realmente realizan, por lo que deducimos que para ellas el incentivo fiscal podría ser un instrumento efectivo para incrementar su inversión en innovación actual. En el otro caso, con un pronóstico menor al observado de la inversión en innovación, se evidencian las situaciones donde hay adicionalidad negativa, o sea, cuando las empresas invertirían *de todos modos* a pesar de la intervención estatal a través del instrumento fiscal. El segundo impacto, *efectivo*, se produce en 243 empresas que sí aplican las deducciones fiscales, pero no están invirtiendo en la inversión en innovación que ha sido pronosticada por el modelo. En esta situación, los casos donde el incentivo fiscal se prueba como deficiente se producen cuando la inversión en innovación pronosticada es superior a la observada. Los resultados indican 114 empresas que exhiben un impacto deficiente del instrumento fiscal en este sentido (17). Ello hace patente el insuficiente esfuerzo innovador de algunas empresas, que, a pesar de tener estímulos gubernamentales a su alcance, deciden no aumentar su inversión en innovación; pero también evidencia posibles vicios y defectos en la implantación de medidas públicas, como puede ser una excesiva burocracia que resulta en un desincentivo a la inversión privada. En todas las pruebas de bondad de ajuste de los modelos tipo Heckit se observa que el estadístico *chi-cuadrado* para la solución por *máxima verosimilitud* de los modelos es significativo, de igual manera que también resulta distinto de cero el estadístico de la *ratio inversa de Mills* (lambda).

Por otra parte, una vez que hemos analizado los determinantes de la inversión en innovación y de las decisiones de invertir en innovación de las empresas, con especial énfasis en la *efectividad* de los incentivos fiscales a la I+D+i, procedemos a examinar la *eficacia* de dicho instrumento. Para ello se analizan los resultados del modelo que explica la desgravación esperada, de tal manera que es posible verificar los factores que influyen en las expectativas de uso de dichos instrumentos fiscales y desvelar los factores que determinan su aplicación. De igual manera, en la introducción de este trabajo se insistía en la necesidad de contar con alguna *medida* para evaluar la eficacia de los incentivos fiscales a la I+D+i. Pues bien, con el análisis de los aciertos del modelo de la desgravación esperada, es posible cuantificar no sólo el número de empresas que *debería* aplicar las deducciones fiscales, sino la cuantía de las deducciones fiscales de las que se *deja* de hacer uso. Así, los resultados del modelo *Probit*, por el método de selección por pasos (18), para estimar la probabilidad de deducir se muestran en el cuadro n.º 6 para el conjunto de la industria, y también para las submuestras de empresas pequeñas y grandes.

Para el conjunto de la industria, los factores que explican la decisión de las empresas a aplicar los incentivos fiscales a la I+D+i son, como era de esperar, la propia pericia y actitud innovadora y la experiencia de gestión de tales instrumentos. La pericia y actitud innovadora se constata con la significatividad de las variables que aproximan la presencia de recursos humanos y económicos dedicados a innovación, mientras que la experiencia gestora se manifiesta con las deducciones fiscales del período anterior y el hecho de haber recibido ayudas públicas a la I+D. En cuanto a las diferencias por tamaño empresarial, se observa que en el grupo de empresas pequeñas influye que éstas realizan inversiones en normalización y control de calidad, mientras que en el grupo de las empresas grandes resultan significativas las variables que indican la realización de diseño, así como la permanencia en el mercado (aproximada por la antigüedad), además de los determinantes significativos ya mencionados en el párrafo anterior para el caso de la industria en su conjunto, que también explican la probabilidad de deducir de las empresas en ambos estratos de tamaño. En los modelos *Probit* se observan estadísticos de *pseudo* r^2 cercanos al 50 por 100 y un estadístico de *chi-cuadrado* significativo en todos los casos. En las regresiones por mínimos cuadrados ordinarios se obtienen estadísticos de r^2 *corregido* cercanos al 30 por 100.

Con tal evidencia, es posible confirmar que el uso de los incentivos fiscales a la I+D+i depende tanto de la pericia y actitud innovadora de las empresas como de la certeza jurídica que éstas perciban para aplicarlos. La cuantificación del impacto de dichos

factores en la probabilidad de deducir se obtiene a través de los efectos marginales del modelo *Probit* que se muestran en el cuadro n.º 7 para las variables discretas significativas.

El efecto marginal es la intensidad de la influencia que tienen las variables independientes en la probabilidad de que la variable dependiente ocurra. Por ejemplo, se estima que recibir subvenciones a la I+D aumenta la probabilidad de que las empresas apliquen los incentivos fiscales a la I+D+i un 48 por 100, aunque en el caso de las empresas pequeñas es de 81 por 100 y de 45 por 100 en el caso de las grandes. Esto quiere decir que las empresas subvencionadas son más propensas a deducir, pero también que las empresas subsidiadas de menor dimensión son aún más proclives a aplicar las deducciones fiscales que las grandes. En cuanto al efecto de tener personal dedicado a la I+D, se observa que éste influye en más del 60 por 100 en la decisión de utilizar los incentivos fiscales a la innovación, de manera casi igualitaria según el tamaño de empresa. En cuanto al influjo de la realización de diseño y de trabajos de control de calidad y normalización, es un hecho notable que la primera actividad (realizar diseño) tiene peso en la decisión de deducir de las empresas grandes, mientras que el controlar la calidad es un determinante en el caso de las empresas pequeñas. Nosotros creemos que dicha evidencia es un indicativo de que las empresas de mayor dimensión compiten por la originalidad de sus productos a través de inversiones en nuevos diseños, mientras que las empresas más pequeñas pugnan por mayor calidad para rivalizar en el mercado.

Por otra parte, con el fin de tener una medida para evaluar la *eficacia* del diseño de los incentivos fiscales a la I+D+i, se realiza la medición de los efectos individuales (para cada empresa innovadora). Para ello, se sigue el siguiente criterio: cuando se observa que las empresas *no* deducen, pero

CUADRO N.º 6

RESULTADOS DE LA PROBABILIDAD DE DEDUCIR

Variable	*Total industria*	*Empresas pequeñas*	*Empresas grandes*
ldf01	0,151***	0,162***	0,148***
subvd	0,480***	0,811**	0,449**
lii	0,051***	0,070**	
pid	0,674***	0,692***	0,632**
diseño	0,342**	0,324*	
calidad		0,471**	
antig			0,006*
Constante	-2,573***	-2,995***	-2,049***
Estadísticas			
Número de observaciones	1625	1122	502
loglikelihood	-320,570	-128,515	-184,194
chi2	750,745	309,338	274,305
p_chi2	0,0000	0,0000	0,0000
Pseudo r^2	0,539	0,546	0,427

* significativo al 10 por 100; ** significativo al 5 por 100; *** significativo al 1 por 100.

CUADRO N.º 7

EFECTOS MARGINALES EN LA PROBABILIDAD DE DEDUCIR

Variable	*Total industria*	*Empresas pequeñas*	*Empresas grandes*
Subvd(*)	0,480***	0,811**	0,449**
Pid(*)	0,674***	0,692***	0,632**
Diseño(*)	0,342**		0,324*
Calidad(*)		0,471**	

(*) Efectos para el cambio discreto en la variable *dummy* de 0 a 1.
* significativo al 10 por 100; ** significativo al 5 por 100; *** significativo al 1 por 100.

CUADRO N.º 8

EFICACIA DE LOS INCENTIVOS FISCALES A LA I+D+i

	Número de empresas	*Porcentaje*	*Deducciones fiscales esperadas (ρ^e)*
Modelo general			
Empresas innovadoras en sentido amplio	956	59	66.917.305*
Deducen	247	26	26.561.719
No deducen	709	74	7.065.419
pero deberían (a)	67	9	5.470.648
Modelo de empresas pequeñas (empleo ≤ 200)			
Empresas innovadoras en sentido amplio	514	54	8.001.917*
Deducen	77	15	2.312.128
No deducen	437	85	1.951.502
pero deberían (b)	52	12	560.803
Modelo de empresas grandes (empleo > 200)			
Empresas innovadoras en sentido amplio	442	46	58.915.388*
Deducen	170	38	25.228.563
No deducen	272	62	6.499.478
pero deberían (c)	31	11	4.517.669

* Valor observado de las deducciones fiscales.
El punto de corte utilizado para clasificar el grupo de pertenencia pronosticado es la frecuencia observada de la categoría de empresas que no deducen: (a) $P(\rho>0 \mid z_\rho) \geq 0{,}74$; (b) $P(\rho>0 \mid z_\rho) \geq 0{,}85$; (c) $P(\rho>0 \mid z_\rho) \geq 0{,}62$.

el modelo predice que *sí* deberían aplicar las deducciones fiscales (dadas sus condiciones de innovación), se comprueban defectos en el diseño del instrumento fiscal, ya que en estos casos éste no cumple la función de estimular la innovación, es decir, hay un efecto nulo en la decisión empresarial de deducir. El cuadro n.º 8 ofrece el detalle de la cuantificación de tal deficiencia, en el número y la proporción de empresas en que esto ocurre (19) y en la cuantía de las deducciones fiscales no aplicadas (20), tanto en el conjunto industrial como en los dos estratos de tamaño. Además, de este cuadro se deduce que el incentivo fiscal a la I+D+i no cumple su objetivo de ser utilizado como acicate de la innovación en una de cada diez empresas en lo general. En el grupo de empresas pequeñas, la proporción es ligeramente superior que en las grandes, es decir, el modelo econométrico predice que en un 12 por 100 de empresas pequeñas y en un 11 por 100 de las grandes los beneficios fiscales a la innovación son desaprovechados. En cuantía, la deficiencia del incentivo fiscal se traduce en casi cinco millones y medio de euros, que corresponden a una quinta parte del total de las deducciones fiscales pronosticadas por el modelo.

IV. SÍNTESIS DE CONCLUSIONES

La muestra utilizada en nuestro análisis contiene un total de 1.625 empresas industriales establecidas en España, una vez eliminadas nueve empresas atípicas y las observaciones de aquellas que no proporcionaron información para los años de 2001 y 2002 en alguna de las variables empleadas. La variable dependiente es la inversión en innovación a efectos fiscales, que se mide como la suma de los diversos gastos susceptibles de desgravación que se pueden observar en la ESEE, es decir, los gastos en I+D internos y contratados, los pagos por licencias de patentes y asistencia técnica del extranjero, las inversiones en maquinaria para innovar, y los gastos en formación informática y en maquinaria de proceso de información para las empresas de reducida dimensión. Como variables explicativas se incluyen el nivel de incentivos fiscales a la I+D+i esperado y un conjunto de características de las empresas que aproximan su estructura, condiciones de competencia y del entorno competitivo, restricciones financieras, sofisticación tecnológica, actitud innovadora y experiencia gestora. De igual manera, la expectativa de la desgravación depende de un cúmulo de singularidades de las empresas que obedecen no sólo a las condiciones estructurales y del entorno en que éstas actúan, sino también a su certidumbre jurídica de acuerdo con las restricciones impuestas por el legislador.

A partir de la estimación de la probabilidad de deducir y de la intensidad de los incentivos fiscales a la I+D+i, se construye la variable ρ^e como la estimación del producto de la probabilidad de deducir

por el valor esperado de las deducciones fiscales. Ésta es la variable (desgravación esperada) que se incluyó en la estimación de la inversión en innovación para evaluar la efectividad de los incentivos fiscales a investigación, desarrollo e innovación.

El análisis descriptivo reveló que, si bien existe una relación directa y creciente entre el tamaño y el nivel medio de las deducciones fiscales, la cobertura de éstas sobre los gastos en innovación no guarda la misma relación, ya que las empresas más pequeñas obtienen una mayor proporción de beneficios fiscales que las más grandes. Además, se ha puesto de manifiesto que, en efecto, las empresas tienen cierta repulsión al uso de los incentivos fiscales a la I+D+i, lo que se muestra por la proporción elevada de empresas que no aplican tales instrumentos aun cuando realizan innovación, sobre todo en el caso de las empresas más pequeñas. Asimismo, el análisis descriptivo desveló que las empresas industriales, en su mayoría, utilizan las tecnologías de información y comunicaciones en su quehacer industrial, aunque todavía no incorporan las TIC en sus procesos productivos con una visión de largo plazo. Ello se intuye a partir del porcentaje alto de empresas que utilizan Internet como una herramienta de negocio y del escaso número de éstas que invierte en formación del personal o en equipos de proceso de información. Derivado de lo anterior, se incluyen variables que controlan el tamaño y el sector de actividad, además de otras que podrían intervenir en la formación de expectativas de desgravación, como la experiencia gestora de las empresas expresada en las deducciones fiscales aplicadas en el período anterior o la financiación pública obtenida para hacer investigación y desarrollo.

1. La efectividad de los incentivos fiscales a la I+D+i

Lo primero que es preciso destacar del estudio empírico presentado en este estudio es que se corrobora la hipótesis de que la desgravación esperada —las deducciones fiscales a la I+D+i— tiene una incidencia positiva y estadísticamente significativa en la inversión en innovación de las empresas. Esto permite comprobar que los incentivos fiscales a la I+D+i son instrumentos que efectivamente estimulan la inversión en innovación de las empresas industriales españolas. Asimismo, la elasticidad cercana a uno del instrumento fiscal hallada, tanto en un nivel agregado como en cada estrato de tamaño empresarial, concuerda con los resultados encontrados en otros estudios empíricos dedicados al tema (21). Empero, si bien el cambio que inducen los incentivos fiscales a la I+D+i en la intensidad innovadora es positivo, también se comprueba que es menor a la unidad, lo que indicaría un efecto parcial del instrumento fiscal.

Además, hemos constatado que los incentivos fiscales a la I+D+i no sólo influyen en el nivel de inversión en innovación, sino también en la decisión de las empresas de realizar innovación. Es decir, los incentivos fiscales a la I+D+i son elementos estratégicos en las decisiones empresariales de inversión en innovación en la industria manufacturera española.

Asimismo, los efectos del instrumento fiscal diferenciados por el tamaño de las empresas constata las asimetrías en el sistema fiscal español y corrobora la intuición de que los incentivos fiscales a la I+D+i tienen una mayor incidencia en las empresas de menor dimensión.

2. La eficacia de los incentivos fiscales a la I+D+i

En la literatura se ha insistido en que los incentivos fiscales tienen la virtud de permitir que sea el propio mercado el que decida dónde se encuentran las mayores oportunidades de mejorar la competitividad (22). Sin embargo, esto sucedería así bajo la hipótesis de que el diseño de los incentivos fiscales sea eficaz y que, por tanto, los instrumentos fiscales se utilicen por todas las empresas de forma indiscriminada. En el caso de los incentivos fiscales a la I+D+i en España, hemos podido comprobar que tales supuestos no se cumplen debido a defectos en el diseño del instrumento fiscal y a la escasa utilización de las ventajas fiscales por parte de las empresas manufactureras españolas, y este hecho, por tanto, podría llevar a distorsiones en el sistema.

Según la Fundación COTEC, a pesar de que el régimen fiscal español ofrece a los empresarios amplias ventajas en materia de innovación y desarrollo tecnológico, las empresas españolas todavía no han generalizado la utilización de los incentivos fiscales a la I+D+i por diversas razones, entre las que destacan: la dificultad para identificar y calificar las actividades innovadoras; la creencia de que es necesario disponer de un departamento de I+D; cierta percepción de inseguridad jurídica frente a eventuales inspecciones fiscales, y el desconocimiento para documentar los proyectos y gastos efectuados en investigación, desarrollo tecnológico e innovación tecnológica (COTEC, 2004).

Por otra parte, las actividades innovadoras están intrínsecamente relacionadas entre sí, y muchas de ellas no se enmarcan en las definiciones tradicionales de I+D+i, por lo que se plantea la necesidad de definir un marco regulador ágil y simple que amplíe los conceptos y contribuya al desarrollo de las capacidades innovadoras, promoviendo la competitividad de las empresas.

En efecto, la propia simplificación de los incentivos fiscales, frente a otros mecanismos de apoyo público, ha llevado a sostener que éstos son mejores instrumentos de política para el fomento de la innovación. Sin embargo, para que las empresas, en particular las pequeñas, se beneficien plenamente de tales medidas, es esencial que las actividades afectadas se definan de un modo claro, preciso e inequívoco, y que existan adecuados mecanismos de apoyo que les faciliten la suficiente información y ayuda para aplicarlas.

La relevancia de la dimensión empresarial en la determinación de aplicar incentivos fiscales y de realizar innovación se ve reflejada en los resultados de nuestro análisis. Esto es, el tamaño de las empresas se relaciona de manera positiva con la decisión de innovar (y con la inversión en innovación). Y ello podría significar que el esquema de incentivos fiscales a la innovación en España ha sido diseñado con tal complejidad que puede estar generando asimetrías en el aprovechamiento de dichos instrumentos públicos.

Además, los resultados expresan de manera clara la incertidumbre que perciben las empresas para decidir la aplicación de los incentivos fiscales a la I+D+i, lo que se intuye a partir del número importante de empresas que deberían deducir, pero no lo hacen. Este hecho es de suma importancia, ya que evidencia el defecto en el diseño del esquema de incentivos fiscales a la innovación.

Los defectos hallados en el diseño del instrumento (principalmente derivados de la subjetividad en la calificación de las actividades sujetas a desgravación) nos permiten sustentar la recomendación hecha de forma exhaustiva en diversos informes institucionales nacionales e internacionales sobre que la falta de claridad de los conceptos susceptibles de desgravación es una de las causas principales de las deficiencias en la utilización de los incentivos fiscales a la I+D+i, y una fuente de incertidumbre jurídica para las empresas que merma su eficacia.

Nosotros consideramos que la propuesta para la eliminación de los incentivos fiscales a la I+D+i del esquema de instrumentos de fomento a la innovación en España forma parte de un conjunto de medidas que ha propuesto el Gobierno actual, principalmente, para simplificar el sistema fiscal en su conjunto. De esta manera, las deducciones fiscales a la innovación han sido calificadas por la presente Administración como «elementos distorsionadores» en la economía, al igual que el resto de beneficios fiscales que actualmente se otorgan a las empresas. Visto así, según las cifras estimadas para 2008 de los Presupuestos Generales del Estado, las deducciones fiscales representan un gasto de más de ocho mil millones de euros para el erario público, y aquellas dirigidas a las actividades de I+D+i apenas representan un 4,5 por 100 de dicho gasto.

Con estas consideraciones, se podría pensar que las expectativas para eliminar tales instrumentos públicos responden no tanto a razones económicas, que podrían sustentar su posible ineficacia, como a una serie de consideraciones de índole política orientadas a unas mayores simplificación administrativa y transparencia del sistema fiscal. Aún más, mientras que la política tecnológica europea se dirige a intensificar las medidas de apoyo directo a las empresas pequeñas y las de reciente creación, y por otra parte recomienda combinar las actuaciones públicas con diversos mecanismos, al parecer en materia de fomento a la I+D+i, la política tecnológica española parece optar por medidas de apoyo más selectivas y directas.

Este rumbo reproduce los esquemas fallidos que se aplicaron en España hasta mediados de los años noventa (Buesa, 1994a), y prescinde de instituciones que, como los incentivos fiscales, se han mostrado válidas para el estímulo de la innovación en las empresas. Por ello, sería recomendable que, mejorando su diseño instrumental, tales incentivos se reincorporen al elenco de medidas de política tecnológica con las que el Gobierno pretende lograr que España converja hacia la frontera del conocimiento tecnológico que se delimita por los países más avanzados de la Unión Europea (Buesa, 1994b).

NOTAS

(1) Se han tenido en cuenta, para el caso de España, sólo los supuestos aplicables para las inversiones en I+D, dejando a un lado los que se refieren a la incorporación de las TIC a los procesos productivos, los de las actividades rutinarias en I+D y los de innovación tecnológica.

(2) Destacamos aquí los trabajos más representativos inspirados en el caso español: BUSOM (2000); GONZÁLEZ *et al.* (1999, 2005); MARRA (2004); CORCHUELO (2006).

(3) Si bien nosotros hemos perseguido objetivos similares a los estudios que se conocen para el caso español con datos de la ESEE (por

ejemplo, CORCHUELO, 2006), éstos basaron su análisis en aproximaciones a los incentivos fiscales a la I+D+i, debido a que no se disponían de los datos observables de las deducciones fiscales para los períodos considerados en las investigaciones.

(4) En nuestro caso, habría endogeneidad debida a los determinantes comunes no observables entre los factores no observables que determinan las deducciones fiscales y el nivel de intensidad tecnológica.

(5) El cuadro n.º 2 muestra también que las subvenciones recibidas por las empresas de la ESEE representan el 10 por 100 de la financiación pública empresarial total. Por tanto, en contraste con las deducciones fiscales, las subvenciones parecen tener una menor representatividad en la ESEE.

(6) DAVID *et al.* (2000) señalan dos posibles efectos de la política pública en la inversión privada, uno en la reducción del coste y otro en la tasa de retorno.

(7) En realidad, como apuntan GONZÁLEZ *et al.* (2005), el nivel tecnológico para estas empresas no innovadoras, aunque se contabiliza como cero, no es nulo, ya que éste se consideraría incorporado en sus procesos productivos.

(8) Véase HEIJS (2003), quien sostiene que dichos requisitos llegan a ser barreras de entrada a la innovación.

(9) Los incentivos financieros son ayudas públicas directas a la innovación mediante subvenciones, préstamos o subsidios. Los incentivos fiscales son medidas de desgravación que estimulan a las empresas a realizar actividades de innovación reduciendo su coste. Los incentivos fiscales tienen objetivos más específicos, y suelen utilizarse para aumentar la capacidad innovadora de sectores industriales o de grupos de empresas concretos. No obstante, en países como España y Portugal, los incentivos fiscales se emplean para impulsar el rendimiento de la innovación en todos los sectores económicos.

(10) Esta variable es la suma de los gastos en I+D, pagos de licencias y asistencia técnica del extranjero, adquisiciones de maquinaria para innovar, gastos de formación informática e inversiones en equipos de proceso. Es decir, no sólo incluye los gastos en I+D, sino también otros gastos en innovación sujetos a las deducciones fiscales. La variable *inversión en innovación* es del tipo censurado y no truncado (que daría lugar a otro tipo de tratamiento econométrico). A diferencia de la restricción de truncamiento, en la censura se dispone de información de las variables explicativas tanto para los datos censurados como para los no censurados (para las empresas que no innovan y para las que sí lo hacen).

(11) Se trata de la ratio inversa de Mills, que significa el riesgo de que la empresa no invierta en innovación.

(12) Relativos al cumplimiento de requisitos científicos y tecnológicos, a efectos de la aplicación e interpretación de deducciones fiscales por actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

(13) Esto podría introducir cierto sesgo en la variable, porque la Ley establece un límite a la deducción fiscal a aquellos gastos en I+D realizados en el extranjero que sobrepasen el 25 por 100 de la inversión total, y cuya actividad de I+D principal no se efectúe en España. La legislación excluye, por tanto, los gastos en I+D que se realicen en el exterior que no impliquen una actividad paralela en España, además de establecer un límite superior a los de otras actividades similares que se realizan en territorio español. Esto vulnera las leyes europeas, al restringir la libertad de establecimiento y de prestación de servicios en la Unión Europea, y pueden disuadir a las sociedades de emprender actividades de I+D+i en otros países de la UE y del Área Económica Europea. En consecuencia, la Comisión Europea ha exhortado a España a adaptar la legislación fiscal que aplica a los gastos de las empresas en I+D+i a las normas comunitarias y, de no hacerlo, podría ser denunciada ante el Tribunal de Justicia de la Unión Europea.

(14) De acuerdo con el RD 260/1996, de 20 de diciembre.

(15) Según la Fundación COTEC, la principal dificultad identificada por las empresas para la aplicación de los incentivos fiscales es la correcta calificación de las actividades en I+D+i deducibles, por lo que la calificación de los proyectos facilita y permite planificar dichas actividades. Los mecanismos de consulta vinculante son los informes motivados, las consultas vinculantes y los acuerdos previos de valoración, todos ellos otorgados por instituciones públicas y algunos organismos autorizados para tal efecto.

(16) Los sectores «tipo Pavitt» son: *productores tradicionales de bienes de consumo* (cárnica, alimentos, bebidas, tabaco, textil, cuero, madera, muebles, papel, edición y otras, CNAE-93 151 a 223; 261-268; 361-372), que se utiliza como sector de referencia; *proveedores intensivos en escala* (metalurgia y metálicos, CNAE-93 271-287); *proveedores especializados* (caucho, mecánico y máquinas, CNAE-93 251-252; 291-297; 300-335); *Intensivos en escala* (eléctrico, electrónico y vehículos, CNAE-93 311-343), y *basados en ciencia* (química y material de transporte, CNAE-93 241-247; 351-355). PAVITT (1984); ARCHIBUGI *et al.* (1991).

(17) Sin embargo, queremos hacer énfasis en la cautela necesaria para interpretar la cuantificación de este impacto, debido al error de medida presente en la ESEE. Se recuerda al lector que la ESEE no ha sido diseñada específicamente para estudiar la innovación empresarial, y mucho menos fenómenos de fiscalidad, aunque sí ofrece información única (disponible) y valiosa al respecto. Por tanto, existen datos útiles que resultan omitidos y que podrían explicar la ausencia de inversión en innovación observada (en nuestro caso, la situación nula o cero de selectividad). En consecuencia, este sesgo estadístico podría estar explicando algunos casos de impacto *efectivo* del instrumento fiscal.

(18) Por este método, se eligen las variables independientes que son significativas en el modelo con base en cierto criterio de tolerancia (en nuestro caso de 0,0001) para que éstas puedan ser introducidas en la ecuación.

(19) Esto es, sabemos cuál es el porcentaje de empresas que deducen (frecuencia observada), y para cada empresa obtenemos la probabilidad de deducir (probabilidad esperada) por el modelo *Probit*. Para clasificar el número de empresas que *no* hacen uso de las deducciones fiscales, pero *sí deberían* hacerlo, determinamos como «punto de corte» la frecuencia observada. Por tanto, estarán en dicha situación aquellas empresas que no deducen, pero, el modelo predice una probabilidad esperada mayor a la frecuencia observada (véase el cuadro número 8).

(20) Para cuantificar el valor de las deducciones fiscales «no aplicadas», utilizamos el valor predicho de las deducciones fiscales del modelo por MCO de la intensidad (ρ^{E}) en los casos donde las empresas efectivamente no deducen.

(21) En los estudios que se desarrollaron durante la década de los años ochenta (dirigidos al caso estadounidense) se hallaron elasticidades de la I+D cercanas a 0,5, pero estudios empíricos más recientes muestran un impacto de los incentivos fiscales en la inversión en I+D cercanos o superiores a la unidad. Los estudios (muy recientes) para el caso español también confirman la efectividad de los incentivos fiscales. MARRA (2004) obtiene valores de –0,6 para las empresas pequeñas y de –0,8 para las grandes; CORCHUELO (2006) halla una elasticidad de –1,4 para las empresas pequeñas y de –1,6 para las grandes. El lector puede referirse al trabajo de VALADEZ (2009, capítulo 2) para una revisión crítica de estos estudios.

(22) De acuerdo con un estudio de la COMISIÓN EUROPEA (2002), los incentivos fiscales pueden influir mucho en las decisiones privadas sobre inversiones en I+D+i, y son un instrumento político de orientación al libre mercado. No obstante, es necesario que los gobiernos establezcan los niveles de generosidad en función de sus propios puntos fuertes y débiles del tejido industrial, ya que no existe un modelo ideal que se aplique de manera igual a cualquier economía. Esto es así porque la política fiscal conlleva, de forma inevitable, una serie de desequilibrios entre los objetivos y las prioridades políticas.

BIBLIOGRAFÍA

ARCHIBUGI, D.; CESARATO, S., y SIRILLI, G. (1991), «A model of growth through creative destruction», *Econometrica*, 60, n.º 2: 323-351.

BERGER, P. G. (1993), «Explicit and implicit tax effects of the R&D tax credit», *Journal of Accounting Research*, vol. 31, n.º 2.

BERNSTEIN, J. I. (1986), «The effect of direct and indirect tax incentives on Canadian industrial R&D expenditures», *Canadian Public Policy*, vol. XII, n.º 3 (septiembre).

BLOOM, N.; GRIFFITH, R., y VAN REENEN, J. (2002), «Do R&D tax credits work? Evidence from a panel of countries 1979-1997», *Journal of Public Economics*, 85: 1-31.

BREEN, R. (1996), «Regression models: Censored, sample-selected, or truncated data», *SAGE University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-111*. Thousand Oaks.

BUESA, M. (1994a), «La pequeña y mediana empresa en España 1995», en *IMPI Informe anual*, (2005): 182-189, IMPI, Madrid.

— (1994b), «La política tecnológica en España: una evaluación en la perspectiva del sistema productivo», *Información Comercial Española*, n.º 726, febrero.

— (1999), «Tratamiento fiscal de la I+D», ponencia inédita presentada en la Universidad Pontificia de Madrid.

BUSOM, I. (2000), «An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies», n. 99/05, UCLA.

COMISIÓN EUROPEA (2002), «Corporation tax and innovation: Issues at stake and review of European Union experiences in the nineties», *Innovation Papers* n.º 19.

CORCHUELO, B. (2006), «Efecto de los incentivos fiscales a la I+D sobre las decisiones de innovación», *Revista de Economía Aplicada,* volumen 14 (40): 5-34.

CORCHUELO, B., y MARTÍNEZ, E. (2006), «Incentivos fiscales a la I+D y participación de las empresas manufactureras españolas», documento presentado en las *XXII Jornadas de Economía Industrial*, IESE, Barcelona.

COTEC, (2004), «Los incentivos fiscales a la innovación», Fundación Cotec, Madrid.

DAVID, P. A.; HALL, B. H., y TOOLE, A. A. (2000), «Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence», *Research Policy,* 29: 497-529.

EISNER, R.; STEVEN, H. A., y SULLIVAN, M. A. (1983), «Tax incentives and R&D expenditure», en *Proceedings of the Conference on Quantitative Studies of Research and Development in Industry*, editado por Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique and National Bureau of Economic Research, vol. 2 CNRS, Paris, Francia: 375-466.

GONZÁLEZ, X.; JAUMANDREU, J., y PAZÓ, C. (1999), «Impacto de las subvenciones en decisiones de I+D», FUNEP, *Documento de trabajo 9905*.

— (2005), «Barriers to innovation and subsidy effectiveness», *The Rand Journal of Economics*, invierno, vol. 36-4: 930-950.

GRONAU, R. (1973), «The effect of children on the housewife's value of time», *Journal of Political Economy*, vol. 81, n.º 2, part 2: New Economic Approaches to Fertility: S168-S199.

HALL, B. H. (1993), «R&D Tax policy during the 1980s: Success or Failure?», *Tax Policy and the Economy, v*ol. 7.

— (2001), «Tax incentives for innovation in the United States. A report to the European Union», encargado por Asesoria Industrial ZABALA-España.

HECKMAN, J. J. (1976), «The common structure of statistical models of truncation, sample selection, and limited dependent variables and a simple estimator for such models», *Annals of Economic and Social Measurement*, vol. 5/4: 475-492.

— (1979), «Sample Bias as a specification error», *Econometrica*, volumen 47, n.º 1: 153-161.

HEIJS, J. (2003), «Freerider behaviour and the public finance of R&D activities in enterprises: the case of the Spanish low interest credits for R&D», *Research Policy*, 32: 445-461.

MANSFIELD, E. (1986), «The R&D tax credit and other technology policy issues», *American Economic Review*, vol. 76 (1): 190-194.

MANSFIELD, E., y SWITZER, L. (1985), «The effects of R&D tax credits and allowances in Canada», *Research Policy, v*ol. 14, n.º 2 (abril): 97-107.

MARRA, M. A. (2004), «Incentivos fiscales, inversión en actividades de I+D y estructura de costes. Un análisis por tamaño para una muestra de empresas manufactureras españolas 1991-1999», *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, 170- (3/2004): 9-35.

NELSON, F. (1977), «Censored regression models with unobserved stochastic censored thresholds», *Journal of Econometrics*, vol. 6: 309-327.

OCDE (2003), «*STI Report: Tax incentives for research and development - trends and issues*, París.

PAVITT, K. (1984), «Sectoral patterns of technological change: Towards a taxonomy and a theory», *Research Policy*, 13, n.º 6 (diciembre): 343-373.

STATA CORP. (2003), *Stata Statistical Software. Stata Base Reference Manual. Release 8.0.* Stata Press, College Station.

TOBIN, J. (1958), «Estimation of relationships for limited dependent variables», *Econometrica, v*ol. 26: 24-36.

VALADEZ, P. (2009), *La incidencia de los incentivos fiscales a la I+D+i en la industria manufacturera española*, Estudios de Hacienda Pública, Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

WOZNY, J. A. (1989), «The research tax credit: New evidence on its effects», en *Proceedings of the Eighty-Second Annual Conference*, National Tax Association: 223-228.

LA OPINIÓN PÚBLICA ANTE LA INNOVACIÓN: UN ANÁLISIS DEL BARÓMETRO DEL CIS

Elena HUERGO
Francisco J. VELÁZQUEZ
Universidad Complutense de Madrid y GRIPICO

Resumen

En este artículo investigamos cómo determinadas características de los individuos afectan a su opinión sobre el apoyo público a la I+D. Para ello, utilizamos información de las distintas olas de la *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*. Los resultados de la estimación de un modelo multi-ecuacional proporcionan evidencia a favor de que la formación e información en ciencia y tecnología contribuyen positivamente a que el ciudadano muestre un mayor interés por éstas, lo que influye en que tenga una percepción más favorable de los beneficios derivados de ellas y, en última instancia, manifieste un mayor apoyo a la intervención pública en esta área.

Palabras clave: opinión pública, innovación, ciencia y tecnología.

Abstract

In this article we examine how certain features of individuals affect their opinion regarding public support for R&D. For this purpose, we use information from the different waves of the *Survey of Social Perception of Science and Technology*. The results of the estimation of a multi-equation model provide evidence supporting the idea that training and information on science and technology make a positive contribution towards people displaying greater interest in these, which predisposes them to having a more favourable perception of the benefits stemming from them and, in the last resort, to showing support for public intervention in this area.

Key words: public opinion, innovation, science and technology.

JEL classification: O30.

I. INTRODUCCIÓN

EN la actualidad, la mayoría de los gobiernos reconocen la importancia del nuevo conocimiento como determinante fundamental del crecimiento de los países. En concreto, los acuerdos de la conocida Cumbre de Lisboa reflejan el objetivo de los países integrantes de la Unión Europea de convertir a Europa en la zona más competitiva del mundo, basando su mejora de la productividad en la economía del conocimiento (Consejo Europeo, 2002). La consecuencia más inmediata de estos acuerdos ha sido el incremento de los presupuestos públicos destinados al apoyo de los proyectos de I+D. España no ha sido una excepción en esta tendencia, con un incremento importante de fondos públicos destinados a estas actividades, que han pasado de suponer el 1,06 por 100 del PIB en 2004 al 1,37 por 100 en 2009, según datos provisionales del Instituto Nacional de Estadística (nota de prensa, 22-6-2010). Es más, en la reformulación de estas políticas dentro de la denominada «Estrategia Europa 2020» se sigue insistiendo en este mismo objetivo (Comisión Europea, 2010).

Sin embargo, el apoyo público a la I+D+i debe competir en los presupuestos públicos con otras partidas de gasto, y el reparto final está condicionado en gran parte por un deseo de los gobiernos de satisfacer las demandas del contribuyente. Obviamente, esas demandas dependen tanto de la coyuntura económica como de las características socio-culturales de los ciudadanos y, en particular, podemos pensar que varían en función de su opinión sobre la utilidad del nuevo conocimiento.

El objetivo de este trabajo es contribuir a aclarar estas relaciones para el caso de los ciudadanos españoles, estudiando cómo determinadas características de los individuos afectan a su opinión sobre el impacto de la ciencia y tecnología (C&T), y cómo esta opinión influye a su vez sobre su evaluación del apoyo público a la inversión en investigación y desarrollo.

El análisis de la relación entre aspectos socio-culturales de los individuos y variables económicas no es nuevo en la literatura. En un trabajo reciente, Guiso *et al.* (2006) analizan el papel de la cultura como un posible determinante de los fenómenos económicos, entendiendo por cultura «*those customary beliefs and values that ethnic, religious, and social groups transmit fairly unchanged from generation to generation*». A partir de preguntas del cuestionario de la *General Social Survey*, primero estudian el efecto directo de la cultura sobre las expectativas y las preferencias, para después mostrar que éstas influyen en los resultados económicos. En particular, examinan el impacto de la ideología política sobre la decisión de redistribución de la renta, y obtienen que los determinantes cul-

turales subyacentes a las preferencias a favor de una distribución de la renta más igualitaria parecen tener un impacto sobre la redistribución que efectivamente tiene lugar (aunque su significatividad estadística es un tanto débil). Ello, de alguna forma, confirma algunas de las teorías más utilizadas en los trabajos sobre elección pública, como es el caso de los modelos de demanda de gasto público del votante mediano propuesta en los trabajos pioneros de Bocherding y Deacon (1972) y Bergstrom y Goodman (1973).

Siguiendo a Guiso *et al.* (2006), utilizaremos la información procedente de las *Encuestas de percepción social sobre la ciencia y la tecnología* elaboradas por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) para analizar el efecto de la opinión respecto a la C&T sobre la decisión política de apoyo a la I+D. A diferencia de estos autores, que se centran en aquellas dimensiones culturales que son heredadas por el individuo de generaciones anteriores, en este trabajo se hace hincapié en aquellos elementos que se pueden acumular voluntariamente (en particular, la formación e información sobre C&T) y que, por tanto, también son susceptibles de intervención pública.

Formalmente, el modelo empírico que se va a estimar es un modelo con tres etapas. La primera ecuación tiene como objetivo examinar los factores que influyen en el interés por la C&T, entre los que se incluyen la formación escolar y el grado de información sobre C&T. En la segunda ecuación se analiza la relación entre la opinión que muestra el ciudadano sobre los beneficios sociales o individuales de la C&T y el interés manifestado por éstas. Finalmente, mediante la tercera ecuación se pretende contrastar si esta opinión sobre la ciencia y tecnología está relacionada con la valoración del individuo respecto a las políticas públicas de apoyo a la investigación y desarrollo.

Los resultados proporcionan evidencia a favor de las hipótesis planeadas, confirmando que formación e información en C&T contribuyen positivamente a que el ciudadano muestre un mayor interés por éstas, lo que influye en que tenga una percepción más favorable de los beneficios derivados de ellas y, en última instancia, manifieste un mayor apoyo a la intervención pública en esta área.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el apartado II, se resume alguna evidencia empírica sobre el papel de la opinión pública respecto a la C&T; en el III, se presenta el modelo empírico; el IV se dedica a la descripción de la base de datos y a la definición de las variables empleadas en el análisis; en el V, se muestran los resultados de la estimación del modelo planteado y, finalmente, en el apartado VI se resumen las principales conclusiones.

II. EVIDENCIA EMPÍRICA PREVIA SOBRE EL PAPEL DE LA OPINIÓN PÚBLICA RESPECTO A LA C&T

Los estudios sobre el papel de la opinión pública respecto al nuevo conocimiento, bien bajo la forma de C&T o de innovaciones, no son nuevos en la literatura. Así, por ejemplo, Gaudin (1976) explota los resultados de una encuesta a la opinión pública francesa sobre la innovación y el cambio técnico realizada en marzo de 1975. De su examen se desprende que en esa época la mayoría de los franceses encuestados pensaba que el progreso técnico creaba una forma de vida artificial, amenazando a la de la siguiente generación y fomentando necesidades que se creaban para vender nuevos productos a los consumidores. También pone de manifiesto una opinión positiva sobre el progreso técnico, que para muchos contribuirá en el futuro a mejorar los métodos de producción, a elevar los niveles de renta, a ayudar al desarrollo de los países y a resolver la crisis energética, si bien no contribuirá al incremento del empleo o a reducir los riesgos de guerra. Atendiendo a los resultados de la encuesta, este autor señala como principales prioridades para la innovación en los años venideros la reducción de residuos de todo tipo, la explotación de nuevas fuentes de energía, la mejora de las condiciones de trabajo y la protección de la naturaleza. Estos resultados fueron presentados a los empresarios, quienes, sin embargo, cuestionaron la validez y utilidad de este tipo de encuestas.

En una época más reciente, diversas instituciones y organismos públicos se han interesado por la percepción social de la C&T. Reflejos de esta preocupación son los distintos informes publicados por la Comisión Europea (2005a, 2005b y 2008) como parte del proyecto del Eurobarómetro. En España, la iniciativa en este ámbito ha sido liderada por la FECYT con el desarrollo de la *Encuesta de percepción social sobre la ciencia y la tecnología (EPSCT),* que, realizada de forma bienal desde 2002, ha dado lugar a sus correspondientes informes sobre el tema. Como manifiesta el profesor Luján en la introducción del último informe publicado (FECYT,

2009): «los objetivos clásicos de los estudios de percepción pública desde la década de los años setenta del siglo pasado son: conocer tanto el grado de interés por la información científico-tecnológica como las fuentes de información habitualmente utilizadas, y determinar la valoración social de la ciencia y la tecnología. Una de las aportaciones más relevantes de los estudios de percepción pública consiste en identificar el sector poblacional interesado por la ciencia y la tecnología, estudiarlo atendiendo a variables socio-demográficas, y averiguar si responde al resto del cuestionario de un modo significativamente distinto al del conjunto de la población».

Sin embargo, son escasos los trabajos que relacionen las políticas públicas de apoyo a la I+D con la evaluación que los ciudadanos hacen de las nuevas tecnologías. Una excepción es el artículo de Muñoz y Todt (2009) que forma parte del citado cuarto informe de la FECYT (2009). Estos autores concluyen que, a pesar de la percepción mayoritariamente positiva en España de la C&T, los ciudadanos son selectivos en su opinión sobre la intervención pública y se inclinan por aquellas políticas que apoyen el desarrollo científico-tecnológico y aporten una gestión basada no sólo en el conocimiento científico, sino también en los valores, y que prevengan los posibles impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Una de las teorías sobre demanda de gasto público que tienen mayor aceptación dentro del campo de la economía pública es el modelo del votante mediano, que se basa en las aportaciones seminales de Bocherding y Deacon (1972) y Bergstrom y Goodman (1973). En este modelo, se asume que los ciudadanos votan por medio de un sistema mayoritario y que las opiniones o ideologías de éstos se distribuyen de forma normal, planteándose la elección del tamaño del sector público. La idea básica es que, bajo estas condiciones, existe un votante representativo al que el Gobierno trata de maximizar su bienestar, de forma que vuelva a salir elegido. Como señala Inman (1978), este planteamiento teórico es un punto de partida para predecir y analizar el comportamiento de las decisiones públicas.

A partir de esta teoría, en Sanz y Velázquez (2007) se plantea un modelo derivado en el que el votante mediano elige no sólo el tamaño del gasto público, sino la proporción que destina a cada función, y en el que las decisiones finales del Gobierno sobre cada tipo de gasto terminan siendo función de variables socio-económicas y demográficas. En este mismo sentido, en Pitarakis y Tridimas (1999) se recurre a la teoría de la demanda del consumidor, planteando el problema en términos de un gobierno maximizador de su función de utilidad. Posteriormente, Tridimas (2001) elabora un modelo en el cual las decisiones públicas sobre el gasto son no sólo el resultado de una política de optimización del gobierno, sino también de la maximización de las funciones de utilidad individuales de los votantes, sin que sea necesaria la existencia de un votante «representativo». Es en esta línea de trabajo en la que se encuentra el reciente artículo de Brunner y Ross (2010), quienes, en contra del modelo del votante mediano, muestran cómo la coincidencia de opiniones, por distintos intereses, de colectivos diferentes de votantes —supuestamente opuestos, por ejemplo, de alto y bajo ingreso— puede modificar las decisiones de los gobiernos, en contra de la opinión del supuesto «votante representativo».

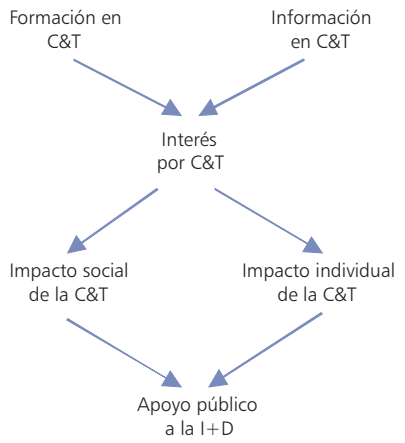
En definitiva, este tipo de modelos supone que la opinión pública determina las decisiones de los gobiernos en la elección de la cantidad, o la proporción, de gasto público que se destina a cada función concreta, como aquí se va a asumir.

III. MODELO EMPÍRICO

Como ya comentamos en epígrafes anteriores, siguiendo una metodología similar a la de Guiso *et al.* (2006), nuestra aproximación al problema se realiza en tres fases. En primer lugar, analizamos los factores que influyen en el interés por la C&T. En especial, centramos la atención en dos elementos susceptibles de ser afectados por la intervención pública: la formación escolar y el grado de información sobre C&T. A continuación, estudiamos cómo el interés por la C&T afecta a la opinión que muestra el ciudadano sobre su impacto social o individual. Finalmente, en una tercera etapa, se contrasta si esta opinión sobre la C&T está relacionada con la valoración del ciudadano respecto al apoyo público a la I+D. En todo este análisis, se controla por todas aquellas características socio-demográficas y políticas disponibles de los individuos que podrían afectar a las variables de interés.

Específicamente, el modelo empírico que se va a estimar se compone de tres ecuaciones que se estiman separadamente, y que siguen el esquema propuesto en el gráfico 1.

GRÁFICO 1
ESQUEMA CONCEPTUAL DEL MODELO A ESTIMAR



La primera ecuación describe los determinantes del interés del individuo *i*-ésimo por la C&T. La ecuación a estimar toma la siguiente expresión:

$$\text{interés C\&T}_i = \beta_{\text{for}}\ \text{formación C\&T}_i + \beta_{\text{int}}\ \text{información C\&T}_i + x_{1i}\beta_1 + u_{1i} \quad [1]$$

donde u_{1i} es el término de error y x_{1i} representa el conjunto de características demográficas del individuo que se introducen como variables de control, y que se consideran estrictamente exógenas o predeterminadas. La selección de estas variables viene determinada en parte por la disponibilidad de información en la base de datos, y será explicada con detalle en el apartado siguiente. Así, esta ecuación trata de establecer un vínculo entre el interés que tienen los individuos y su grado de formación e información en C&T, que se consideran variables exógenas y susceptibles de ser objeto de las políticas públicas.

La segunda ecuación se refiere a la opinión del ciudadano sobre el impacto de la C&T. Esa decisión se formaliza en términos de la siguiente expresión:

$$\text{impacto C\&T}_i = \beta_{\text{int}}\text{interés C\&T}_i + x_{2i}\beta_2 + u_{2i} \quad [2]$$

donde x_{2i} refleja de nuevo el conjunto de variables de control que se consideran exógenas o predeterminadas, y u_{2i} el término de error. Puesto que la base de datos permite definir varias medidas de opinión sobre el impacto de la C&T, el método de estimación se adaptará en cada caso el tipo de indicador utilizado para reflejar la opinión del individuo sobre el impacto social o sobre el impacto privado, es decir, el más cercano al individuo.

Finalmente, la tercera ecuación hace referencia a la evaluación del apoyo público a la I+D. Formalmente, la ecuación a estimar sería:

$$\text{apoyo I+D}_i = \beta_{\text{impsoc}}\ \text{impacto social C\&T}_i + \beta_{\text{impind}}\ \text{impacto individual C\&T}_i + x_{3i}\beta_3 + u_{3i} \quad [3]$$

donde x_{3i} refleja el conjunto de variables de control y u_{3i} el término de error.

En el apartado siguiente se describe con detalle la fuente de datos utilizada para definir las variables requeridas para el análisis. Como se explica a continuación, aunque las estimaciones se realizan utilizando los microdatos de tres olas de la *EPSCT*, esta encuesta no tiene un diseño de datos de panel, es decir, no se puede identificar al mismo individuo a lo largo de los años. En consecuencia, la información se trata en las estimaciones como un *pool*, y en las tres ecuaciones el conjunto de variables de control incluye variables ficticias indicando el año en que el individuo responde a la encuesta.

IV. FUENTE DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

Como ya se ha comentado con anterioridad, para el análisis del estado de la opinión pública en relación con los aspectos científicos, la FECYT puso en marcha en 2002 la *Encuesta de percepción social sobre la ciencia y la tecnología (EPSCT)*, que es la que se va a utilizar como fuente de datos en este trabajo. Esta encuesta obtiene, con una periodicidad bienal, información representativa nacionalmente de distintos aspectos de opinión en relación con la C&T: hábitos de información y grado de interés respecto a la C&T, formación en estas áreas, opinión sobre su impacto y sobre la necesidad de recursos que deben dedicarse a estos aspectos y algunos otros respecto a los campos concretos que deberían ser apoyados.

Ahora bien, las cuatro olas de las que proceden los microdatos de que disponemos en este momento no tienen un diseño de datos de panel (1). Además, a lo largo de los años, la muestra ha sufrido modificaciones importantes, de forma que alcanza los 8.000 encuestados para el último año disponible (2008), mientras que apenas superaba los 3.000 para el primero de ellos (2002). Por otra parte, las preguntas han sufrido variaciones importantes tan-

to en su inclusión como en su redacción y tabulación. Por ello, se ha requerido un importante proceso de homogeneización de las cuatro olas con el objeto de encontrar las variables requeridas para el análisis con la definición más semejante posible en todos los años. De hecho, habida cuenta de las diferencias insalvables en algunos casos entre las preguntas realizadas, se tomó una primera decisión de exclusión de la ola correspondiente a 2002. Además, para que los resultados no presenten sesgos hacia el comportamiento de la cohorte con mayor número de observaciones, se ha procedido a realizar las estimaciones de forma ponderada, asignando a cada observación la ratio entre el número de observaciones disponibles para 2008 y el del año al que corresponde dicha observación.

La primera variable clave para el análisis es la *formación* en C&T, que se deriva directamente de la tabulación de la encuesta, donde a los entrevistados se les pide asignar valores entre 1 y 5 (siendo 1 el menor nivel de formación y 5 el mayor). El enunciado de la pregunta se modifica ligeramente en las distintas olas, puesto que en 2004 se preguntaba específicamente por la formación escolar, mientras que a partir de 2006 desaparece esta restricción (2). Cabe reseñar, en relación con la distribución de las respuestas, que si bien dominan las de encuestados que indican tener una buena formación en este aspecto (cuadro n.º 1), también lo es que se ha producido una caída sostenida a lo largo del tiempo de aquellos que se consideran muy bien formados en C&T, que ha ido a engrosar el grupo de aquellos que tienen una formación normal. Quizás este comportamiento se deba a que el aumento en el progreso en esta área hace percibir un peor nivel formativo, o sea consecuencia del aumento de la difusión de este tipo de conocimientos.

También en el caso de la *información* y del *interés* en la C&T el encuestado debe especificar su contestación en una escala de 1 a 5, si bien la redacción de las preguntas permanece idéntica en las tres olas consideradas, detectándose un incremento en el valor medio de la variable a lo largo del período de análisis.

CUADRO N.º 1

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES

	2004	*2006*	*2008*
Formación C&T (de 1 a 5)			
Número de contestaciones válidas	3.343	6.929	8.514
Porcentaje de casos según contestación			
muy alto	31,8	20,8	13,1
alto	35,0	34,1	32,1
normal	22,8	35,2	46,8
bajo	8,9	9,0	6,7
muy bajo	1,5	1,1	1,3
Información sobre C&T (de 1 a 5)			
Número de contestaciones válidas	3.341	6.936	8.448
Media	2,46	2,51	2,75
Interés en C&T (de 1 a 5)			
Número de contestaciones válidas	3.325	6.967	8.522
Media	2,79	2,87	3,10
Impacto social de C&T (de 1 a 2)			
Número de contestaciones válidas	3.257	6.908	8.365
Media	1,48	1,58	1,80
Impacto individual de C&T (de 1 a 5)			
Número de contestaciones válidas	1.113	6.773	8.261
Media	3,09	2,46	2,89
Apoyo público a la I+D (nivel) (de 1 a 3)			
Número de contestaciones válidas	2.646	5.602	7.018
Media	2,50	2,62	2,60
Apoyo público a la I+D (incremento) (de 1 a 3)			
Número de contestaciones válidas	2.812	5.704	7.511
Media	2,66	2,64	2,66

Fuente: Elaboración propia a partir de FECYT (2004, 2006, 2008).

Por lo que se refiere al impacto de la C&T, la información disponible en la base de datos permite construir indicadores tanto de los beneficios sociales que el individuo asocia a las nuevas tecnologías como de la percepción individual sobre la utilidad de su formación científico-técnica. Estas variables de *impacto* (*social* e *individual*) de la C&T se han debido calcular a partir de las contestaciones a un conjunto de preguntas. En el caso del *impacto social*, se han tomado las puntuaciones asignadas por los entrevistados en cinco aspectos distintos: salud, trabajo, calidad de vida, medio ambiente y distribución de la renta. Así, en los años 2004 y 2006 los entrevistados deben valorar su conformidad con distintas afirmaciones relativas a estos aspectos (véase anexo). Para homogeneizar las diferentes puntuaciones, en aquellos casos donde las afirmaciones suponen una opinión negativa del aspecto en cuestión, se ha procedido a invertir las valoraciones. A continuación, para todas las valoraciones dentro de cada uno de los cinco temas señalados, se ha calculado la media aritmética simple, construyendo finalmente la variable de impacto social como media simple de los cinco aspectos.

Para la ola de 2008, estas preguntas cambiaron su formulación, preguntándose directamente sobre si el progreso científico y tecnológico aportaba más ventajas o desventajas en cada uno de estos cinco aspectos. Para homogeneizar las puntuaciones entre las tres olas, se ha procedido también a construir un indicador adicional donde se reduce la puntuación entre 1 y 5 de las olas de 2004 y 2006 a una escala de 1 a 2, como sucede en 2008 (3). Como se deduce del cuadro n.º 1, la media de este indicador crece a lo largo del periodo, de forma que, en 2008, el 80 por 100 de los entrevistados consideran que la C&T supone más ventajas que inconvenientes en su impacto social.

En el caso del *impacto individual*, el indicador se ha calculado directamente como la media de la utilidad asignada al conocimiento científico y técnico adquirido durante el proceso de formación del entrevistado (4) con respecto a cinco campos: profesión, comprensión del mundo, relaciones personales, como consumidor y usuario, y en la formación de opiniones políticas y sociales. La variable toma, por tanto, valores en el intervalo definido entre 1 y 5.

La construcción de las variables del *apoyo público a la I+D* se ha realizado a partir de las respuestas sobre la opinión de los entrevistados en relación con la cantidad de recursos públicos que destinan los gobiernos central y autonómicos a investigación científica y tecnológica y a su posibilidad de variación. Así, en el primer caso se pregunta a los encuestado sobre su consideración sobre la cuantía de estos recursos públicos estableciendo cinco categorías para 2004 (muy altos, altos, normales, bajos, muy bajos) y tres a partir de 2006 (demasiados, los justos o pocos recursos). Las respuestas se homogeneízan temporalmente (en una escala de 1 a 3, siendo 3 los que consideran que son pocos los recursos destinados a la I+D) considerando que aquellos que indican que los recursos les parecen muy altos, altos o demasiados, no muestran un apoyo importante a la financiación pública de la I+D, todo lo contrario de los que piensan que los recursos dedicados son bajos, muy bajos o pocos.

Adicionalmente, también se le pide al encuestado que se posicione ante un posible cambio en el presupuesto público para la C&T. En particular se le pregunta si, suponiendo que el Gobierno estuviese obligado a recortar el gasto público, estaría a favor o en contra de dicho recorte. En este caso, se supone que apoyan la financiación pública de la I+D aquellos que consideran que deben aumentarse los recursos. El indicador de apoyo se construye en este caso en una escala de 1 a 3, donde 3 representa a los que incrementarían o no disminuirían el gasto en I+D. Como puede observarse en el cuadro n.º 2, si bien los indi-

CUADRO N.º 2

OPINIÓN SOBRE EL APOYO PÚBLICO A LA I+D

		APOYO PÚBLICO A LA I+D (NIVEL)		
		Demasiados	*Los justos*	*Pocos*
Apoyo público a la I+D (incremento)	Disminuya.....	312	98	270
	Se mantenga	748	641	2.983
	Aumente.....	760	499	7.939

Fuente: Elaboración propia a partir de FECYT (2004, 2006, 2008).

viduos que consideran insuficientes los recursos dedicados por el sector público a la I+D están en su mayoría a favor de incrementarlos, la relación no es del todo clara, ya que un porcentaje no despreciable de entrevistados opina que los recursos empleados son excesivos, y aun así estarían a favor de un aumento de éstos. Por ello, se ha construido un indicador de apoyo global como producto de ambos indicadores (siendo el resultante de una escala de 1 a 9).

Entrando ya en las variables que definen las características socio-económicas y políticas de los individuos, la información disponible en la EPSCT permite caracterizar, entre otros, los siguientes aspectos: ideología política, nivel de estudios, nivel de renta, trabajo por cuenta propia, acceso a internet, creencia religiosa, sexo, edad, comunidad autónoma de residencia y tamaño del municipio donde se localiza el hogar (cuadro n.º 3).

Comenzando por la ideología, al ciudadano se le pide que se sitúe en una escala de 0 a 10 (1 a 10 a partir de 2006) en función de su posicionamiento político. De esta forma se ha considerado que aquellos situados entre el 0 y el 3 (inclusive) constituyen la izquierda política, mientras que entre 7 y 10 formarían la derecha. El centro correspondería, por tanto a puntuaciones entre 4 y 6. Cabe señalar el importante número de personas que no declaran ideología, que ascienden al 30 por 100 para el conjunto de los años. Igualmente destaca que en el período analizado (2004-2008) se observa una polarización ideológica. Así, entre los que declaran ideología en 2004, el 15,1 por 100 y el 12,3 por 100 se situaban en la izquierda y derecha respectivamente (recuérdese que centro-izquierda y centro-derecha se han asignado al centro), pasando estas proporciones al 21,8 por 100 y 20,0 por 100 en 2008.

CUADRO N.º 3

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIO-ECONÓMICAS Y DEMOGRÁFICAS DE LOS INDIVIDUOS DE LA *ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA*

	2004	*2006*	*2008*
Ideología			
No declara (porcentaje sobre total)	24,1	28,8	32,6
Izquierdas (porcentaje sobre declaraciones)	15,1	16,3	21,8
Centro (porcentaje sobre declaraciones)	72,6	67,5	58,2
Derechas (porcentaje sobre declaraciones)	12,3	16,2	20,0
Creencias religiosas			
No declara (porcentaje sobre total)	0,6	6,2	4,8
Católico practicante (porcentaje sobre decl.)	29,0	28,2	26,6
Sexo			
Mujeres (porcentaje sobre total)	51,3	51,3	51,8
Edad			
Media	45,2	45,2	45.2
Menores de 35 años (porcentaje sobre total)	37,3	36,0	36,1
Entre 35 y 65 años (porcentaje sobre total)	42,5	44,1	44,8
Mayores de 65 años (porcentaje sobre total)	20,2	19,9	19,1
Nivel de Estudios medio (1 a 7)	5,25	5,15	5,17
Trabaja			
Activos (porcentaje sobre total)	53,9	54,1	58,7
Empleados (porcentaje sobre activos)	88,7	88,7	86,2
Trabaja por cuenta propia (porcentaje s/empleados)	20,2	24,0	22,1
Nivel de renta			
No declara (porcentaje sobre total)	43,7	42,5	29,0
Bajo nivel de renta (porcentaje sobre decl.)	27,4	32,5	43,4
Alto nivel de renta (porcentaje sobre decl.)	72,6	67,5	56,6
Internet			
Usuarios (porcentaje sobre total)	36,1	42,1	54,0
Tamaño del municipio (porcentaje total)			
Municipio < 10.000 hab.	17,5	27,2	26,7
Municipios entre 10.000 y 100.000	42,5	35,0	38,3
Municipios >100.000 habitantes	40,0	37,8	35,0

Fuente: Elaboración propia a partir de FECYT (2004, 2006 y 2008).

Respecto al nivel de estudios, se pregunta directamente por ellos en las encuestas de 2004 y 2006 (en una escala de 1 a 7); también en 2008, pero en ésta se puntualiza que sean terminados y desagregando los estudios de doctorado de los de terciaria. Obviamente, esta última desagregación no se ha considerado. De hecho, el nivel de estudios permanece prácticamente inalterado en el período analizado.

Un trabajo especialmente detallado se ha tenido que hacer en relación con el nivel de renta de las familias. En efecto, en las encuestas de 2004 y 2006 se señalan siete tramos de renta que describen el nivel de ingresos brutos anuales del hogar. En 2008 se disminuyen a cinco los tramos de renta y se pregunta sobre los ingresos familiares netos mensuales. Para establecer una equivalencia entre ambas escalas, se ha procedido al cálculo de los ingresos anuales netos aproximados correspondientes a los distintos tramos de renta de la ola de 2008 y luego se ha aplicado la tarifa del IRPF en la primera escala —la correspondiente a 2004 y 2006—, de forma que se ha podido establecer una equivalencia razonable entre ambas escalas, pero reduciendo a cinco los tramos de renta.

Respecto de la variable Internet, en 2004 se pregunta al entrevistado si ha accedido a Internet durante el último mes. A partir de 2006 se interroga sobre la posesión en casa de conexión a Internet. Se consideran equivalentes ambas respuestas. Como era de esperar, se ha producido un incremento importante de los ciudadanos conectados a Internet, en 18 puntos, durante los cuatro años de análisis, alcanzando el 54 por 100 en 2008.

Finalmente la información sobre la consideración del individuo en materia religiosa, sexo, edad, trabajo por cuenta propia, tamaño del municipio y comunidad autónoma se toma directamente de la tabulación de la encuesta. En el anexo se incluye una definición más detallada de las variables utilizadas, indicando su relación específica con las preguntas de las *EPSCT* de 2004, 2006 y 2008.

V. LOS DETERMINANTES DE LA OPINIÓN PÚBLICA ESPAÑOLA SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A continuación se presentan los resultados de la estimación del modelo empírico descrito en el apartado IV. En los siguientes epígrafes se analizan los factores que influyen en cada una de las tres etapas consideradas.

1. El interés de los ciudadanos españoles por la C&T

Las dos variables claves que se analizan como determinantes del interés del ciudadano por la C&T son la formación escolar y la información recibida sobre estas materias. En ambos casos, la hipótesis subyacente es que el individuo que ha recibido más formación/información sobre estos aspectos manifestará también un mayor interés por ellos. Adicionalmente, como variables de control, se incluyen en la estimación medidas representativas de características del encuestado, por una parte, y del hogar al que pertenece, por otra.

Así, dado que uno de los objetivos del trabajo es analizar el papel que juega el votante mediano, o ciudadano representativo, en la política tecnológica, en el primer grupo de determinantes incluimos dos variables dicotómicas que representan a los individuos de ideologías «de izquierdas» y «de derechas», respectivamente. También definimos una variable dicotómica para aquellos ciudadanos que no manifiestan una ideología concreta. El grupo de referencia es, por tanto, el votante que se identifica como «de centro» (votante mediano). Coeficientes estadísticamente distintos de cero en las variables definidas implicarían desviaciones en las opiniones del comportamiento de estos grupos de ciudadanos respecto al votante mediano.

Entre las variables que se refieren al encuestado se encuentran, además, su edad (menor de 35 años, entre 35 y 65 años, o mayor de 65), su frecuencia de conexión a Internet y su nivel de estudios. Dado el intenso desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) en las últimas dos décadas, cabe pensar que los más jóvenes, y particularmente los que hacen más uso de Internet, tengan una visión más completa de las nuevas tecnologías. Asimismo, los individuos con mayores niveles de estudios probablemente habrán hecho un uso más intensivo de conocimientos científico-técnicos, lo que posiblemente incremente su grado de información en esta área.

El conjunto de variables demográficas del encuestado se completa con indicadores dicotómicos que reflejan si su nivel de renta es alto o bajo, si es una mujer, si es católico practicante o si trabaja por cuenta propia. Asimismo, se identifican mediante variables ficticias el tamaño del municipio (<10.000, entre 10.000 y 100.000, o >100.000 habitantes) y la comunidad autónoma donde reside el encuestado.

Los resultados de la estimación del modelo descrito por MCO se presentan en el cuadro n.º 4. Para evitar la multicolinealidad, se omiten las variables correspondientes a «varón», «ideología de centro», edad «entre 35 y 65 años», «no declara nivel de renta» y «municipio entre 10.000 y 100.000 habitantes», que por tanto constituyen el grupo de referencia. De igual modo, se introducen en una primera etapa todas las variables dicotómicas representativas de las distintas Comunidades Autónomas (CC.AA.), omitiendo el término constante para evitar multicolinealidad perfecta. A continuación, se selecciona la región que presenta el coeficiente mediano, omitiéndola en la siguiente etapa —cuyos resultados son los que se presentan en estas estimaciones— y reseñando los coeficientes significativos respecto de ese valor de referencia.

En las columnas (a) y (b) se introducen alternativamente como variables explicativas los indicadores que reflejan el interés por y la información sobre C&T, mientras que en la columna (c) ambos indicadores se introducen simultáneamente. Como puede observarse en el cuadro n.º 4, en todos los casos estos dos indicadores afectan positivamente al interés por la C&T, confirmando la hipótesis planteada, si bien el efecto de la información parece más que duplicar el de la formación en C&T. Adicionalmente, cuando las variables se incluyen a la vez en la estimación, disminuye la magnitud del impacto de la formación, posiblemente debido a la correlación entre ambas, puesto que cabe suponer que aquellos individuos más formados en C&T estén también más informados sobre estos aspectos.

Los resultados sugieren además que los votantes de izquierdas muestran un mayor interés por la C&T que los de centro, siendo el resultado el contrario para los votantes de derechas. Respecto al resto de variables de control, como era de esperar, el nivel de estudios y el uso de Internet favorecen el interés por la C&T, mientras que las mujeres muestran, en me-

CUADRO N.º 4

DETERMINANTES DEL INTERÉS POR LA C&T

	(a)		*(b)*		*(c)*	
	Coeficiente	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*
Formación escolar C&T	*0,282****	*(0,011)*	—		*0,075****	*(0,009)*
Información sobre C&T	—		*0,699****	*(0,006)*	*0,686****	*(0,006)*
Ideología de izquierdas	0,091***	(0,024)	0,041**	(0,019)	0,044**	(0,019)
Ideología de derechas	-0,064**	(0,030)	-0,051**	(0,023)	-0,053**	(0,023)
No declara ideología	-0,090***	(0,022)	-0,027	(0,018)	-0,031*	(0,018)
Católico practicante	-0,033	(0,022)	-0,018	(0,017)	-0,017	(0,017)
Mujer	-0,196***	(0,018)	-0,081***	(0,014)	-0,078***	(0,014)
Menor de 35 años	0,024	(0,020)	0,037**	(0,016)	0,022	(0,016)
Mayor de 65 años	-0,090***	(0,027)	-0,028	(0,021)	-0,025	(0,021)
Nivel de estudios	0,133***	(0,049)	0,074***	(0,006)	0,062***	(0,006)
Trabaja por cuenta propia	0,049	(0,033)	0,003	(0,026)	0,003	(0,026)
Bajo nivel de renta	0,119**	(0,022)	0,042**	(0,018)	0,032*	(0,018)
Alto nivel de renta	0,012	(0,022)	0,015	(0,017)	0,022	(0,017)
Internet	0,283***	(0,021)	0,122***	(0,016)	0,106***	(0,016)
Municipio < 10.000 habitantes	-0,062***	(0,021)	-0,004	(0,018)	-0,003	(0,018)
Municipio > 100.000 habitantes	0,021	(0,021)	0,022	(0,016)	0,023	(0,016)
Constante	1,526***	(0,063)	0,722***	(0,042)	0,622***	(0,050)
CC.AA. con valores mayores que la media	*Castilla y León, Galicia, Murcia y La Rioja*		*Valencia, Galicia y La Rioja*		*Valencia, Galicia, Madrid, Murcia y La Rioja*	
CC.AA. con valores menores que la media	*Baleares, Cantabria, Cataluña y Navarra*		*Andalucía, Aragón, Asturias, Baleares, Cantabria y Cataluña*		*Aragón, Asturias, Baleares, Cantabria y Cataluña*	
Período	2004-2008		2004-2008		2004-2008	
Observaciones	18.439		18.455		18.233	
R2-ajustado	0,1786		0,4924		0,4941	

Nota: D.E. es la desviación estándar. Todas las estimaciones incluyen la constante. Se omiten las variables correspondientes a "varón", "ideología de centro", edad "entre 35 y 65 años", "no declara nivel de renta" y "municipio entre 10.000 y 100.000 habitantes". ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1 por 100, al 5 por 100 y al 10 por 100, respectivamente.

dia, un menor interés que los hombres. Respecto de la edad, los resultados no son concluyentes, pues parecen mostrar un relativo mayor interés de los más jóvenes, lo mismo que ocurre con los que poseen un menor nivel de renta. Finalmente, en lo que respecta a las CC.AA., se observa un interés mayor, controlando por el resto de factores, en Valencia, Galicia, Murcia y La Rioja, y menor en Baleares, Cantabria y Cataluña, lo que evidencia diferencias geográficas de comportamiento y, de nuevo, supone un respaldo a las políticas regionales de difusión y formación en ciencia y tecnología.

2. La opinión pública española sobre el impacto de la C&T

A la hora de analizar la opinión española sobre la C&T, podemos distinguir entre los beneficios sociales que el individuo asocia a las nuevas tecnologías y la percepción individual sobre la utilidad de su formación científico-técnica. Independientemente de la medida considerada, cabe pensar que los individuos que muestran un mayor interés personal por la C&T, tenderán a valorar más sus beneficios. Al igual que en la ecuación anterior, como determinantes de la opinión de los individuos sobre el impacto de las C&T consideramos variables representativas tanto de las características del encuestado como del hogar al que pertenece.

En las columnas (a) y (b) del cuadro n.º 5, se presentan los resultados correspondientes a las estimaciones en las que la medida de opinión sobre el impacto de la C&T hace referencia a los beneficios sociales, mientras que en la columna (c) la medida de impacto se refiere a la utilidad individual de la formación en ciencia y tecnología.

En la primera columna, la muestra incluye únicamente información de los años 2004 y 2006, dado que sólo en estos años está disponible como variable dependiente el indicador de impacto social que toma valores entre 1 y 5. En la columna (b) se sus-

CUADRO N.º 5

DETERMINANTES DE LA OPINIÓN SOBRE EL IMPACTO SOCIAL E INDIVIDUAL DE LA C&T

	IMPACTO SOCIAL (a)		*IMPACTO SOCIAL (b)*		*IMPACTO INDIVIDUAL (c)*	
	Coeficiente	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*
Interés por C&T	*0,029****	*(0,005)*	*0,016****	*(0,002)*	*0,239****	*(0,006)*
Ideología de izquierdas	-0,044***	(0,015)	-0,020***	(0,006)	0,055***	(0,021)
Ideología de derechas	0,015	(0,020)	0,010	(0,007)	0,004	(0,026)
No declara ideología	0,020	(0,015)	0,018***	(0,005)	-0,041**	(0,020)
Católico practicante	0,030**	(0,014)	0,003	(0,005)	0,128***	(0,020)
Mujer	-0,027**	(0,012)	0,003	(0,004)	-0,040**	(0,016)
Menor de 35 años	0,015	(0,013)	-0,007	(0,005)	0,031*	(0,017)
Mayor de 65 años	0,057***	(0,018)	0,031***	(0,006)	0,002	(0,025)
Nivel de estudios	-0,010**	(0,005)	-0,011***	(0,002)	0,164***	(0,007)
Trabaja por cuenta propia	-0,274***	(0,024)	0,001	(0,008)	0,171***	(0,031)
Bajo nivel de renta	0,069***	(0,017)	0,093***	(0,005)	0,096***	(0,019)
Alto nivel de renta	0,017	(0,013)	-0,019***	(0,005)	-0,044**	(0,020)
Internet	0,076***	(0,014)	0,048***	(0,005)	0,079***	(0,018)
Municipio < 10.000 habitantes	0,034**	(0,015)	0,015***	(0,006)	-0,041**	(0,020)
Municipio > 100.000 habitantes	-0,017	(0,014)	-0,011***	(0,005)	0,018	(0,018)
Constante	3,078***	(0,040)	1,584***	(0,015)	1,047***	(0,055)
CC.AA. con valores mayores que la media	*Aragón y Galicia*		*Aragón, Asturias, Canarias y País Vasco*		*Castilla y León, y Madrid*	
CC.AA. con valores menores que la media	*Baleares, Castilla y León, Valencia, Madrid, Murcia y Navarra*		*Baleares, Cataluña y Murcia*		*Cantabria y Cataluña*	
Período	2004-2006		2004-2008		2004-2008	
Observaciones	9.990		18.213		15.901	
R2-ajustado	0,0343		0,0542		0,2074	

Nota: D.E. es la desviación estándar. Todas las estimaciones incluyen la constante. Se omiten las variables correspondientes a "varón", "ideología de centro", edad "entre 35 y 65 años", "no declara nivel de renta" y "municipio entre 10.000 y 100.000 habitantes". ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1 por 100, al 5 por 100 y al 10 por 100, respectivamente.

tituye este indicador por el que resulta de re-codificar la información a una escala entre 1 y 2, que está disponible para todos los años considerados. La mayoría de las variables explicativas muestran el mismo efecto en ambas estimaciones. En concreto, como era de esperar, el interés en la C&T mostrado por el individuo afecta positivamente a su percepción del impacto social, confirmando nuestra hipótesis de partida.

Por lo que se refiere a la ideología del encuestado, se observa que los individuos de izquierdas muestran una peor opinión sobre los beneficios sociales de la C&T que los votantes de centro, mientras que los votantes de derechas mantienen una opinión similar a estos últimos. Los mayores de 65 años de edad muestran también una mejor valoración respecto a los más jóvenes. Otras variables que afectan positivamente a la opinión pública sobre los beneficios de la C&T son el uso de Internet y residir en un municipio pequeño.

Sin embargo, sorprendentemente, los entrevistados con menor nivel de estudios y de renta parecen manifestar una opinión más negativa que la media sobre el impacto social de la C&T. Este resultado, aparentemente contradictorio, puede deberse a dos razones. Por una parte, nivel de estudios y de renta suelen estar correlacionados, por lo que su inclusión simultánea en la ecuación podría estar sesgando sus coeficientes. Por otra parte, como se vio en la estimación de la ecuación anterior, los individuos con alto nivel de estudios muestran más interés por la C&T, por lo que el efecto de la formación estaría en parte recogido en el de esta última variable.

Para explicar la percepción individual de la utilidad de la formación científico-técnica, consideramos el mismo conjunto de variables explicativas. Los resultados se muestran en la columna (c) del cuadro número 5. De nuevo el interés por la C&T del encuestado afecta positivamente a la valoración de su impacto, en este caso en su dimensión individual. Además, el efecto de esta variable es de una magnitud claramente superior al obtenido para el impacto social; véase columna (a), donde la variable dependiente tiene el mismo rango de variación (5).

En el caso de las variables socio-económicas y demográficas de control, el nivel de renta y el acceso a Internet muestran unos coeficientes del mismo signo que los obtenidos en la columna (a). Sin embargo, cuando la variable a explicar es el impacto individual de la C&T, se obtienen efectos de signo contrario en relación con la ideología del encuestado, la edad, el nivel de estudios y el tamaño del municipio, lo que pone de manifiesto que impacto social e individual no siempre se perciben de forma semejante por un conjunto significativo de ciudadanos. De nuevo, los resultados significativos obtenidos para algunas CC.AA. mostrarían las diferencias geográficas de percepción sobre la ciencia y tecnología.

3. El apoyo público a la I+D

Finalmente, la tercera ecuación tiene como objeto contrastar si la percepción social sobre el impacto de la C&T tiene alguna influencia sobre la opinión de los ciudadanos españoles respecto al apoyo público a la I+D. Los resultados obtenidos para los distintos indicadores de apoyo público construidos se presentan en el cuadro n.º 6.

En la primera columna, la medida de opinión respecto al apoyo público a la I+D hace referencia a la cantidad (nivel) de recursos públicos que destinan los gobiernos central y autonómicos a investigación científica y tecnológica. En la segunda columna, la variable a explicar refleja si, suponiendo que el Gobierno estuviese obligado a recortar el gasto público, el individuo estaría a favor o en contra de dicho recorte (incremento). Finalmente, en la tercera columna, la medida de opinión utilizada es una combinación de las dos anteriores (combinado). En los tres casos, un mayor valor supondría un mayor apoyo a la I+D, tal y como se señaló en el apartado IV.

Como se observa en el cuadro n.º 6, independientemente de la variable dependiente utilizada, los individuos con una mejor evaluación del impacto social de la C&T tienden a mostrar una opinión más favorable respecto al apoyo público a la I+D. Sin embargo, el efecto de los beneficios individuales percibidos por el ciudadano no es tan claro, siendo su coeficiente estadísticamente positivo en el caso del nivel y negativo en el del incremento (es, en consecuencia, no significativo en el caso de la medida combinada), de lo que parece desprenderse que tiene una mayor aceptación social el apoyo público a los proyectos que suponen un beneficio general, y quizá se prefiere dejar a la iniciativa privada la ayuda a los que repercuten más directamente en el ámbito individual o que son más fácilmente apropiables.

Además, se encuentra un mayor respaldo al apoyo público a la I+D en los votantes de izquierda y con mayor nivel de estudios, mientras que las mujeres y los jóvenes parecen ser menos propensos a ese apoyo, posiblemente porque consideran mejor un uso

CUADRO N.º 6

DETERMINANTES DE LA OPINIÓN SOBRE EL APOYO PÚBLICO A LA I+D

	APOYO PÚBLICO I+D (NIVEL)		*APOYO PÚBLICO I+D (INCREMENTO)*		*APOYO PÚBLICO I+D (COMBINADO)*	
	Coeficiente	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*	*Coeficiente*	*D.E.*
Impacto social C&T	*0,067****	*(0,017)*	*0,211****	*(0,020)*	*0,543****	*(0,075)*
Impacto individual C&T	*-0,011***	*(0,005)*	*0,030****	*(0,006)*	*0,027*	*(0,022)*
Ideología de izquierdas	0,054***	(0,013)	0,013	(0,016)	0,202***	(0,059)
Ideología de derechas	0,003	(0,017)	-0,040**	(0,020)	-0,090	(0,074)
No declara ideología	0,019	(0,013)	0,020	(0,015)	0,095	(0,058)
Católico practicante	-0,026**	(0,013)	-0,007	(0,015)	-0,073	(0,058)
Mujer	-0,034***	(0,010)	-0,012	(0,012)	-0,122***	(0,045)
Menor de 35 años	-0,088***	(0,011)	-0,038***	(0,013)	-0,328***	(0,049)
Mayor de 65 años	0,005	(0,017)	-0,009	(0,020)	-0,016	(0,075)
Nivel de estudios	0,035***	(0,004)	0,032***	(0,005)	0,175***	(0,019)
Trabaja por cuenta propia	-0,040**	(0,020)	-0,003	(0,002)	-0,144	(0,088)
Bajo nivel de renta	0,013	(0,012)	0,003	(0,014)	0,035	(0,054)
Alto nivel de renta	-0,018	(0,013)	-0,010	(0,016)	-0,083	(0,059)
Internet	0,022*	(0,011)	0,014	(0,014)	0,076	(0,050)
Municipio < 10.000 habitantes	-0,016	(0,013)	0,005	(0,016)	-0,019	(0,059)
Municipio > 100.000 habitantes	0,019	(0,012)	0,016	(0,014)	0,043	(0,053)
Constante	2,353***	(0,044)	2,037***	(0,052)	5,136***	(0,204)
CC.AA. con valores mayores que la media	*Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria y Galicia*		*Aragón, Asturias, Cantabria, Navarra y La Rioja*		*Aragón, Asturias, Canarias y Cantabria*	
CC.AA. con valores menores que la media	*Andalucía, Cataluña, Madrid, Murcia, Navarra y La Rioja*		*Andalucía, Extremadura y Murcia*		*Andalucía, Cataluña, Extremadura y Murcia*	
Período	2004-2008		2004-2008		2004-2008	
Observaciones	13.063		13.645		12.274	
R2-ajustado	0,0462		0,0347		0,0457	

Nota: D.E. es la desviación estándar. Todas las estimaciones incluyen la constante. Se omiten las variables correspondientes a "varón", "ideología de centro", edad "entre 35 y 65 años", "no declara nivel de renta" y "municipio entre 10.000 y 100.000 habitantes". ***, **, * indican que el coeficiente estimado es significativo al 1%, al 5% y al 10%, respectivamente.

alternativo de esos recursos públicos. Finalmente, resulta llamativo que sean las comunidades con niveles de renta extremos las que muestran una peor opinión sobre el apoyo de estos programas, posiblemente como consecuencia de una razón semejante a la comentada con anterioridad para los jóvenes y las mujeres.

VI. CONCLUSIONES

Son pocos los estudios que, como éste, han tratado de evaluar el efecto de la opinión pública respecto del interés, impacto y apoyo público a la ciencia y la tecnología. La idea que subyace al modelo planteado en este trabajo es que el estado de opinión respecto de esta cuestión determinará el signo de las acciones de política tecnológica tomadas por los gobiernos, más allá de su convencimiento sobre su rentabilidad económica futura, conforme a los modelos de determinación del gasto público que tienen mayor aceptación.

En este sentido, se ha planteado aquí un modelo en tres etapas. En la primera, se establecen los determinantes del interés por la ciencia y la tecnología, contando como determinantes, además de variables socio-económicas, demográficas y políticas, dos variables exógenas sobre las que recaerá la capacidad de intervención pública: la formación y la información. En la segunda, se considera que la opinión sobre el impacto social e individual de la C&T es resultado de las mismas variables de control más el interés en C&T. Finalmente, la tercera refleja cómo la opinión sobre el apoyo público a las políticas de financiación de la I+D es resultado de la percepción sobre su impacto.

Los resultados encontrados confirman las principales hipótesis del modelo, en concreto, que el interés por la C&T depende del grado de formación e información en estos aspectos, que dicho interés condiciona la percepción del impacto social e individual de la C&T y, finalmente, que dicha percepción de impacto tiene un efecto positivo en la opinión so-

bre las políticas de apoyo a la financiación pública de la investigación y desarrollo.

Por lo demás, se encuentran interesantes resultados referentes a las variables de control. Los encuestados con ideología de izquierdas muestran en todas las ecuaciones posiciones estadísticamente distintas a los que se dicen de derechas, si bien alguno de estos dos grupos suele coincidir en sus planteamientos con el votante de centro. Ello pone de manifiesto las dificultades de los gobiernos para lograr el consenso político en este tema. Por otra parte, la conexión/acceso a Internet tiene un efecto positivo en todas las fases de nuestro modelo, indicando la importante contribución de la difusión de las nuevas tecnologías en este ámbito. El resto de variables de control, si bien muestran impactos diferentes según la ecuación analizada, confirman la importancia de tener en cuenta los aspectos sociodemográficos en el análisis.

A partir de estos resultados, parece deducirse que, dado que existe una evidencia importante sobre la relevancia de la I+D para el crecimiento futuro de los países, la mejora de la formación y la información sobre C&T podría ser uno de elementos que facilitaría un apoyo a la I+D más decidido. Para ello, es imprescindible una política de formación, que dará sus frutos en el largo plazo, pero también de comunicación para mostrar los indudables beneficios de la C&T y, sobre todo, su necesidad para el crecimiento futuro y el tan traído y llevado cambio de modelo productivo.

NOTAS

(1) Es decir, los individuos entrevistados en cada ola no son necesariamente los mismos.

(2) No obstante, la distribución relativa de respuestas entre los distintos niveles de formación no parece haberse visto afectada por este hecho.

(3) En concreto, la transformación aplicada ha sido Nueva=((Antigua-1)/4)+1.

(4) A partir de 2006 la pregunta se refiere específicamente a la formación científica y técnica.

(5) Los resultados de las columnas (b) y (c) no son directamente comparables, porque en la columna (b) la variable dependiente toma valores entre 1 y 2, y en la columna (c) entre 1 y 5.

BIBLIOGRAFÍA

BERGSTROM, T.C., y GOODMAN, R.P. (1973), «Private demands for public goods», *American Economic Review*, 63: 280-296.

BOCHERDING, T.E., y DEACON, R.T. (1972), «The demand for the services of non-federal government», *American Economic Review*, 62: 891-901.

BRUNNER, E.J., y ROSS, S.L. (2010), «Is the median voter decisive? Evidence from referenda voting patterns», *Journal of Public Economics*, 94: 898-910.

CONSEJO EUROPEO (2002), «Conclusiones de la presidencia del Consejo Europeo de Barcelona», 15 y 16 de marzo de 2002, www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/prssData/es/ec/70829.pdf

COMISIÓN EUROPEA (2005a), *Europeans, Science and Technology,* Special Eurobarometer.

— (2005b), *Social Values, Science and Technology,* Special Eurobarometer.

— (2008), *The Image of Science and the Research Policy of the European Union*, Pan-European report, Qualitative study, realizado por la agencia OPTEM para la Comisión Europea.

— (2010), «Europa 2020, Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenido e integrador», Comunicación de la Comisión, Bruselas, 3.3.2010. COM (2010) 2020.

FECYT (2004), *Segunda encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*, FECYT, Madrid.

— (2006), *Tercera encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*, FECYT, Madrid.

— (2008), Cuarta *encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*, FECYT, Madrid.

— (2009), *La percepción social sobre la ciencia y la tecnología en España - 2008*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

GAUDIN, M. T. (1976), «Public opinion on innovation in France», *Research Policy,* 5: 106-104.

GUISO, L.; SAPIENZA, P., y ZINGALES, L. (2006), «Does culture affect economic outcomes?», *NBER Working Paper 11999*, Cambridge, Massachusetts.

INMAN, R.P. (1978), «Testing political economy's 'as if' proposition: is the median voter really decisive?», *Public Choice*, 33(4): 45-65.

MUÑOZ, E., y TODT, O. (2009), «Políticas públicas de ciencia y tecnología: conceptos, narrativa, indicadores y actitudes sociales», en FECYT (2009), *La percepción social sobre la ciencia y la tecnología en España - 2008,* FECYT.

PITARAKIS, J.Y., y TRIDIMAS, G. (1999), «A demand-theoretic analysis of public comsumption priorities in the UK», *Public Finance Review*, 27: 599-623.

SANZ, I., y VELÁZQUEZ, F.J. (2007), «The role of ageing in the growth of government and social welfare spending in the OECD», *European Journal of Political Economy*, 23(4): 917-931.

TRIDIMAS, G. (2001), «The economics and politics of the structure of public expenditure», *Public Choice*, 106: 299-316.

ANEXO

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS Y RELACIÓN CON LAS PREGUNTAS DE LAS EPSCT DE 2004, 2006 Y 2008

VARIABLE	*PREGUNTA CONCRETA REALIZADA*	*PREGUNTAS ENCUESTA*			*ESCALA*
		2004	*2006*	*2008*	
Formación escolar C&T	¿Diría Ud. que el nivel de la educación científica y técnica que recibió en su etapa escolar fue? (A partir de la encuesta de 2006 se elimina "en su etapa escolar")	27	31	25	1-5
Información sobre C&T	¿Hasta qué punto se considera Ud. informado en ciencia y tecnología?	8.3	6.2	4.2	1-5
Interés en C&T	¿Hasta qué punto está Ud. interesado en ciencia y tecnología?	7.3	5.3	3.2	1-5
Impacto social C&T	Media aritmética simple del impacto en: salud, trabajo, calidad de vida, medioambiente, distribución de la renta, impacto general	—	—	—	1-5 /1-2
Impacto C&T en salud	Media aritmética de las puntuaciones asignadas a los siguientes aspectos: • La investigación científica y la tecnología ayudarán a curar enfermedades como el SIDA, el cáncer, etcétera (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • Las aplicaciones de la ciencia y la tecnología han generado importantes riesgos para la salud (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • La ciencia y la tecnología permiten que todos tengamos una vida más sana (se presenta en la encuesta de 2004) (En la encuesta de 2008 se suprimen las afirmaciones y se pregunta directamente si el "progreso científico y tecnológico aporta más bien ventajas o más bien desventajas para hacer frente a las enfermedades y epidemias")	10.3 10.4 10.14	11.3 11.4	9.5	1-5/1-2
Impacto C&T en trabajo	Media aritmética de las puntuaciones asignadas a los siguientes aspectos: • Las aplicaciones de la ciencia y la tecnología están haciendo que se pierdan puestos de trabajo (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • Gracias a la ciencia y la tecnología habrá más oportunidades de trabajo para las generaciones futuras (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) (En la encuesta de 2008 se suprimen las afirmaciones y se pregunta directamente si el "progreso científico y tecnológico aporta más bien ventajas o más bien desventajas para la generación de nuevos puestos de trabajo")	10.5 10.6	11.5 11.6	9.7	1-5/1-2
Impacto C&T calidad de vida	Media aritmética de las puntuaciones asignadas a los siguientes aspectos: • Las aplicaciones de la ciencia y la tecnología están creando un estilo de vida artificial e inhumano (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestras vidas sean más fáciles y cómodas (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) (En la encuesta de 2008 se suprimen las afirmaciones y se pregunta directamente si el "progreso científico y tecnológico aporta más bien ventajas o más bien desventajas para la calidad de vida en la sociedad")	10.7 10.8	11.7 11.8	9.2	1-5/1-2

ANEXO (continuación)

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS Y RELACIÓN CON LAS PREGUNTAS DE LAS EPSCT DE 2004, 2006 Y 2008

VARIABLE	*PREGUNTA CONCRETA REALIZADA*	*PREGUNTAS ENCUESTA*			*ESCALA*
		2004	*2006*	*2008*	
Impacto C&T en medio ambiente	Media aritmética de las puntuaciones asignadas a los siguientes aspectos: • La ciencia y la tecnología contribuyen a mejorar el medio ambiente (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • Las aplicaciones de la ciencia y la tecnología están creando graves problemas para el medio ambiente (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) (En la encuesta de 2008 se suprimen las afirmaciones y se pregunta directamente si el "progreso científico y tecnológico aporta más bien ventajas o más bien desventajas para la conservación del medio ambiente y la naturaleza")	10.11 10.12	11.11 11.12	9.4	1-5/1-2
Impacto C&T en distribución de la renta	• La ciencia y la tecnología ayudarán a acabar con la pobreza y el hambre en el mundo (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) • La ciencia y la tecnología están aumentando las diferencias entre los países ricos y los países pobres (se presenta en las encuestas de 2004 y 2006) (En la encuesta de 2008 se suprimen las afirmaciones y se pregunta directamente si el "progreso científico y tecnológico aporta más bien ventajas o más bien desventajas para la reducción de diferencias entre países ricos y pobres")	10.9 10.10	11.9 11.10	9.10	1-5/1-2
Impacto individual C&T	Media aritmética simple del impacto en: profesión, comprensión del mundo, relaciones personales, conducta como consumidor y usuario; y formación de opiniones	—	—	—	1-5
Impacto C&T en la profesión	¿Hasta qué punto el conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación le ha sido útil después en su profesión? (A partir de la encuesta de 2006 se pregunta sobre la formación científico técnica)	28.1	32.1	27.1	1-5
Impacto C&T en la comprensión del mundo	¿Hasta qué punto el conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación le ha sido útil después en su comprensión del mundo? (A partir de la encuesta de 2006 se pregunta sobre la formación científico técnica)	28.2	32.2	27.2	1-5
Impacto C&T en las relaciones personales.....	¿Hasta qué punto el conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación le ha sido útil después en sus relaciones con otras personas? (A partir de la encuesta de 2006 se pregunta sobre la formación científico técnica)	28.3	32.3	27.3	1-5
Impacto C&T en la conducta como consumidor y usuario	¿Hasta qué punto el conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación le ha sido útil después en su conducta como consumidor y usuario? (A partir de la encuesta de 2006 se pregunta sobre la formación científico técnica)	28.4	32.4	27.4	1-5

ANEXO (continuación)

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS Y RELACIÓN CON LAS PREGUNTAS DE LAS EPSCT DE 2004, 2006 Y 2008

VARIABLE	*PREGUNTA CONCRETA REALIZADA*	*PREGUNTAS ENCUESTA*			*ESCALA*
		2004	*2006*	*2008*	
Impacto C&T en la formación de opiniones	¿Hasta qué punto el conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación le ha sido útil después en la formación de opiniones políticas y sociales? (A partir de la encuesta de 2006 se pregunta sobre la formación científico técnica)	18.5	32.5	27.5	1-5
Apoyo público I+D (nivel)	¿Cree Ud. que, en España, el presupuesto que dedican las administraciones públicas a la investigación científica y tecnológica es (muy alto, alto, normal, bajo, muy bajo)? Se desagrega la respuesta para el Gobierno central y el gobierno regional (a partir de 2006 se desglosa sólo en tres categoría —demasiados, los justos o pocos recursos—)	17	19	13	1-5 /1-3
Apoyo público I+D (incremento)	Como Ud. sabe, el dinero de las administraciones públicas es limitado y si se dedica más a unas cosas no hay suficiente para gastar en otras. Dicho esto, en los próximos años Ud. desearía que el presupuesto dedicado a investigación científica y tecnológica (aumentara, permaneciera igual o disminuyera)? A partir de 2006 se plantea que "Suponiendo que el Gobierno central se viera obligado a recortar el gasto público, dígame si estaría a favor o en contra de que se gasta menos en investigación en ciencia y tecnología")	18	20	14	1-3
Apoyo público I+D (combinado)	Producto entre las variables de apoyo público I+D (nivel) y apoyo público I+D (incremento)	17 18	19 20	13 14	1-9
Ideología de izquierdas Ideología de centro Ideología de derechas No declara ideología	Cuando se habla de política se utilizan normalmente las expresiones izquierda y derecha. Imagine una escala de 0 a 10 en la que 0 correspondería a la extrema izquierda y 10 a la extrema derecha ¿en qué casilla se colocaría Ud.? A partir de 2006 la escala utilizada es de 1 a 10	D.0.A	D1	D7	0-10
Católico practicante	¿Cómo se considera Vd. en materia religiosa?	D0B	D8	D9	0/1
Mujer	Sexo	D1	D2	D1	0/1
Menor de 35 años Entre 35 y 65 años Mayor de 65 años	Edad	D2	D3	D2	edad
Nivel de estudios	Nivel de estudios (En la encuesta del 2008 se pregunta por el nivel de estudios terminados)	D.5.2	D.7.1	D.8	1-8
Trabaja por cuenta propia	¿Trabaja Ud. por cuenta propia o ajena?	CE	D.10	D.12	0/1
Bajo nivel de renta Alto nivel de renta	¿Cuál de los siguientes intervalos que le voy a leer describe mejor el nivel de ingresos brutos anuales de su hogar?	D.9	D.9	D.10	1-5
No declara nivel de renta	En la encuesta de 2008 se pregunta "Sabiendo que los ingresos familiares netos están alrededor de 1.200 euros mensuales ¿los ingresos familiares de su hogar son...?"				
Internet	¿Ha accedido a Internet durante el último mes? A partir de 2006 se pregunta si tiene Internet en su hogar	D.10	D.12.2	D13.2	0/1
Municipio < 10.000 hab. Municipio entre 10.000 y 100.000 hab. Municipio > 100.000 hab.	Hábitat	Muestreo	Muestreo	Muestreo	1-7
Comunidad autónoma	Comunidad autónoma	Muestreo	Muestreo	Muestreo	1-17

COLABORACIONES

V.
ESTUDIOS DE CASO

LA CULTURA CORPORATIVA DE LA INNOVACIÓN: ANÁLISIS DE CASOS

M.ª Ascensión BARAJAS IÑIGO
Pedro REDRADO MONFORTE
Departamento de Estudios, CDTI

Resumen

El objetivo del presente artículo es analizar en qué medida existe un patrón cultural común a las empresas innovadoras. La cultura innovadora se analiza a partir de una serie de variables relacionadas con el estilo corporativo, la gestión de los recursos humanos, los procesos de aprendizaje organizativo y las actividades de vigilancia tecnológica. Aplicando técnicas cualitativas al estudio de cuatro casos prácticos de empresas españolas con una larga trayectoria innovadora, se observa que en todas ellas la figura del líder ha sido fundamental para inculcar una cultura corporativa que asume el riesgo necesario para innovar, valora los recursos humanos como su principal activo y favorece los procesos de aprendizaje, especialmente en el contexto internacional.

Palabras clave: cultura corporativa, empresa, innovación, casos prácticos

Abstract

The objective of this paper is to analyse the cultural features of innovative firms. Innovative culture is identified with variables related to corporative style, human resources management, organisational learning and technology watch activities. By means of qualitative research techniques, the paper compares the case of four Spanish firms with a long innovative trajectory. We conclude that leadership plays a key role in consolidating a corporative culture based on risk assuming, reliance on human resources and learning processes, especially within the international context.

Key words: corporative culture, firm, innovation, case study.

JEL classification: M14, O32.

I. INTRODUCCIÓN

EL objetivo de este artículo es analizar en qué medida existe un patrón cultural común a las empresas innovadoras desde el punto de vista de sus capacidades internas. El modelo teórico en el que se basa la investigación recoge los postulados de la teoría de los recursos, según la cual la cultura empresarial es el conjunto de capacidades internas de una organización que definen cómo se gestionan los recursos disponibles. Al tratarse de capacidades únicas e inimitables que la distinguen de sus competidoras, son susceptibles de generar ventajas competitivas (Grant, 1995).

La consideración de la cultura corporativa como uno de los elementos decisivos de la capacidad innovadora de la empresa es un tema recurrente en la literatura, aunque la diversidad de enfoques existente ha dado como resultado un escenario muy fragmentado, en el que la cultura se identifica con diversas variables. En un intento por integrar las corrientes de estudio más relevantes, el trabajo de Morcillo (2007) propone un modelo que analiza la cohesión cultural de la compañía en torno a tres aspectos: el estilo corporativo, la dirección y gestión de los recursos humanos, y el aprendizaje organizativo. La interacción con el entorno se identifica con las actuaciones de vigilancia tecnológica.

Desde el punto de vista metodológico, el presente trabajo utiliza técnicas de investigación cualitativas, en concreto, el análisis de casos múltiples, con el fin de captar la mayor cantidad de información posible acerca de los aspectos anteriormente señalados (*).

Los métodos cualitativos aparecen como alternativa y complemento a métodos cuantitativos que no pueden ofrecer resultados para ciertos aspectos intangibles, difíciles de cuantificar y para los que es complicado recabar información en muestras amplias. En la literatura se reconoce la idoneidad de los estudios de caso cuando se trata de analizar problemas prácticos en los que la experiencia personal y la situación del contexto son determinantes (Bonoma, 1983).

Tras esta breve introducción, en el siguiente apartado se realiza un recorrido por la literatura centrada en los aspectos culturales que inciden en la innovación, destacando los trabajos que han analizado el caso concreto de la empresa española. En el apartado III, se explica con detenimiento la metodología empleada, que, de acuerdo con la propuesta de Yin (1994), consiste en un análisis descriptivo (apartado IV) y un análisis comparativo de los casos seleccionados (apartado V). Finalmente, el apartado VI señala las principales conclusiones del trabajo y las propuestas teóricas que podrían guiar futuras líneas de investigación.

II. EVIDENCIA PREVIA: LA CULTURA COMO DETERMINANTE DE LA INNOVACIÓN

La capacidad que tiene una empresa para explotar ventajas competitivas de forma sostenible depende en gran medida de su potencial innovador. En este sentido, la empresa innovadora adquiere un claro protagonismo por su mayor flexibilidad y capacidad para adaptarse a un entorno cambiante e inestable. Pero ¿cuáles son los determinantes de la innovación?

En el ámbito microeconómico, tradicionalmente los trabajos empíricos realizados apuntan a que el tamaño empresarial (Damanpour y Schneider, 2006) incide de forma determinante en la obtención de ventajas tecnológicas. Por un lado, están los que defienden que un mayor tamaño favorece la innovación, principalmente debido a que las grandes empresas son las únicas que pueden soportar mayores costes de I+D; aprovechan mejor las economías de escala y de alcance en la producción de innovaciones; pueden diversificar más y mejor sus actividades y proyectos de I+D+i; tienen más fácil el acceso a financiación externa; disponen de mayores recursos financieros y humanos; diseñan en mayor medida estrategias de I+D a largo plazo; poseen en mayor medida activos complementarios que son imprescindibles para el éxito de las actividades tecnológicas y una mayor capacidad para apropiarse de los resultados de la innovación. Por otro lado, las empresas de menor tamaño suelen tener mayor flexibilidad, comunicación interna y adaptación a los cambios externos; menor burocratización; mayor necesidad de innovar para permanecer en el mercado y mayor especialización en ciertas áreas técnicas, lo que estimula su actividad en I+D+i.

Todos estos factores, relacionados con el tamaño, son fundamentales a la hora de indagar en los determinantes de la innovación empresarial, pero responden a una visión parcial del fenómeno, pues se centran tan sólo en los recursos disponibles, y no en la manera en que éstos son gestionados. A esta manera específica de gestionar recursos se la identifica en la literatura como cultura empresarial. Los trabajos existentes acerca de este asunto son altamente heterogéneos, tanto en los enfoques teóricos como en los metodológicos y empíricos (Jaskyte, 2004; Lau y Ngo, 2004; Chang y Lee, 2007); sin embargo, existe un amplio consenso en admitir que la cultura empresarial incide directamente en la probabilidad de innovar. La literatura identifica una amplia diversidad de culturas empresariales en las que habrá aspectos que estimulen la innovación y otros que la frenen o inhiban.

Los enfoques teóricos que sustentan la relación entre cultura e innovación son básicamente dos: la teoría de la firma, o teoría de los costes de transacción, y la teoría de los recursos y las capacidades. De acuerdo con la primera de ellas, el empresario es el encargado de organizar las transacciones en el seno de la empresa, sustituyendo a los mecanismos de mercado, y por tanto es él quien debe trasladar a sus trabajadores la importancia de innovar, utilizando herramientas organizativas básicas como la autoridad o la coordinación (Simon, 1991). La cultura organizativa es el compendio de todos estos elementos.

Según la teoría de los recursos, la empresa está formada por un conjunto de activos tangibles e intangibles y por el modo en que éstos son utilizados. Entre los recursos de la empresa se encuentran los tecnológicos y los humanos (Grant, 1995), de manera que se reconoce la separación entre la propiedad de activos tangibles (infraestructuras) y la manera de gestionarlos (dependiente de los recursos humanos y la cultura corporativa). Las rutinas organizativas dan lugar a las capacidades de la empresa para gestionar dichos recursos (Nelson y Winter, 1982) y, como resultado de los procesos de aprendizaje interno, estas capacidades se convierten en cultura. La cultura propia de cada organización, entendida como el modo en el que ésta gestiona sus recursos, es lo que convierte a la innovación en una fuente de ventaja competitiva, al hacerla inimitable. Por tanto, la organización debe conjugar su capacidad innovadora y sus características específicas o culturales para consolidar sus ventajas competitivas (Galende, 2002; Legnick-Hall, 1992; Vidal y Alcami, 2005).

Desde el punto de vista de la literatura empírica, la principal dificultad estriba en cómo identificar y medir la cultura organizativa. Al tratarse de un compendio de activos intangibles, es complicado establecer una lista cerrada de ellos y, una vez hecho esto, encontrar la manera óptima de asignarles un valor. Uno de los trabajos más citados en la literatura es el de Cameron y Quinn (1999), que proponen el denominado «Modelo de valores en competencia». Este modelo identifica cuatro tipos de cultura organizativa a partir del análisis de una serie de factores que la definen en dos dimensiones: estabilidad *versus* flexibilidad y orientación interna *versus* orientación externa. Se definen así cuatro tipos de cultura (clan, adhocrática, jerárquica y de mercado), considerando seis parámetros diferentes (características dominantes de la organización, liderazgo organizacional, gestión de recursos humanos, vínculo organiza-

cional, énfasis estratégico y criterio de éxito). La evidencia empírica confirma que las empresas con culturas adhocráticas, centradas en aspectos externos, flexibles, dinámicas y emprendedoras, con personal creativo y dispuesto a asumir riesgos, son más innovadoras (Naranjo *et al*., 2008).

Con el objetivo de actualizar la visión de la cultura organizativa teniendo presentes las tendencias económicas del momento, algunos autores han considerado también otras variables, como la flexibilidad estratégica respecto al mercado y respecto a la organización interna de la empresa, la aplicación de nuevas tecnologías en los flujos de comunicación y la colaboración con agentes externos (Cabello *et al*., 2005), concluyendo que todas ellas, en mayor o menor medida, están presentes en las culturas innovadoras.

Para analizar la relación existente entre cultura e innovación, el presente trabajo se basa en el modelo conceptual propuesto por Morcillo (2007). Tras un recorrido amplio por las principales corrientes de estudio centradas en la cultura empresarial, este autor enumera una serie de aspectos críticos para identificar la cultura corporativa orientada hacia la innovación. Estos elementos son los siguientes: el estilo corporativo, la dirección y gestión de los recursos humanos, el aprendizaje organizativo y la vigilancia tecnológica.

El estilo corporativo se identifica con la capacidad del líder para asumir los riesgos asociados a la I+D, para interaccionar con su entorno y consolidar el capital relacional de la empresa, y para gestionar los obstáculos internos y externos a la innovación. En el marco de la teoría de los recursos, algunos trabajos también mencionan la actitud y el compromiso del equipo directivo hacia el cambio, las habilidades directivas y la profesionalización de los líderes (Damanpour, 1987; Zmud, 1984; Munuera *et al*., 2008).

En un mundo altamente competitivo y con escenarios de elevada incertidumbre, la gestión de los recursos humanos ha alcanzado una importancia esencial en la dirección de empresas. Wright *et al.* (1994) señalan que los recursos humanos pueden llegar a ser una fuente de ventaja competitiva sostenible para las empresas si son bien gestionados, por lo que se hace necesario integrar las múltiples funciones del personal en la estrategia corporativa de una compañía (Truss y Gratton, 1994). El reconocimiento de los recursos humanos como un factor principal para impulsar la innovación tecnológica y consolidar la ventaja competitiva de la empresa está presente en muchos de los trabajos centrados en la cultura corporativa (Huerta *et al.,* 2003; Claver *et al.,* 1998). En un reciente trabajo, Pizarro *et al.* (2009), analizan las interrelaciones que existen entre los recursos humanos, la cultura corporativa y la actividad innovadora de empresas españolas activas en I+D. Concluyen que en aquellas organizaciones con una cultura de rasgos emprendedores el valor de los recursos humanos tiene un mayor efecto en la innovación.

Como explica la teoría de los recursos y las capacidades, el modo en el que las empresas asumen y hacen propias las rutinas de trabajo se convierte en uno de sus rasgos culturales más característicos. Los procesos de aprendizaje organizativo se refieren a este aspecto, indicando cómo las organizaciones innovadoras incorporan nuevos conocimientos a sus competencias básicas y cómo el trabajo de cada individuo contribuye al aprendizaje de toda la empresa. En este sentido, existe evidencia empírica que demuestra que las compañías innovadoras han desarrollado procesos de aprendizaje más dinámicos en una serie de factores clave, como son la incorporación de nuevas tecnologías de fabricación y comunicación, la aplicación de metodologías de gestión de calidad, el trabajo en equipo y la formación continua, (Huerta *et al*., 2003).

Los procesos de aprendizaje están condicionados, en gran medida, por la estructura organizativa de la compañía, que determina cómo fluye la información dentro de ésta. En este sentido, el trabajo de Thompson (1965) es uno de los primeros en relacionar los aspectos burocráticos con la innovación. Este autor demuestra que la estructura centralizada de una organización puede ser un obstáculo para las actividades innovadoras, por lo que la delegación y la dispersión de responsabilidades ayudan a tomar decisiones de forma más eficiente en materia de innovación.

Un estudio elaborado por Cabello *et al.* (2005) demuestra que existen pautas de comportamiento subyacentes a la relación entre organización empresarial e innovación, destacando las siguientes: las nuevas formas de organización están presentes en las empresas innovadoras, aunque de distinta manera; las diferencias pueden ser debidas a la naturaleza de la innovación (producto-proceso), a la dinámica del sector (ritmo de ciclos de innovaciones) o al grado de orientación al cliente requerido; la subcontratación de actividades que no son competencias centrales de la empresa es una táctica utilizada por las compañías innovadoras para mejorar su flexibilidad, e, independientemente del tipo de innovación, se observa una tendencia general a utilizar la comunicación interna informal.

Los aspectos culturales más centrados en el funcionamiento interno de la compañía han de complementarse con aquellos que explican cómo interactúa la organización con su entorno. En este sentido, los procesos de cooperación con agentes externos suponen una vía indispensable de aprendizaje organizativo y, como tal, están sujetos a las rutinas de trabajo que la empresa desarrolla a través de su experiencia. La evidencia empírica demuestra que la apertura hacia el exterior y la orientación hacia el mercado son rasgos propios de las culturas innovadoras (Claver *et al.,* 1998; Huerta *et al.,* 2003; Cabello *et al.,* 2005; Munuera *et al*., 2008).

La interacción con el entorno también debe considerarse, desde el punto de vista de la vigilancia tecnológica, una herramienta esencial de acceso a información que, posteriormente, se incorporará a los procesos de aprendizaje. Con el fin de acceder a las últimas tendencias y conocimientos primordiales para innovar, la empresa debe establecer unas herramientas propias de alerta. La manera en que gestiona estas herramientas forma parte de su cultura organizativa (Morcillo, 2007).

En el presente trabajo se adopta un enfoque holístico según el cual el proceso de desarrollo de una empresa en su entorno es clave para entender cómo se configura una cultura corporativa favorable a la innovación. De este modo, la cultura empresarial será nuestra referencia a la hora de analizar las ventajas tecnológicas de las empresas estudiadas.

III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada para llevar a cabo la presente investigación es el estudio de casos múltiples con un fin explicativo; es decir, se trata de contrastar una serie de hipótesis teóricas y obtener proposiciones inductivas que confirmen o depuren los modelos existentes. Se utilizará una perspectiva holística que contempla a la empresa en relación con su entorno. De esta manera, los estudios de caso explicativos complementan y enriquecen la literatura cuantitativa (Bonache, 1999).

La metodología del estudio de casos surge en las escuelas de negocios de Harvard a principios del siglo XX, y recibe un impulso decisivo con los trabajos de Yin (1994) y Eisenhardt (1989, 1991). Dichos autores de referencia establecen las pautas que debe seguir una investigación cualitativa para evitar sus principales limitaciones desde el punto de vista científico: la elevada subjetividad del investigador y la falta de validez estadística para generalizar resultados. En la actualidad, el estudio de caso es una metodología cada vez más utilizada en el ámbito de la empresa, ya que se reconoce su utilidad para analizar con profundidad y con información de primera mano procesos complejos en relación con su entorno (Rialp, 1998; Bonache, 1999; Villareal y Landeta, 2007).

El procedimiento de la investigación (véase gráfico 1) se basa en el método de Yin (1994). En primer lugar, elaboramos un marco teórico de referencia a partir de la revisión de la literatura previa sobre los determinantes culturales de la innovación. Este marco conceptual cumple dos funciones: por un lado, establece el conocimiento existente y es utilizado como base conceptual para el análisis cualitativo de múltiples casos individuales; por otro, sirve de referencia para enunciar nuevos planteamientos teóricos que amplíen el horizonte de futuras líneas de investigación.

Una vez establecido el marco conceptual, es fundamental seguir ciertos criterios a la hora de seleccionar los casos que serán objeto de estudio. En esta investigación se analizarán cuatro casos de empresas creadas con capital español privado que han logrado convertirse en líderes tecnológicos en el mercado internacional, y basan su negocio y su estrategia en la I+D y la innovación. Se garantiza así la homogeneidad de la muestra en coherencia con los objetivos de la investigación. Estas empresas pertenecen a distintos sectores económicos, con lo que se podrá comprobar si existe alguna variación relacionada con estos rasgos. Se han seleccionado, asimismo, casos que aporten la mayor cantidad de conocimiento posible, tanto por la oportunidad de aprendizaje que ofrecen como por la posibilidad de acceso a fuentes de información directa. El número de casos seleccionados debe ser el adecuado para llegar a conclusiones relevantes sin que las herramientas de análisis pierdan efectividad al manejar un volumen de información muy elevado (Eisenhardt, 1989). En nuestra investigación se ha considerado que los cuatro casos seleccionados cumplen estas dos condiciones.

La recopilación de información sigue el método de «triangulación» expuesto por Yin (1994), de manera que son varias las fuentes consultadas: entrevista personal con los cargos directivos de la empresa y con los máximos responsables de I+D, visitas *in situ* a las instalaciones de la compañía, informes internos corporativos, información disponible en páginas web, notas de prensa publicadas en medios especializados e informes sectoriales externos. La recogida y el tratamiento de información sigue un protocolo común para todos los casos, que puede

resumirse en las siguientes fases: 1) recopilación de información sobre la empresa y su sector con antelación a la entrevista personal; 2) visita a las instalaciones de la compañía y entrevista personal de acuerdo con un guión común para todos los casos; 3) trascripción de la entrevista; 4) consulta de fuentes externas; 5) redacción del documento descriptivo en el que se detallan la trayectoria de la compañía, la situación de la empresa en su sector, los recursos y la estrategia de innovación y los principales retos de futuro; 6) envío del documento a los entrevistados para su cotejo y revisión por parte de personal especializado, ajeno a la investigación; 7) tabulación de la información de acuerdo con el marco conceptual de referencia.

Este protocolo se ha aplicado a cuatro casos de manera consecutiva, incluyendo en el transcurso del proceso las mejoras que se han considerado necesarias en los cuestionarios, las entrevistas personales y la redacción de informes. El aspecto dinámico de los métodos cualitativos es una de las ventajas que se les reconocen en la literatura (Villareal y Landeta, 2007), y así se ha comprobado en esta investigación, ya que, a medida que se accedía a nuevo conocimiento sobre los procesos de innovación en la empresa española, se abrían nuevas perspectivas para encauzar las siguientes entrevistas.

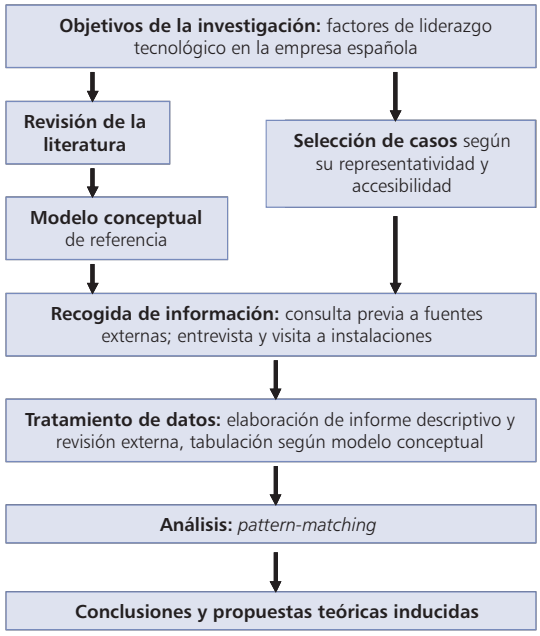
A partir de los cuatro informes finales, y teniendo en cuenta el marco teórico de referencia, se ha tabulado la información de manera sistemática, como paso previo a la fase de análisis. Los cuadros n.os 2 a 5 recogen este trabajo de síntesis y recopilación. Esta fase de análisis sigue la metodología de *pattern-matching*, es decir, consiste en comparar todos los casos en relación con el modelo conceptual, tratando de encontrar el patrón de comportamiento común (Rialp *et al.*, 1995; Urbano y Toledano, 1999). Finalmente, las conclusiones extraídas se exponen como propuestas teóricas inductivas, aportando nuevo conocimiento a partir de la observación directa de la realidad.

El procedimiento seguido en este trabajo cumple con los tres parámetros de calidad que se establecen para los estudios cualitativos (Bonache, 1999; Cepeda, 2006; Villareal y Landeta, 2007). El primero de ellos se refiere a la validez interna de la investigación, es decir, el grado en el que el estudio refleja la realidad a analizar. En este caso, la validez interna está garantizada por el método de triangulación aplicado a la recogida de información y por la corroboración de los informes individuales por parte de los entrevistados y otro personal especializado.

El segundo criterio de calidad es la validez externa, que indica hasta qué punto los resultados son generalizables a otros casos diferentes de los estudiados. Se trata de una «generalización analítica», no estadística, de manera que las proposiciones teóricas extraídas de la investigación se puedan utilizar para analizar otros casos. La validez externa es más robusta cuantos más casos confirmen las proposiciones teóricas del estudio. Por esa razón, la presente investigación ha replicado el análisis en cuatro casos, encontrando un patrón común de comportamiento que puede ser contrastado en posteriores estudios.

Por último, el tercer parámetro de calidad se refiere a la fiabilidad del análisis, de manera que si otro investigador repitiera el mismo ejercicio, llegara a

GRÁFICO 1
PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



Fuentes: Yin (1994), Villareal y Landeta (2007), y elaboración propia.

idénticos resultados. Con este fin, y siguiendo las recomendaciones de Yin (1994), se ha elaborado un protocolo del caso donde se especifican todos los pasos que se han llevado a cabo para realizar el estudio. En el gráfico 1 se ha representado el esquema del procedimiento de investigación completo.

IV. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS CASOS

En este apartado se presenta un análisis descriptivo detallado de las empresas que serán objeto de estudio. El cuadro n.º 1 muestra las características generales de las cuatro compañías. Después se realiza un informe individual que explica los orígenes de la empresa y su trayectoria desde un punto de vista holístico, esto es, teniendo en cuenta los factores contextuales.

1. Caso Empresa A

La empresa A se crea en 1937 por tres hermanos con experien-

CUADRO N.º 1

DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS

	Empresa A	*Empresa B*	*Empresa C*	*Empresa D*
Año de creación	1937	1947	1981	1984
Sector	Óptica (lentes, monturas de gafas y equipos ópticos)	Máquina-herramienta (fresadoras)	Energía solar (células fotovoltaicas)	Tecnologías de comunicaciones
Accionista principal	Varias familias, cotiza en Bolsa	Familiar, cotiza en Bolsa	Grupo inversor	Familiar
Estructura corporativa	Grupo: matriz -filiales	Grupo: matriz –filiales suministradoras de la matriz	Empresa con una amplia red comercial	Grupo de filiales especializadas en negocios diferentes
Empleados	1.700	400	700	700
Actividad comercial exterior	Exportaciones: 30 por 100 sobre facturación total	Exportaciones: 70 por 100 sobre facturación total	Exportaciones: 65 por 100 sobre facturación total	Actividad con clientes internacionales: 80 por 100 de la facturación
Principales mercados	Europa	Alemania, Inglaterra, Italia, Estados Unidos, China	Europa, Estados Unidos, países en desarrollo	Europa, Estados Unidos, Asia
Presencia internacional	Estados Unidos, Francia, Italia, Portugal, Marruecos, Chile	Alemania, Portugal, Italia, Estados Unidos	Europa, Estados Unidos, Sudamérica, China, África	Portugal, Estados Unidos
Gestión calidad	Estándares de calidad comunes a todas las filiales	Estándares de calidad implantados	Estricto control de calidad desde proveedores	Cuenta con las certificaciones más exigentes
Esfuerzo en I+D (porcentaje facturación)	3	9	10	10
Recursos humanos I+D internos	Departamentos de I+D (lentes, gafas y equipos), 30 especialistas	Departamento de I+D (18 personas), apoyado por personal de ingeniería (25)	Departamento de I+D (18 personas). También unidades de ingeniería y oficina técnica	Departamentos de I+D en cada filial
Situación competitiva sectorial	Mercado dominado por grandes multinacionales. Presión competitiva por costes bajos (países asiáticos) en productos de gama baja y media. Demanda nacional e internacional en expansión. Integración de los principales clientes (establecimientos ópticos) en torno a grandes cadenas con poder de marca	Entrada de competidores asiáticos con ventajas en coste y avance rápido en nivel tecnológico. Atomización de la industria europea. Demanda fuertemente sujeta al ciclo económico y a los sectores a los que suministra (automoción, aeronáutica, maquinaria)	Sector muy vinculado a políticas energéticas. Mercado internacional en expansión, con entrada de fabricantes que compiten, básicamente, en coste. Actividad de I+D muy dinámica, buscando mejorar eficiencia de las células fotovoltaicas	Opera en dos sectores principalmente: *a)* Sector espacial: relativamente estable, muy vinculado a políticas públicas, pocos competidores *b)* Sector telecomunicaciones: muy dinámico, ciclos de vida de innovaciones muy cortos, alta competencia

cia previa en el sector de óptica. Desde el comienzo, existe una clara predisposición hacia productos de calidad. Con este objetivo se incorpora al equipo en los años cuarenta del siglo XX un titulado en ingeniería óptica formado en Francia, en una época en la que esta especialidad no existía en la universidad española. Esta decisión pionera viene acompañada de una actividad muy dinámica en mercados exteriores, hasta el punto de que la empresa recibe en estos años premios que la distinguen como una de las principales exportadoras españolas.

La evolución de la compañía se caracteriza por su constante esfuerzo en innovación, de manera que en los años ochenta, con un departamento de I+D dotado de importantes recursos, se convierte en una de las diez empresas en el mundo con tecnología propia para fabricar lentes progresivas.

La cultura corporativa, muy orientada a los mercados exteriores y a la innovación, es determinante para entender cómo la empresa hace frente a las nuevas circunstancias del entorno competitivo. En la década de los noventa, las consecuencias de la entrada de España en el Mercado Común Europeo y la liberalización de fronteras comerciales dibujan un escenario con nuevas amenazas para las empresas españolas, pero también con nuevas oportunidades de negocio. La empresa A, apoyándose en el fuerte liderazgo interno de sus promotores y en las ventajas competitivas construidas en años anteriores, decide acometer un proceso de reestructuración, adaptándose a las condiciones del entorno. Se pone en marcha así una estrategia de negocio basada en la internacionalización de todas las facetas de la empresa, la subcontratación de la producción, el desarrollo de productos de alto valor añadido y los acuerdos comerciales para fabricar gafas utilizando marcas de prestigio relacionadas con el mundo de la moda. Todo ello con una cuidada política de marca propia, de manera que ésta refleje el valor de todos los esfuerzos de la compañía por situarse en un segmento de mercado de gama alta.

Como resultado de este proceso de adaptación, la empresa A se convierte en un referente mundial en tecnologías de vanguardia aplicadas a las lentes oftálmicas. Cuenta con plantas de producción en España, China y Tailandia, y se apoya en una red comercial con filiales en los principales mercados europeos (Alemania, Francia, Italia, Portugal), en Estados Unidos, Marruecos y Chile.

2. Caso Empresa B

La empresa B surge en 1947 por iniciativa de dos socios relacionados con el sector de máquina-herramienta. Pocos años después, el pequeño taller que pusieron en marcha los dos promotores se convierte en una planta de fabricación en serie de fresadoras, todo gracias al acuerdo al que llegan con una de las empresas europeas líderes en el sector. Esta empresa, ubicada en Suiza, transfiere la tecnología necesaria para fabricar con parámetros de calidad en la planta española, al tiempo que inculca a sus socios la visión internacional del negocio.

La mentalidad abierta de los promotores, que hace posible este acuerdo decisivo, también impulsa una actividad propia en I+D. Esto permite introducir innovaciones de gran calado en los equipos fabricados por la compañía. Así, en los años setenta, la empresa B se convierte en una de las primeras en integrar las tecnologías informáticas para el manejo de fresadoras, teniendo que hacer frente a resistencias por parte del sector. El éxito de esta tecnología, que aporta mucha mayor precisión, rapidez y fiabilidad en los equipos, genera importantes retornos para la empresa y refuerza la apuesta por la innovación, anticipándose a las necesidades de los clientes.

La actividad de I+D del sector de máquina-herramienta recibe un impulso decisivo con la instalación en España de los principales fabricantes de la industria del automóvil en los años setenta. La empresa B establece una relación muy estrecha con estos clientes estratégicos y desarrolla capacidades tecnológicas con las que es capaz de suministrar productos con un alto grado de adaptación a necesidades específicas del cliente. Al mismo tiempo, se adentra en líneas de I+D propias, que permiten introducir novedades en el mercado. Así, en los años noventa, a partir de una intensa actividad de vigilancia tecnológica, la empresa B apuesta por un tipo de fresadora muy demandada en el mercado japonés, pero con poca difusión en Europa. De nuevo, las tendencias confirman que la apuesta es acertada, y este producto se convierte en una de sus señas de identidad, consolidando la imagen actual de empresa innovadora con una cartera de productos de alta calidad y fiabilidad.

A partir de estos antecedentes, la evolución de la compañía viene determinada por un constante esfuerzo en I+D y la adaptación a los cambios en su entorno competitivo. En este sentido, la extensa red comercial con la que cuenta, formada por más de cuarenta oficinas en todo el mundo es fundamental. La compañía sigue confiando en la cultura innovadora que sus fundadores transmitieron y a la que los nuevos mandos directivos, ya profesionales y ajenos a la familia, han sabido dar continuidad.

3. Caso Empresa C

La empresa C surge en 1981 como una *spin-off*, a partir de un equipo de investigación académico especializado en tecnología fotovoltaica. Pese a las buenas previsiones de mercado en las que se basa la creación de la empresa, el proyecto sufre una paralización en la primera mitad de los años noventa. La fuerte convicción de los promotores les hace perseverar en su idea de negocio, y la incorporación de nuevos socios financieros, que comparten su filosofía, permiten reactivar la compañía. En los siguientes años, el impulso político que reciben las energías renovables en los países más desarrollados contribuye decisivamente a este despegue.

Los emprendedores, todos ellos procedentes de la universidad, ponen en marcha su proyecto en un momento en el que esta tecnología es aún poco conocida. Por esta razón tienen que desarrollar todas las facetas del negocio (tecnología, producción, comercialización,) con sus propios medios. Este espíritu pionero, apoyado en la colaboración constante con investigadores de la universidad (buena parte del personal de la empresa procede de estos proyectos conjuntos) permite a la compañía convertirse en líder tecnológico en su segmento.

El modelo de negocio que caracteriza a la empresa C es bastante innovador. En un sector en el que están entrando con fuerza las grandes multinacionales energéticas, la compañía ha optado por reforzar sus ventajas competitivas a partir del dominio de la tecnología, incorporando continuamente mejoras en sus procesos de fabricación y en sus productos, y dedicando una parte importante de sus recursos a la I+D en tecnología de vanguardia. La imagen de marca que ha conseguido con esta práctica está fuertemente vinculada con la calidad en términos de rendimiento y fiabilidad de las placas fotovoltaicas. La tecnología también ha reforzado la flexibilidad de los procesos productivos, que, apoyada en una amplia red comercial, es capaz de cubrir en un plazo corto de tiempo las necesidades específicas de clientes en todo el mundo. De hecho, las exportaciones, que ya comenzaron en los años ochenta, suponen el 65 por 100 de las ventas totales.

Sus principales clientes están situados en Europa, Japón y Estados Unidos. Paralelamente, la empresa C ha ampliado su visión del mercado, ofertando aplicaciones completas para la electrificación de diversas instalaciones en países en desarrollo. Esta línea de negocio está en consonancia con uno de los valores que la empresa comparte con sus trabajadores, como es el convencimiento de que la energía fotovoltaica puede convertirse en la energía limpia que contribuya al desarrollo de zonas desfavorecidas. La vinculación de los trabajadores con el proyecto de empresa se refuerza con los objetivos medioambientales y sociales que impulsan los propietarios.

4. Caso Empresa D

La participación española en la Agencia Europea del Espacio (ESA) desde 1975, crea las condiciones necesarias para que las empresas de nuestro país accedan a contratos de suministro relacionados con los diversos proyectos tecnológicos que lleva a cabo esta institución. En 1984 un investigador universitario crea la empresa D con el objetivo de explotar comercialmente sus conocimientos tecnológicos en el ámbito de la ESA. Gradualmente, el promotor accede a contratos de mayor envergadura, contando con el apoyo del equipo de investigación que dirige. Buena parte de este equipo se incorpora a la compañía, creando así el núcleo central de su capital humano.

Tras una etapa en la que la actividad se centra casi exclusivamente en el sector espacial, los cambios en los planteamientos políticos del Gobierno español respecto a la Agencia cambian y las nuevas circunstancias aconsejan buscar otros nichos de mercado. Comienza así una nueva etapa caracterizada por la diversificación a otros sectores, aplicando las capacidades tecnológicas acumuladas y los recursos adquiridos en años anteriores, especialmente en el ámbito de las telecomunicaciones.

El carácter horizontal de estas tecnologías permite a la empresa adentrarse en las comunicaciones por satélite, los transportes y las aplicaciones de red, entre otros segmentos. En el proceso de diversificación prevalece el crecimiento orgánico, con la creación de nuevas filiales a las que se transfiere tecnología y, en algunos casos, personal desde la empresa matriz. Se crea así un grupo de empresas con autonomía de gestión, pero coordinado desde una dirección central, encabezada por las hijas del fundador. La unidad del grupo en torno a unos objetivos comunes queda garantizada por el liderazgo interno de sus propietarias y por el carácter complementario de las tecnologías en las que opera cada filial.

Al adentrarse en sectores muy dinámicos, con ciclos de las innovaciones muy cortos, la empresa dedica importantes esfuerzos a la vigilancia tecnológica. Con este fin se crea una filial en Estados Unidos, considerado el mercado que marca las tendencias de futuro en el sector de telecomuni-

caciones. Asimismo, la estratega de la empresa considera una pieza fundamental la gestión de los recursos humanos, tanto en la política de reclutamiento como en la política de formación.

En el plano comercial, la empresa se basa en un contacto muy directo con sus clientes, formalizando acuerdos de colaboración a largo plazo con los principales. La política de alianzas con clientes y proveedores, en las que confluyen siempre aspectos comerciales y tecnológicos, es fundamental para mantener la ventaja competitiva y crear barreras de entrada frente a posibles competidores.

V. ANÁLISIS COMPARATIVO

Como se ha comentado en apartados anteriores, el marco conceptual de análisis para la realización del presente trabajo se basa en la propuesta de Morcillo (2007), con algunas variaciones introducidas por los autores. A continuación, se explica el en-

CUADRO N.º 2

MODELO CONCEPTUAL APLICADO A CASOS PRÁCTICOS: EMPRESA A

ESTILO CORPORATIVO	
Propensión al riesgo	A lo largo de la trayectoria de la compañía, se han tomado decisiones arriesgadas vinculadas a inversiones en I+D. La primera fue la contratación de un ingeniero óptico y la fabricación de productos más complejos dirigidos al mercado exterior. Cuando la empresa ha atravesado épocas de crisis (entrada de España en la CE, entrada de competidores asiáticos con costes bajos), la decisión ha sido impulsar las líneas de I+D para el desarrollo de productos de alto valor añadido, diferenciando así su marca por la calidad.
Liderazgo	El liderazgo de los promotores ha sido clave para superar etapas de crisis y se ha transmitido con éxito a los directivos ajenos a la familia, que se hicieron cargo de la empresa a partir de los años noventa. La profesionalización de este liderazgo, basado en la imagen de marca de calidad y tecnología avanzada, ha sido un éxito. La cultura corporativa centrada en la innovación y en la visión global del mercado es uno de los valores de la empresa.
Capital relacional.....	Los vínculos con mercados internacionales han sido muy estrechos desde la creación de la empresa. El contacto con clientes es fundamental y se lleva a cabo por medio de la red comercial. Los acuerdos para distribuir y fabricar gafas con marcas de prestigio relacionadas con la moda han abierto una vía de negocio muy importante. Presencia destacada en asociaciones profesionales, foros consultivos para instituciones públicas, comités de normalización, consorcios de I+D, etcétera.
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	
Política de captación.....	Especialistas en tecnologías de vanguardia de cualquier parte del mundo. Visión de mercado global en la política de contratación de personal.
Formación.....	Es uno de los pilares de la política de recursos humanos.
Gestión del conocimiento..	Plantilla con edad media baja (30 años), con bajo índice de rotación. Cuentan con una herramienta organizada como una intranet donde se almacena información sobre competidores, tecnologías y tendencias de mercado.
PROCESOS DE APRENDIZAJE ORGANIZATIVO	
Equipos multidisciplinares..	El área de I+D está organizada en dos grupos: uno dedicado a lentes y gafas, y otro a equipos ópticos, con especialistas en diversas disciplinas. Los desarrollos de productos se llevan a cabo en grupos multifuncionales, con representantes de I+D, *marketing* y los responsables de cada unidad de negocio. En la asignación de recursos y la planificación de la I+D se tiene en cuenta el conjunto de la empresa.
Estructuras organizativas ...	El grupo se articula en torno a la empresa matriz, ubicada en España. Las filiales internacionales tienen funciones comerciales y también técnicas. La producción está, en parte, ubicada en países competitivos en costes. La I+D está centralizada en España.
Cooperación exterior	En los proyectos más pre-competitivos colabora con centros de investigación y universidades de todo el mundo. Cerca de un tercio del presupuesto de I+D se destina a financiar colaboraciones.
VIGILANCIA TECNOLÓGICA	
Red comercial.....	La red comercial está presente en mercados estratégicos, de donde extrae información muy relevante sobre oportunidades de negocio y tendencias de mercado.
Red científica.....	Las principales fuentes de conocimiento e ideas son los consorcios tecnológicos donde participa y la colaboración con universidades y centros de investigación, nacionales e internacionales, de elevado prestigio. Se realiza un seguimiento pormenorizado de las patentes publicadas.

CUADRO N.º 3

MODELO CONCEPTUAL APLICADO A CASOS PRÁCTICOS: EMPRESA B

ESTILO CORPORATIVO	
Propensión al riesgo	La empresa es pionera desde sus orígenes y sigue lanzando innovaciones continuamente. Ha habido fracasos que se han superado remodelando la cartera de productos. El control del riesgo es fundamental para mantener una actividad innovadora constante (innovaciones incrementales junto con proyectos más pre-competitivos). Se busca el equilibrio entre riesgo y retornos de la I+D. Diversificación a otros negocios (cámaras hiperbáricas) para evitar depender de la evolución cíclica del sector de máquina-herramienta.
Liderazgo	El liderazgo del fundador se ha trasmitido a los herederos, que han dado continuidad a las estrategias basadas en la ventaja tecnológica de la empresa. Uno de los logros del líder ha sido mantener el apoyo de los trabajadores en épocas de crisis importantes.
Capital relacional.....	En sus inicios llegan a un acuerdo de cesión de licencia para fabricar maquinaria con una marca europea, líder en el mercado. Este hito marca la trayectoria futura de la empresa. El contacto directo con clientes y el desarrollo conjunto de proyectos de innovación son una de las fortalezas de la compañía. Los acuerdos con proveedores son estratégicos y tienen lugar, fundamentalmente, con las empresas del mismo grupo. Colabora habitualmente con universidades y centros tecnológicos, nacionales y extranjeros.
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	
Política de captación.....	Fuertes vínculos con universidades. El 80 por 100 de la plantilla de I+D de la empresa procede de equipos universitarios que han colaborado previamente en proyectos conjuntos de I+D con esta compañía.
Formación	Plan de formación vinculado a la planificación estratégica de la compañía. Necesidad de renovar constantemente conocimientos, para una plantilla con larga experiencia en la empresa (la edad media se acerca a los 40 años).
Gestión del conocimiento ..	Los recursos humanos son fundamentales, el 20 por 100 de la plantilla tiene titulación superior. Existe un índice de rotación muy bajo. Herramientas de gestión y codificación del conocimiento muy potentes.
PROCESOS DE APRENDIZAJE ORGANIZATIVO	
Equipos multidisciplinares..	En el desarrollo de nuevos productos se involucran equipos multidisciplinares y multifuncionales (I+D, compras, ingeniería, montaje, servicio postventa), liderados por un jefe de proyecto perteneciente al área de I+D. Estos equipos integran habitualmente a proveedores y a clientes.
Estructuras organizativas ...	La estructura del grupo permite una gran flexibilidad, ya que los proveedores estratégicos son empresas filiales cuya prioridad es suministrar a la matriz, siguiendo sus especificaciones y con objetivos compartidos. Por otra parte, las funciones de I+D se organizan en dos áreas, una dedicada a desarrollos pre-competitivos y otra a desarrollos de ingeniería, más aplicados. Ambas unidades interactúan constantemente.
Cooperación exterior	La actividad de I+D de carácter más pre-competitivo se lleva a cabo en consorcios tecnológicos nacionales e internacionales. Colaboración muy cercana con clientes y proveedores.
VIGILANCIA TECNOLÓGICA	
Red comercial.....	La amplia cartera de clientes (más de mil) se cubre con una red comercial formada por cerca de cuarenta oficinas, entre filiales, agentes y distribuidores. Los clientes situados en países con mayor grado de desarrollo (Europa y Japón) son una fuente importante de información para los procesos de innovación. El seguimiento de sus necesidades es un indicador de las tendencias de futuro.
Red científica.....	Se apoya en los contactos de la empresa en diversos foros, entre los que destaca el Programa Marco de I+D. Los vínculos con los socios tecnológicos se fortalecen mediante la incorporación de personal a la empresa.

foque que se ha seguido a la hora de recoger y clasificar la información para cada empresa de acuerdo con los parámetros considerados (cuadros n.os 2, 3, 4 y 5).

El estilo corporativo como parte de la cultura organizativa queda reflejado en tres aspectos: la propensión al riesgo de los emprendedores a la hora de tomar decisiones clave para su proyecto de negocio, el liderazgo ejercido en el interior de la organización y el capital relacional o los nexos externos construidos por los responsables de la empresa a lo largo de su trayectoria. Todos ellos tienen un marcado carácter personal, vinculado con la figura de los promotores y la alta dirección.

La gestión de los recursos humanos se observa a través de la política de captación del personal y

CUADRO N.º 4

MODELO CONCEPTUAL APLICADO A CASOS PRÁCTICOS: EMPRESA C

ESTILO CORPORATIVO	
Propensión al riesgo	Los empresarios, procedentes de un equipo de investigación universitario, se adentran en un negocio nuevo, aportando sus conocimientos científicos, pero sin experiencia en gestión. Ante el retraso en el despegue de la energía fotovoltaica, las expectativas no se cumplen y los promotores perseveran en su idea de negocio, hasta captar nuevos inversores y reactivar la empresa.
Liderazgo	El liderazgo en la empresa está muy vinculado a la vertiente tecnológica. Los directivos proceden del equipo de investigación que promovió la idea de negocio. Esta visión se comparte con los inversores que se han ido incorporando después. Existe una confluencia de intereses y objetivos entre los promotores/gestores y los inversores, lo que refuerza el liderazgo.
Capital relacional.....	Vínculos muy fuertes con el ámbito científico (colaboración con universidades) y el ámbito institucional (cuentan con el apoyo de inversores institucionales y son proveedores en proyecto financiados por diversos gobiernos del mundo y organizaciones internacionales, especialmente en países en desarrollo). Tienen socios tecnológicos internacionales de gran prestigio. Es muy relevante la colaboración con proveedores (suministran materias primas estratégicas, como el silicio, cada vez más elaboradas) y con clientes (las grandes compañías eléctricas entran con fuerza en el sector de fotovoltaica).
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	
Política de captación.....	Frecuente incorporación de personal procedente de equipos científicos con los que la empresa ha trabajado previamente.
Formación	Formación continua en tecnologías multidisciplinares de vanguardia, en consonancia con la evolución de un negocio que se basa en tecnologías en desarrollo.
Gestión del conocimiento ..	Flujos de comunicación interna fluidos, apoyados en reuniones interdepartamentales periódicas. La rotación del personal es muy baja, hay un espíritu de identificación de las personas con el proyecto. Intranet corporativa.
PROCESOS DE APRENDIZAJE ORGANIZATIVO	
Equipos multidisciplinares..	Los proyectos de I+D+i se caracterizan por una elevada multidisciplinariedad, necesaria por la creciente integración de tecnologías en las células solares. Buena parte de estos proyectos se llevan a cabo en equipos interdepartamentales, una práctica que está impulsada por la voluntad de ofertar proyectos "llave en mano" para la electrificación de instalaciones.
Estructuras organizativas ...	Las actividades de I+D y las de ingeniería están integradas en una misma Dirección, que depende directamente del Consejero Delegado. Se asegura así una óptima coordinación y gestión de los recursos disponibles para cubrir todas las etapas de los proyectos. También son habituales las colaboraciones con otras direcciones (fabricación, comercial).
Cooperación exterior	Cooperación con clientes y proveedores. La empresa es un referente internacional en el ámbito de la energía solar fotovoltaica, y esto le abre posibilidades de participar en consorcios.
VIGILANCIA TECNOLÓGICA	
Red comercial.....	Extendida por todo el mundo, con el fin de captar oportunidades de negocio. Cuenta con una red de filiales comerciales y más de cincuenta oficinas internacionales por medio de las que se da servicio a los clientes.
Red científica.....	La presencia en los foros científicos internacionales más relevantes es la principal herramienta de vigilancia tecnológica. Las características del sector, con una dimensión relativamente pequeña, y en pleno desarrollo tecnológico, impulsan la creación de consorcios para las investigaciones más pre-competitivas. Participación frecuente en el Programa Marco de I+D de la UE.

los mecanismos elegidos para asegurar que los nuevos empleados comparten los valores culturales de la organización: la formación, entendida como un instrumento que acompaña a la cultura empresarial en su evolución, y la gestión del conocimiento, que explica cómo las organizaciones definen las fronteras invisibles que le permiten convertir el conocimiento generado por individuos en competencias corporativas.

Las rutinas de aprendizaje, entendidas como capacidades pertenecientes a la cultura empresarial, se articulan en torno a tres procesos: la dinámica de trabajo en equipo adoptada por la compañía; los flujos de información y toma de decisiones, condicionados por el diseño de la estructura organizativa, y

CUADRO N.º 5

MODELO CONCEPTUAL APLICADO A CASOS PRÁCTICOS: EMPRESA D

ESTILO CORPORATIVO	
Propensión al riesgo	El emprendedor es un investigador de la universidad con experiencia previa en contratos con la Agencia Espacial Europea (ESA). Toma la decisión de crear la empresa y comprometer recursos propios ante la oportunidad de negocio en el ámbito de la industria española. Posteriormente se diversifica la actividad de la empresa, entrando en nuevos sectores (transportes, instrumentos de precisión). Estrategia equilibrada entre proyectos con bajo y alto riesgo.
Liderazgo	La empresa aparece ligada a la tecnología, y ésta sigue siendo la base de su actividad. El fundador diseña su plan de empresa con esta misión y la transmite a todos los empleados. Sus herederas dan continuidad a esta estrategia. La imagen de marca de la empresa, uno de sus mayores activos, está vinculada a la vanguardia tecnológica en el mercado internacional.
Capital relacional	La principal fortaleza es la larga relación con la ESA como contratista. Esto le permite dirigir parte de su actividad de I+D, acceder a recursos financieros y a conocimiento de vanguardia. También establece vínculos muy estrechos con clientes (el 15 por 100 de la facturación son desarrollos a medida). Destacan clientes estratégicos. Redes de colaboración estables y alianzas tecnológicas con proveedores, parte de ellos son equipos académicos, de diversas universidades.
GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	
Política de captación	A partir de colaboraciones con la universidad se inculca la cultura de la empresa a investigadores que, posteriormente, se pueden incorporar a la compañía.
Formación	Política de formación muy potente, que ocupa en torno al 10 por 100 de la jornada laboral. Los recursos humanos son esenciales, en algunas filiales suponen el 80 por 100 de la estructura de costes.
Gestión del conocimiento	Alta permanencia de los recursos humanos en la empresa (menos de un 6 por 100 de rotación anual). Existen herramientas para sistematizar y difundir el conocimiento dentro del grupo (bases de datos, aplicaciones de gestión documental, etc). Herramientas para mejorar la fluidez en la comunicación interna.
PROCESOS DE APRENDIZAJE ORGANIZATIVO	
Equipos multidisciplinares	Se forman grupos multidisciplinares para la puesta en marcha de proyectos de I+D. Cuando es necesario, se forman grupos con investigadores procedentes de las distintas filiales, de manera que se obtengan sinergias de sus respectivas competencias (por ejemplo, sistemas de navegación por satélite aplicados a transporte).
Estructuras organizativas	La estructura del grupo responde a los negocios en los que está implantado. Cada filial está especializada en uno de ellos. Las filiales tienen planes propios de I+D, pero existe una unidad en la estructura corporativa de la matriz que centraliza las decisiones estratégicas en I+D, con un presupuesto común. Se garantiza así la necesaria flexibilidad para reaccionar en poco tiempo ante oportunidades de negocio y el equilibrio en la cartera de proyectos del grupo (en términos de rentabilidad y asunción de riesgos).
Cooperación exterior	Participación en consorcios tecnológicos internacionales. Colaboración habitual con clientes.
VIGILANCIA TECNOLÓGICA	
Red comercial	La presencia en Estados Unidos por medio de una filial responde a intereses comerciales (EE.UU. es el principal mercado del mundo en sus sectores), pero también a una estrategia de acceso a conocimiento. El flujo de conocimiento desde EE.UU. es constante.
Red científica	Presencia en foros científicos y tecnológicos. Liderazgo de consorcios financiados por el Programa Marco de I+D.

los procesos de cooperación exterior.

Por último se analizan las estrategias de vigilancia tecnológica desde dos perspectivas: las redes comerciales en las que opera la empresa y las redes científico-tecnológicas de las que forma parte. Pese a que la vigilancia tecnológica podría considerase parte de los procesos de aprendizaje, conviene considerarla de forma independiente por la relevancia que este proceso tiene para las empresas innovadoras, ya que se refiere a sus capacidades para acceder a conocimiento de vanguardia y a nuevas oportunidades de negocio, lo que es esencial para mantener sus ventajas competitivas basadas en la innovación a largo plazo. Mientras que los procesos de aprendizaje se refieren al modo en que la empresa es capaz de utilizar el nuevo conocimiento, la vigilancia tecnológica indica cómo la empresa identifica en su entorno las fuentes de este nuevo conocimiento.

1. Estilo corporativo

La propensión al riesgo es elevada en los cuatro casos analizados, si bien hay que destacar ciertos matices relacionados con el entorno de cada empresa. Las empresas A y B se crean en los años treinta y cuarenta del siglo XX, respectivamente. En este entorno, el riesgo asociado a su decisión de crear empresa se encuentra, sobre todo, en la apuesta por la tecnología, convirtiéndose en pioneros al contratar personal muy cualificado (empresa A) o al lanzarse a acuerdos de índole tecnológica con socios extranjeros líderes en su segmento (empresa B). Por su parte, las empresas C y D aparecen en los años ochenta como *spin-off* universitarias, promovidas por investigadores con una posición consolidada en sus respectivas organizaciones. En ambos casos, los emprendedores ponen en marcha proyectos vinculados con tecnologías de vanguardia, contando con el activo de un amplio conocimiento científico y tecnológico, pero con un elevado riesgo comercial, ya que en aquella época los mercados de energía fotovoltaica (empresa C) y de telecomunicaciones vía satélite (empresa D) eran mercados emergentes.

Pese a las diferentes situaciones contextuales, se observan ciertos rasgos comunes. En todos los casos, la puesta en marcha de la empresa se financia con patrimonio personal de los emprendedores, y cuando se incorporan inversores externos se mantiene la apuesta por la innovación. También se observa que, ante situaciones de crisis provocadas por cambios en el entorno (entrada de España en el Mercado Común, entrada de nuevos competidores con costes más bajos), la decisión de los empresarios es reforzar sus ventajas competitivas tecnológicas, con las inversiones que esto conlleva. Para rentabilizar estas inversiones, las compañías se orientan hacia nichos de mercado que demanden productos de alto valor añadido.

Otro rasgo común es la incorporación gradual de instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo. A medida que la empresa va consolidando sus ventajas tecnológicas, el riesgo asociado a las inversiones de I+D se evalúa en relación con los retornos esperados de dicha inversión. Además, las empresas cuentan con más información, y esto disminuye el riesgo asumido. En este sentido, se observan tres estrategias complementarias. La primera de ellas consiste en gestionar una cartera de productos equilibrada, de manera que el volumen de negocio generado por los más maduros y con mayor cuota de mercado financie las líneas de desarrollo más reciente y más innovadoras. La segunda táctica se centra en la gestión de la cartera de proyectos de I+D, encontrando el equilibrio entre riesgo y retornos, lo que en la práctica se traduce en combinar proyectos a corto plazo y menos arriesgados (innovaciones incrementales) y proyectos a largo plazo, más arriesgados pero necesarios para mantener las ventajas competitivas y los retornos generados por la innovación. La tercera estrategia es la diversificación horizontal, hacia sectores en los que es posible explotar las capacidades tecnológicas de la empresa y obtener economías de alcance en la I+D (como es el caso de las cámaras hiperbáricas para la empresa B o las telecomunicaciones aplicadas al transporte para la empresa D).

La figura del promotor o líder puede identificarse con un individuo (empresas B y D) o con un equipo de varios socios (empresas A y C). A la hora de analizar este elemento en las empresas seleccionadas, nos fijamos en dos dimensiones: las bases del liderazgo y su transmisión entre individuos. En cuanto al primer punto, todas las compañías cuentan en sus inicios con líderes emprendedores con una clara orientación hacia la innovación y hacia el entorno global. Son líderes visionarios que deciden competir en el mercado con productos de calidad y realizan, para ello, inversiones cuantiosas, asumiendo un riesgo elevado. Para transmitir este liderazgo a las personas que toman el relevo en la empresa, los precursores consolidan primero unos valores y principios claros e inequívocos, comprendidos y compartidos en el interior de su organización y percibidos por los agentes externos como una imagen distintiva de la compañía. Todas las empresas analizadas han experimentado la transmisión del liderazgo en algún momento, sin que esto haya supuesto un proceso traumático gracias a la existencia de una cultura común subyacente a las distintas etapas, representada y defendida por un líder que puede variar. La transmisión del liderazgo viene ocasionada por el relevo generacional (empresas B y D), la profesionalización de la dirección (empresa A) o la entrada de nuevos inversores que se convierten en propietarios de la empresa (empresa C).

Por otra parte, el liderazgo es fundamental para afrontar cambios en el entorno, momentos en los que la organización debe mostrar su flexibilidad y su capacidad de adaptación, y en los que las decisiones afectan a todos los trabajadores de la empresa. La relación del líder con la plantilla y la imagen que proyecta hacia los empleados es fundamental para asegurar el máximo apoyo a sus decisiones y la vinculación de los trabajadores en nuevos proyectos. Estos aspectos están muy relacionados con la gestión de los recursos humanos.

Por lo que respecta al capital relacional como uno de los rasgos del estilo corporativo, hay que señalar que los responsables de las cuatro empresas han conseguido situar a sus respectivas organizaciones en puntos neurálgicos de distintas redes. Estas redes pueden ser de tres tipos: económicas, tecnológicas o institucionales. Las redes económicas se refieren a los nexos dentro de la cadena de valor del producto, es decir, con clientes y proveedores. Las cuatro empresas han desarrollado capacidades organizativas propias que les permiten crear valor a partir de la adaptación a las necesidades de sus clientes, todo ello gracias al dominio de la tecnología. Asimismo, los nexos que establecen con los proveedores más relevantes llegan a convertirse en alianzas estratégicas a largo plazo, con el fin de asegurar el suministro de los bienes y servicios que más inciden en el valor final del producto y crear barreras de acceso a los competidores.

En cuanto a las redes tecnológicas, su objetivo es facilitar el acceso a conocimiento y oportunidades de cooperación. Estas redes son especialmente importantes para las empresas que basan sus ventajas competitivas en la I+D, y así ocurre en las compañías analizadas. Todas ellas cuentan con socios tecnológicos de alto nivel, situados en diversos países y buscando siempre la excelencia y la fluidez en la transferencia de conocimiento. La capacidad para extraer los máximos beneficios de una red de conocimiento y apropiarse de ellos, es fundamental para la actividad innovadora de todas las empresas.

Las redes institucionales persiguen también objetivos económicos y tecnológicos, pero tienen lugar en contextos diferentes, como pueden ser asociaciones profesionales, foros consultivos o administraciones públicas, en especial aquellas con competencias en promoción de la innovación. Las cuatro empresas seleccionadas consideran que la formación de nexos duraderos en este tipo de redes es muy importante; por esta razón, sus directivos dedican esfuerzos considerables a mantenerlas.

2. Gestión de los recursos humanos

A través de su política de captación de personal, las empresas comienzan a trasmitir la cultura corporativa a los futuros empleados. Es significativo comprobar que, para tres de las cuatro empresas seleccionadas, la vía más frecuente para captar recursos humanos cualificados es la incorporación de personal procedente de organizaciones que son, a su vez, socios tecnológicos habituales. Esto refleja que para las empresas B, C y D la transmisión de los valores culturales comienza incluso antes de que los trabajadores se incorporen a la compañía. Esta vía es compatible con la contratación de especialistas en tecnologías de vanguardia procedentes de cualquier parte del mundo, accediendo así a conocimiento generado en el entorno internacional. El resultado de esta visión global del mercado del conocimiento es la formación de plantillas multiculturales, como ocurre en las empresas A y D. En estos casos, la transmisión de los valores culturales corporativos se apoya en las herramientas formales e informales de comunicación interna.

Una vez que los trabajadores forman parte de la organización, los programas de formación continua son fundamentales en las cuatro empresas analizadas. Todas ellas diseñan planes periódicos para formar a sus trabajadores en las tecnologías de vanguardia o para ampliar sus conocimientos en áreas científico-técnicas complementarias a las propias. La consideración de la formación continua como una parte esencial de la política de recursos humanos es, por tanto, una característica común a las empresas innovadoras.

Las herramientas para la gestión del conocimiento tienen como objetivo convertir el conocimiento individual en conocimiento corporativo, de manera que la organización se apropie de la mayor parte del mismo. Para ello, las empresas analizadas cuidan dos aspectos paralelos. En todas ellas la rotación del personal es muy baja, lo que minimiza el riesgo de «fuga de cerebros». Además, todas las compañías han desarrollado herramientas basadas en las tecnologías de la información, como *intranets* corporativas, donde se almacena y se comparte la información relevante para la marcha del negocio, tanto de índole tecnológica como económica y comercial.

3. Procesos de aprendizaje organizativo

Por medio de los recursos humanos, las empresas desarrollan capacidades propias de aprendizaje. Los equipos de trabajo son un mecanismo fundamental de estos procesos, pues permiten poner en común el conocimiento individual, compartirlo con el resto del equipo y llegar a los mejores resultados a partir de razonamientos colectivos. En las empresas innovadoras, los equipos de trabajo son, además, necesarios para poner a trabajar en común especialistas de diversas áreas de conocimiento y de distintos departamentos. El carácter multifacético de la innovación se refleja en la

composición de estos grupos y en su manera de actuar. Lo habitual en las cuatro empresas analizadas es que los equipos sean multidisciplinares y multifuncionales, con representantes de las áreas de I+D, producción, ventas, compras, departamento comercial, etc. El alto grado de orientación a los clientes puede aconsejar que, en algunos proyectos, los usuarios finales también formen parte de los equipos de trabajo.

En cuanto a la estructura organizativa de las empresas analizadas, se puede señalar un rasgo común a todas ellas, como es la flexibilidad de su diseño, que facilita la comunicación interna entre todos sus miembros y el aprendizaje. El alto grado de flexibilidad organizativa se refleja en la movilidad de los trabajadores del área de I+D; la comunicación constante entre los departamentos de ingeniería, de fabricación y de I+D, y la organización de los recursos por proyectos. Es habitual la centralización en la toma de decisiones relacionadas con la I+D y la vinculación directa de estas actividades con los niveles jerárquicos de mayor nivel. Esta tendencia contrasta con el alto grado de descentralización internacional que existe en las funciones productivas y comerciales, bien sea por medio de filiales (empresas A, B y D) o por medio de amplias redes comerciales (empresa C). Con el fin de prestar el mejor servicio a los usuarios, las estructuras organizativas han desarrollado ciertos instrumentos para «externalizar» la gestión del conocimiento, siempre con una clara orientación al cliente. Así, es habitual que la red comercial esté capacitada para prestar ciertas labores técnicas de adaptación de productos. También es frecuente el desplazamiento de personal especializado de I+D a las instalaciones del cliente, tanto para captar sus necesidades de primera mano como para transferir el conocimiento no codificable de una innovación tecnológica adquirida por él.

El aprendizaje a través de la cooperación exterior es un rasgo común a las cuatro empresas analizadas. Las modalidades más frecuentes son la cooperación con clientes y proveedores (en el ámbito de las redes económicas establecidas y que forman parte del capital relacional) y la colaboración con universidades y centros de investigación (en el ámbito de las redes científicas). Se observa una cierta especialización de las redes económicas para la puesta en marcha de proyectos de I+D a más corto plazo y de las redes científicas para procesos de aprendizaje relacionados con tecnologías de vanguardia y proyectos de I+D de carácter pre-competitivo. En todos los casos, estas colaboraciones tienen lugar tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

4. Vigilancia tecnológica

Las rutinas desarrolladas por las empresas para captar las tendencias tecnológicas y de mercado más actuales reflejan el grado de relevancia que se otorga a las ventajas competitivas basadas en la tecnología. Anticiparse al mercado y a las necesidades de los clientes es un valor que forma parte de la cultura corporativa de las empresas analizadas. La vigilancia tecnológica se refiere a los instrumentos que cada una de ellas ha desarrollado para poner en práctica este valor.

A través de las redes comerciales, la vigilancia tecnológica se centra en los mercados más avanzados o considerados estratégicos por la empresa. Es frecuente que exista una presencia más activa en estos mercados y que los miembros de la dirección mantengan contactos personales con agentes situados en los mismos. Los focos estratégicos varían dependiendo del sector en el que opere la empresa; así, la empresa A, perteneciente al sector óptico, considera como mercados de referencia los países más avanzados de Europa y Estados Unidos, con un mayor gasto per cápita en gafas y lentes. En el sector de máquina herramienta, los clientes situados en Japón, en Alemania y en Inglaterra, países con un fuerte peso de la industria, son una fuente primordial de información para la empresa B. La empresa C centra su atención en aquellos países donde la energía fotovoltaica está más desarrollada por haber recibido un mayor impulso público, como es el caso de Alemania y Holanda. Por su parte, la empresa D mantiene una filial estratégica en Estados Unidos, que es el principal mercado en telecomunicaciones vía satélite y el escenario de referencia para prever tendencias internacionales.

El principal instrumento de vigilancia que han desarrollado las empresas en el ámbito de sus redes científico-tecnológicas es la participación en consorcios internacionales. Estas empresas están frecuentemente involucradas en proyectos de carácter pre-competitivo, con el fin de explorar las posibilidades de nuevas tecnologías, la puesta en marcha de proyectos de gran envergadura o el desarrollo de plataformas comunes y estándares industriales. El Programa Marco de I+D de la Unión Europea es un escenario idóneo para llevar a cabo este tipo de proyectos, como demuestra el hecho de que todas ellas han participado en alguna ocasión, incluso liderando consorcios. La participación en estos consorcios requiere un importante esfuerzo por parte de

la compañía, ya que, pese a que están parcialmente financiados, la dinámica de funcionamiento del Programa Marco implica unos costes fijos importantes y, además, los resultados tecnológicos obtenidos no suelen ser directamente comercializables. No obstante, todas las empresas analizadas han desarrollado habilidades específicas para utilizar los consorcios internacionales como instrumento de vigilancia tecnológica, llegando a formar parte de su cultura corporativa.

VI. CONCLUSIONES

A la vista de los casos analizados y de los resultados obtenidos en el análisis comparativo, se puede afirmar que existen unos rasgos comunes a las empresas innovadoras relacionados con su cultura corporativa. La base de este patrón cultural es el liderazgo que ejerce el promotor o el equipo de promotores, siempre que este liderazgo se trasmita a todos los integrantes de la organización bajo la forma de valores y objetivos compartidos. Sólo bajo esta condición los rasgos culturales dejarán de estar asociados a personas específicas y perdurarán cuando los responsables de la organización cambien.

La cultura innovadora se caracteriza por una tendencia a tomar decisiones con un elevado nivel de incertidumbre, si bien a lo largo del tiempo se van imponiendo estrategias de control del riesgo asociado a las inversiones en I+D. Esto permite que las empresas innovadoras cuenten con más capacidades para seguir apostando por la I+D, incluso cuando las circunstancias del entorno competitivo son más adversas.

Uno de los aspectos más relevantes es la capacidad para rentabilizar el capital social de la compañía a través de los procesos de aprendizaje que tienen lugar en el entorno internacional. La posición en redes y la capacidad para obtener los máximos beneficios a través de la cooperación son elementos clave de competitividad en el entorno global. Se establecen así unas interacciones estratégicas entre aprendizaje, asunción de riesgos e internacionalización que caracterizarán en el futuro a las empresas con cultura innovadora.

Sin duda, la internacionalización no sólo implica mayores posibilidades de cooperación con otras entidades, bien sean éstas empresas o centros públicos de investigación, sino también un mayor grado de presión competitiva y, por tanto, la necesidad de incurrir en mayores costes internos de organización para aprender y adaptarse al cambio. Todo este proceso gradual, en el cual los crecientes costes tienen un alto grado de impacto en la evolución de la empresa, da lugar a una estructura cambiante, en consonancia con el riesgo asumido por los directivos de las empresas innovadoras.

El grado en que se es más adverso o propenso al riesgo estará muy relacionado no sólo con las características tecnológicas y específicas del producto en cuestión, sino también con el alto grado de incertidumbre derivado del proceso de aprendizaje y de los nuevos mercados potenciales hacia los que orientar la expansión de la empresa.

Otro aspecto reseñable es que la necesidad de cooperar no sólo para desarrollar tecnología conjuntamente, sino también para acceder a nuevos mercados, implica un nivel de dependencia con actores externos que puede condicionar a largo plazo la flexibilidad de la empresa. De este modo, el propio proceso de aprendizaje organizativo ha de estar vinculado, ineludiblemente, a la vigilancia tecnológica para tener la capacidad y la flexibilidad estratégica suficientes para gestionar lo que podríamos denominar en estos casos el riesgo de cooperación.

Las pérdidas subyacentes a este riesgo de cooperación vendrían ocasionadas no tanto por el fallido de un cooperante en la elaboración de un producto tecnológico como por el fallido de ese cooperante en futuros proyectos tecnológicos, ya que el conocimiento generado por una cooperación específica en el presente puede tener grandes implicaciones en el desarrollo de otro producto en futuras colaboraciones.

En definitiva, los resultados obtenidos en el presente trabajo permiten plantear ciertas proposiciones teóricas, que podrán ser contrastadas con posteriores trabajos empíricos.

Así, a partir del análisis de los rasgos culturales que identifican a las compañías innovadoras y su evolución, podemos afirmar que, en el contexto actual, las tendencias marcan una creciente interacción entre la actividad innovadora y la internacionalización de la empresa en el marco de redes de cooperación que resultan estratégicas para mantener las ventajas competitivas basadas en la tecnología. Con este fin, las empresas innovadoras tienden a consolidar una cultura corporativa capaz de gestionar con criterios de eficiencia los recursos tangibles comprometidos en dichas redes.

Parece también evidente que las diferencias sectoriales pueden ser importantes para entender rasgos culturales más específicos, pero la caracterización de una em-

presa como innovadora tiene un peso al menos igual de importante para entender sus rasgos culturales que el sector en el que opera. Las circunstancias sectoriales sirven, sobre todo, para entender las decisiones concretas que toma la empresa a partir de su cultura innovadora, pero se podría afirmar que existe una cultura de la innovación que está por encima de las diferencias asociadas al tipo de actividad que desarrolla la empresa.

Por último, los procesos de aprendizaje se caracterizan por su flexibilidad y su apertura al exterior. Así, los equipos de trabajo son multidisciplinares, multifuncionales y llegan a incorporar a los propios usuarios cuando así se requiere. La orientación internacional del aprendizaje está presente tanto en el diseño de la estructura organizativa (que combina la centralización en la toma de decisiones con la apertura al exterior por medio de redes comerciales y desplazamiento de personal) como en los procesos de cooperación exterior, que se basan en acuerdos con socios tecnológicos de todo el mundo.

NOTA

(*) La investigación empírica se ha desarrollado en el marco del proyecto de análisis de casos de empresas innovadoras llevado a cabo en el Departamento de Estudios del CDTI. Los autores agradecen su colaboración a todas las personas que han participado en este proyecto, especialmente a los profesionales entrevistados.

BIBLIOGRAFÍA

BONACHE, J. (1999), «El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas», *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, número 3: 123-140.

BONOMA, T. V. (1983), «A case study in Case Research: Marketing implementation», *Working paper 9-585-142*, Harvard University Graduate School of Business Administration, Boston, MA.

CABELLO, C.; A. CARMONA, y R. VALLE (2005), «Characteristics of innovative companies: A case study of companies in different sectors», *Creativity and Innovation Management*, vol. 14 (3).

CAMERON, K., y R. QUINN (1999), *Diagnosing and Changing Organizational Culture. Based on the Competing Values Framework,* Addison-Wesley, Reading.

CEPEDA CARRIÓN, G. (2006), «La calidad en los métodos de investigación cualitativa: principios de aplicación práctica para estudios de casos», *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, n.º 29: 57-82.

CHANG, S.-CH., y LEE, M.-S. (2007), «The effects of organizational culture and knowledge management mechanisms on organizational innovation: an empirical study in Taiwan», *The Business Review*, 7(1): 295-301.

CLAVER, E.; J. LLOPIS; D. GARCÍA, y H. MOLINA (1998), «Organizational culture for innovation and new technological behaviour», *Journal of High Technology Management Research*, vol. 9(1): 55-69.

DAMANPOUR. F. (1987), «The adoption of technological, administrative, and ancillary innovations: Impact of organizational factors», *Journal of Management*, 13: 675-688.

DAMANPOUR, F., y SCHNEIDER, M. (2006), «Phases of the adoption of innovation in organizations: Effects of environment, organization and top managers», *British Journal of Management*, 17(3): 215-236.

EISENHARDT, K. M. (1989), «Building theories from Case Study Research», *Academy of Management Review*, vol. 14, n.º 4: 532-550.

— (1991), «Better stories and better constructs: The case for rigor and comparative logic», *Academy of Management Review*, vol. 16, n.º 3: 620-627.

GALENDE, J. (2002), «El análisis de la innovación tecnológica desde la Economía y Dirección de Empresas», *Boletín Económico del ICE*, n.º 2719: 23-38.

GRANT, R.M. (1995), *Contemporary Strategy Analysis: Concepts, Techniques, Applications*, Blackwell Publishers.

HUERTA, E.; J. MERINO DÍAZ; J.A. BAYO, y C. GARCÍA (2003), *Los desafíos de la competitividad. La innovación organizativa y tecnológica en la empresa española*, Fundación BBVA.

JASKYTE, K. (2004), «Transformational leadership, organizational culture, and innovativeness in nonprofit organizations», *Nonprofit Management & Leadership*, 15(2): 153-168.

LAU, CH-M., y NGO, H-Y. (2004), «The HR system, organizational culture, and product innovation», *International Business Review*, 13(6): 685-703.

LENGNICK-HALL, C. (1992), «Innovation and competitive advantage: What we know and what we need to learn», *Journal of Management*, 18(2): 399-429.

MORCILLO, P. (2007), *Cultura e innovación empresarial. La conexión perfecta*, Ed. Thomson, Madrid.

MUNUERA, J.L.; A.I. RODRÍGUEZ, y P. CARBONELL (2008), «Análisis del efecto de la cultura y el compromiso en el resultado de los nuevos productos internacionales», *Tribuna de Economía*, nº 842, ICE.

NARANJO, J.C.; R. SANZ, y D. JIMÉNEZ (2008), «Cultura organizacional e innovación. Un estudio empírico», en *Estableciendo puentes en una economía global*, J. PINDADO y G. PAYNA (coords.), Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC.

NELSON, R.R., y S.G. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

PIZARRO, I.; REAL, J.C., y DE LA ROSA, D. (2009), «The role of entrepreneurial culture and human capital in innovation», *Working paper series, n.º 09.02,* Departamento de Dirección de Empresas, Universidad Pablo de Olavide.

RIALP, A. (1998), «El método del caso como técnica de investigación y su aplicación al estudio de la función directiva», *IV Taller de Metodología ACEDE*, La Rioja.

RIALP, A.; J. RIALP; D. URBANO, y Y. VAILLANT (2005), «The born-global phenomenon: A comparative case study research», *Journal of International Entrepreneurship*, n.º 3: 133-171.

ROETHLISBERGER, F. J. (1977), *The Elusive Phenomena*, Harvard Business School, Division of Research, Boston, MA.

SIMON, H.A. (1991), «Organisation and markets», *Journal of Economic Perspectives*, primavera.

THOMPSON, V.A. (1965), «Bureaucracy and innovation», *Administrative Science Quarterly,* 10: 1-20.

TRUSS, C., y L. GRATTON (1994), «Strategic human resource management: a conceptual approach», *International Journal of Human Resource Management*, 5: 663-686.

URBANO, D., y TOLEDANO, N. (1999), «Los proyectos innovadores en las PYME españolas», *Economía Industrial*, n.º 368: 213-225.

VIDAL, J., y ALCAMI, R. (2005), «Gestión del conocimiento y desempeño innovador: Un estudio del papel del mediador del repertorio de competencias distintivas», *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 23: 117-138.

VILLAREAL, O., y LANDETA, J. (2007), «El estudio de casos como metodología de inves-

tigación científica en economía de la empresa y dirección estratégica», *XIX Congreso Anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM,* vol. 1: 24-41.

WRIGHT, P.M.; G.C. MCMAHAN, y A. MCWILLIAMS (1994), «Human resources and sustained competitive advantage: a resource-based perspective», *International Journal of Human Resource Management*, 5: 485-515.

YIN, R. K. (1994), *Case Study Research. Design and Methods*, Applied Social Research Methods Series, vol. 5, segunda edición, Sage Publications, Londres.

ZMUD, R.W. (1984), «An examination of «push-pull» theory applied to process innovation in knowledge work», *Management Science,* 30 (6): 728-738.

INVERSIÓN E INNOVACIÓN EN EL PAÍS VASCO: EL CASO DE ÁLAVA

Juan Ramón GARCÍA

Servicio de Estudios Económicos del BBVA

Luis A. PUCH

Universidad Complutense, FEDEA e ICAE

Emma GARCÍA

Columbia University

L. Fernanda GUTIÉRREZ

Universidad de Oviedo y FEDEA

Resumen

El gasto atribuible a la innovación tecnológica en las empresas de la economía alavesa en el período 2003-2007 ascendió, en media, al 4,2 por 100 del PIB, algo más de un punto porcentual por encima de la cifra para el conjunto del País Vasco. Esta diferencia a favor del territorio de Álava se explica por las cifras de inversión en *maquinaria avanzada.* El artículo explora esta circunstancia, junto a la evidencia más reciente, y sus consecuencias para la definición de las políticas dirigidas al fomento del progreso tecnológico. En particular, se ofrece un marco para el análisis de datos agregados que puede ser de interés para estudios de caso relacionados.

Palabras clave: inversión, innovación, progreso técnico incorporado, Álava.

Abstract

Expenditure attributable to technological innovation by the business sector in the Álava economy over the period 2003-2007 amounted, on average, to 4.2 per cent of its GDP. This figure is more than one percentage point above the figure for the Basque Country as a whole. The difference in favor of the province of Álava is explained by the figures of investment in advance machinery and equipment. The article explores this circumstance over the more recent evidence, and its consequences for the definition of policies aimed to promote technological progress. In particular, the framework for the analysis of aggregate data that is considered may be of interest for related case studies.

Key words: investment, innovation, embodied technical progress, Álava.

JEL classification: E22, O30, L16.

I. INTRODUCCIÓN (*)

LA distinción entre creación y adopción de innovaciones se ha discutido extensamente en la literatura sobre el crecimiento económico, como ya pone de manifiesto Boyan Jovanovic en su artículo seminal de 1996. Si bien la creación de innovaciones es esencial para el crecimiento económico mundial, la evidencia muestra que las mejoras de productividad, incluso en los países más avanzados, provienen fundamentalmente de la adopción de las tecnologías existentes creadas en otros países. Por este motivo, los procesos de adopción tecnológica deberían recibir especial atención en los debates sobre la importancia de la actividad innovadora.

En este artículo, mostramos que la economía alavesa es un caso paradigmático respecto a la necesidad de prestar atención a los procesos de adopción tecnológica. La razón es que buena parte de su actividad innovadora tiene su origen en la adquisición de equipos y maquinaria avanzada. Este aspecto es muy relevante, puesto que, si bien es cierto que las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D) son un elemento fundamental de la innovación, y juegan un papel clave en la adopción de tecnologías, no son su único factor determinante. En la medida en que el progreso técnico está incorporado en los nuevos bienes de capital, resulta imprescindible examinar la relación empírica entre la actividad innovadora y la actividad inversora de las empresas. Además, los procesos de adopción tecnológica tienden a afectar positivamente la propia organización y gestión empresarial.

Sin embargo, existen muy pocos estudios que exploren esta dimensión de los datos, a pesar de que numerosas encuestas nacionales e internacionales contienen este tipo de información. En particular, y más allá de la contribución que puede representar nuestra estrategia metodológica, en este artículo aprovechamos el esfuerzo del Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) en la recopilación de datos tecnológicos de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) para ilustrar la importancia de la valoración conjunta de inversión e innovación mediante el estudio del caso de la economía alavesa. Nuestro principal objetivo es evaluar el impacto que la inversión, tanto en I+D como en otros activos físicos y humanos, tiene en el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías, a través de la especificidad de la economía alavesa que hemos enunciado.

En efecto, los datos disponibles de EUSTAT para el período 2003-2007 muestran que el gasto en innovación tecnológica (IT) como porcentaje del PIB en Álava se sitúa en torno a un punto porcentual por encima de los niveles registrados en otros territorios. Esto se debe a las cifras de inversión en *maquinaria avanzada* que presenta la economía alavesa en el período, y no a los recursos dedicados a I+D. En estas circunstancias, la economía alavesa constituye un caso de estudio para valorar el *input* y el *output* innovador en un contexto que reivindique el papel de la adopción de innovaciones creadas por otros como motor y complemento de la creación de innovaciones. Deliberadamente, nos centramos en los datos de la última expansión, y dejamos para futura investigación las complejidades asociadas a las consecuencias de la Gran Recesión para nuestro estudio de caso.

Los elementos clave para la descripción que presentamos en este trabajo son tres: 1) la determinación de las fuentes de la actividad inversora de carácter innovador, 2) la identificación de los sectores intensivos en innovación tecnológica, y 3) la comparativa territorial para las distintas dimensiones de la actividad innovadora. La conclusión es doble. En primer lugar, que la medición de la actividad innovadora exige combinar la información sobre gasto en I+D con las adquisiciones de capital destinado a implementar nuevos o mejores productos o procesos. En segundo lugar, la relevancia de acceder a datos individuales a nivel de empresa o de planta para la valoración de la actividad innovadora. Dichos *microdatos* han de combinar la información acerca del negocio de las empresas, su actividad inversora y los indicadores de la innovación de producto o proceso asociada a la adquisición de equipos (1). Los modelos de generaciones de capital ofrecen un marco idóneo para abordar, desde un punto de vista empírico (e.g. Gourio y Kashyap, 2007, y Licandro *et al.*, 2005, entre otros), la relación entre las decisiones de inversión de las empresas y el proceso de adopción tecnológico.

El artículo se organiza como sigue. En el apartado II, se describen brevemente algunos preliminares que recogen aspectos destacables del marco institucional, así como del marco metodológico y de los datos; además, se referencia, sin duda de manera incompleta, la literatura sobre innovación tecnológica en el País Vasco, por lo que remitimos al lector a las referencias contenidas en los estudios más recientes aquí citados. En el apartado III, se examinan distintas dimensiones del *input* innovador en relación con la actividad inversora, destacando las peculiaridades de Álava. Como complemento a dichas singularidades, en el apartado IV en parte se valora dicho *input* y en parte se discuten las limitaciones de los datos agregados para valorar el *output* de la actividad innovadora en la economía alavesa. En el apartado V, se discuten brevemente las tendencias observadas en los datos más recientes, y en el VI, se presentan algunas conclusiones.

II. PRELIMINARES: EL MARCO PARA EL ANÁLISIS Y LOS DATOS

La innovación tecnológica realizada en Álava está plenamente integrada en el conjunto de la actividad innovadora que se realiza en el País Vasco. En todo caso, las peculiaridades observadas en Álava, y la naturaleza de los datos que proporciona EUSTAT, sugieren introducir la discusión alrededor de dos elementos. En primer lugar, procede situar el Sistema Vasco de Innovación (SVI), y la innovación en Álava en dicho contexto. En segundo lugar, conviene describir brevemente la estrategia de nuestro estudio, en el marco metodológico de referencia, en relación con estudios previos y frente a los datos disponibles.

1. El Sistema Vasco de Innovación

El Sistema Vasco de Innovación (2) está formado por las universidades (UPV-EHU, Deusto y Mondragón), los organismos públicos de investigación (EVE, CADEM e IHOBE, así como los hospitales del Servicio Vasco de Salud-Osakidetza) y las empresas innovadoras (entre las que se cuentan centros tecnológicos, unidades de I+D y laboratorios). Estas entidades se coordinan a través de las diversas instituciones que facilitan su interrelación (parques tecnológicos, fundaciones e institutos, redes europeas y OTRI,…) y de las administraciones públicas que desarrollan programas de política científica y tecnológica (adscritas al Gobierno Vasco, al Estado y a la Unión Europea).

Las entidades que componen el SVI han constituido en el año 1998 la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación (RVCTI-Saretek). Asimismo, han surgido, entre otras, la Asociación de Centros de Empresas e Innovación del País Vasco (la de Álava, en 1988, denominada CEiA), la Agrupación de Centros Tecnológicos (1986) y la Red de Parques Tecnológicos del País Vasco (1997).

Por lo tanto, el SVI refleja un entorno innovador maduro y estructurado que integra al conjunto de la CAPV. Además, los indicadores del SVI que veremos a lo

largo del estudio sugieren que la CAPV sobresale en lo que se refiere a los aspectos institucionales de la actividad innovadora. En definitiva, como se discute en las siguientes secciones, Álava se encuadra perfectamente en un sistema de innovación que está a la altura de la vanguardia de la UE. En este contexto, más que la descripción de las instituciones del SVI (3), lo que nos interesa es evaluar la actividad innovadora en la economía alavesa a partir de los datos disponibles, y la madurez del SVI sugiere que la innovación en Álava parte en igualdad de condiciones institucionales frente a los territorios con los que se compara.

2. La metodología y los datos

El objetivo es evaluar el impacto que tanto la inversión en I+D como en otros activos físicos y humanos, tienen en el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías, a través de la especificidad de la economía alavesa que vamos a poner de manifiesto.

Este objetivo se aborda en dos etapas. En primer lugar, se documentan las tendencias provinciales en la asignación de los recursos dedicados a la creación de conocimiento y a la generación de valor a largo plazo. La evaluación se realiza en el marco del sistema de innovación de la CAPV, y en comparación con el sistema de innovación del Estado y de la Unión Europea. En particular, nos interesa evaluar la incidencia de los programas públicos de I+D. En segundo lugar, se caracterizan algunos indicadores de los posibles efectos del esfuerzo innovador descrito sobre la productividad y el crecimiento. Por ejemplo, nos interesa evaluar si estos efectos se corresponden con el gasto en I+D que las empresas y las administraciones públicas realizan. Conviene insistir en lo limitado de la evaluación del *output* innovador que se puede hacer con datos agregados.

El análisis es fundamentalmente descriptivo, y la información que vamos a manejar proviene principalmente de tres fuentes: el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y las estadísticas de la Unión Europea (EUROSTAT). El estudio de las actividades para la innovación tecnológica y sus determinantes se desarrolla utilizando, principalmente, los datos procedentes de la *Encuesta de innovación tecnológica* (EIT) y de la *Estadística sobre actividades de I+D* (EI+D) elaboradas por EUSTAT. Además, para el análisis comparativo, utilizamos los datos de las estadísticas correspondientes coordinadas por el INE, es decir, la *Encuesta de innovación tecnológica en las empresas* (EIT-INE) y la *Estadística sobre actividades de I+D* (EI+D-INE); junto con los datos de la *Community Innovation Survey* (CIS) y las estadísticas de I+D recopiladas por EUROSTAT. Conviene tener presente que el ámbito poblacional de la EIT son todos los establecimientos ubicados en la CAPV, mientras que el de la EIT-INE son las empresas con al menos 10 trabajadores. Por otro lado, la EI+D y la EI+D-INE contienen datos censales de todos los agentes implicados en I+D. La descripción pormenorizada de las fuentes de los datos se recoge en el apéndice al final del texto. En lo sucesivo, reservamos los acrónimos EIT e EI+D a las estadísticas de EUSTAT, y añadimos la procedencia a las estadísticas cuando corresponden a las del Instituto Nacional de Estadística.

La unidad de ámbito geográfico más desagregada que utilizamos se refiere a la actividad tecnológica en los territorios históricos de la CAPV (4). Para la comparativa, combinamos los resultados que se obtienen para la CAPV con los correspondientes para el resto de comunidades autónomas y España, y para varios países de la Unión Europea (UE). La información sobre las variables relevantes en los distintos ámbitos poblacionales se completa con los datos por sectores y ramas de actividad, y con los datos por ocupaciones.

A continuación, presentamos las características más sobresalientes de los *inputs* y del *output* de la actividad innovadora en la economía alavesa, a partir de las fuentes de datos mencionadas. A la vista de los resultados, el artículo termina con un breve diagnóstico de la situación y algunas recomendaciones de política económica sobre cómo mejorar la eficiencia de los programas públicos de investigación y desarrollo.

III. GASTO EN I+D E INVERSIÓN INNOVADORA

En primer lugar, abordamos la medición de los recursos humanos y físicos dedicados en Álava a la actividad innovadora, y los comparamos con los recursos que se dedican a innovación en otros territorios, regiones y países. Nuestro enfoque consiste en medir las asignaciones de recursos más directamente relacionadas con la innovación tecnológica. Esto incluye una referencia a la inversión en equipo. Por supuesto, hay otros enfoques posibles que irían desde el análisis estricto de la actividad de I+D hasta el estudio de todo el conjunto de inversiones en activos tangibles e intangibles. Por otro lado, nos centramos en los datos de la EIT, que, como hemos dicho, se refieren al ámbito de las empresas. Estos datos están disponibles para el período 2003-2007, por lo que la comparativa se realiza en

combinación con los datos de la EIT-INE para 1998, 2000 y el período 2002-2007, y con los datos de las EI+D y EI+D-INE. Puesto que trabajamos con datos anuales, hemos preferido dejar el análisis de los años de la crisis para futura investigación. En todo caso, en el apartado V revisamos las principales tendencias que se observan en los últimos datos disponibles, correspondientes a 2008, y que han sido recientemente publicados en diciembre de 2009.

Conviene aclarar que la EIT de EUSTAT ofrece resultados agregados tanto para la totalidad de establecimientos como para aquellos con 10 o más empleados, precisamente el ámbito poblacional sobre el que se extiende la EIT-INE. Por tanto, referirse a estos establecimientos —también a escala provincial, como nos permite la EIT— facilita la comparación con la EIT-INE, y no va a significar mucho más que dejar aparte la pequeña empresa y el negocio familiar cuando los sectores de actividad coinciden (5).

1. Sobre la distribución de la actividad innovadora

En efecto, como es habitual —y la CAPV no es una excepción— la mayor parte del gasto en actividades para la innovación se realiza en empresas de cierta dimensión. Respecto a la información disponible en la EIT, el porcentaje de gasto en innovación tecnológica (gasto en IT) realizado por las empresas con al menos 10 trabajadores, en Álava, ha estado por encima del 85 por 100 del total. En la CAPV la cifra está por debajo, alrededor del 80 por 100, principalmente como resultado de que en Vizcaya se sitúa en el entorno del 70 por 100, y a pesar de que en Guipúzcoa alcanza el 82 por 100.

Estas magnitudes sugieren que hay diferencias importantes por territorios históricos en la distribución por tamaño de la actividad innovadora a través del tejido empresarial. Sin embargo, todos los territorios históricos tienen en común la misma intensidad relativa de gasto en actividades innovadoras (gasto por establecimiento). Esta intensidad innovadora es alrededor de diez veces mayor en las empresas de 10 o más trabajadores que en el conjunto de los establecimientos, fundamentalmente debido a las diferencias existentes entre las empresas del sector servicios. En la industria, por el contrario, el esfuerzo inversor de las empresas de 10 o más trabajadores fue sólo cuatro veces mayor que el registrado para el conjunto de establecimientos. Luego la diferencia entre territorios históricos en la distribución del gasto en IT no parece estar en la intensidad innovadora.

La descripción de la actividad innovadora refleja a su vez, en gran medida, la actividad de las grandes empresas, más aún en el caso de Álava, y especialmente en lo que se refiere a las empresas del sector servicios. En Álava, algo menos de un 15 por 100 del total de establecimientos (32 por 100 de los de 10 o más trabajadores) se identifican como innovadores. Estas cifras son un poco más altas en Vizcaya, 17 por 100 (31 por 100) y en Guipúzcoa 17 por 100 (35 por 100), y reflejan, fundamentalmente, lo que ocurre con la proporción de empresas innovadoras en el sector industrial.

Por tipo de innovación encontramos que, en general, la mayor parte de las innovaciones que se registran en la CAPV son innovaciones de proceso (cuatro por cada una de producto), aunque Álava está relativamente sesgada, en comparación con el resto de territorios históricos, hacia las innovaciones de producto. La ratio en Álava es de dos a uno, y éste es precisamente el patrón que identificamos para las empresas de 10 o más trabajadores en la CAPV, que es sólo un poco más intenso para estas empresas en el territorio de Álava.

Respecto al gasto en las distintas partidas que componen la actividad innovadora, la mayor parte del mismo (85 por 100) se destina al gasto en *maquinaria avanzada* específicamente dedicada a la obtención de innovaciones, y al *gasto en I+D* propiamente dicho, ya sea interno o externo a la empresa. En Álava este reparto es incluso más acusado, dejando escaso margen al resto de las actividades de innovación tecnológica. Las restantes actividades de IT, que aquí agrupamos bajo la rúbrica de *otros gastos* en IT, se organizan alrededor de las siguientes partidas: *a)* adquisición de *otros conocimientos externos* para el uso de innovaciones; *b) formación* para el personal implicado en la innovación; *c) comercialización* de la innovación, y *d) diseño* y preparativos para la implementación de innovaciones. Sólo la rúbrica *comercialización* tiene una magnitud importante, particularmente en el caso de Vizcaya, y cuando nos referimos a las empresas de menos de 10 trabajadores. Para el resto no se aprecian diferencias destacables entre territorios históricos.

Un aspecto que conviene resaltar más que el reparto en sí hace referencia a la interpretación de las cifras que surgen de la descomposición por partidas del gasto en IT. La interpretación tradicional pone énfasis en el origen interno o externo del *input* innovador. Una interpretación alternativa que podemos hacer es que existe una tecnología propia, interna a la empresa y/o contratada

externamente, que es resultado de la I+D, y una tecnología ajena que va incorporada a los equipos más avanzados que se adquieren, y que van más allá de los equipos e instrumentos específicos para I+D. De acuerdo con esta interpretación, la actividad de I+D se corresponde con la creación de innovaciones, mientras que la adquisición de equipos que incorporan mejoras tecnológicas implica a los procesos de adopción de tecnología (6). Cuando el sistema de innovación se describe por la creación y la adopción de mejoras tecnológicas, conviene analizar el gasto en I+D y las compras de maquinaria avanzada vinculadas a la actividad inversora en sentido amplio. Esta aproximación va a resultar especialmente relevante en el caso de Álava.

2. El *input* innovador

El gasto medio atribuible a la innovación tecnológica (gasto en IT, de acuerdo con la definición de la EIT) efectuado por el conjunto de las empresas de la economía alavesa, en el período 2003-2007, se situó por encima del 4,8 por 100 del PIB, casi un punto porcentual por encima de la media de las observaciones para cada uno de los tres territorios históricos, y algo más de un punto si se compara con la cifra para el conjunto de la CAPV. Si nos restringimos a las empresas de 10 o más empleados, lo que constituye la muestra relevante que se discute a continuación, el gasto en IT se sitúa en el 4,2 por 100 del PIB, y la comparación entre territorios sigue siendo válida. En realidad, la diferencia a favor del territorio de Álava se explica decisivamente por el gasto de inversión en *maquinaria avanzada*. Esta rúbrica, a la que ya nos habíamos referido, se define en la EIT y en la EIT-INE, atendiendo al *Manual de Oslo*, como la adquisición de equipos y otros bienes de capital para la innovación no incluidos en el gasto en I+D. Es decir, los bienes de capital adquiridos para implementar nuevos o mejores productos o procesos, asociados o no a un mejor comportamiento tecnológico, y que pueden incluir desde estructuras hasta maquinaria, pasando por *software*.

Los cuadros n.os 1 (gasto en innovación tecnológica en porcentaje de PIB) y 2 (gasto en I+D interna por personal en dedicación plena—EDP) pretenden resumir la descripción de las tendencias y la comparativa con otros ámbitos, fundamentalmente territoriales, necesaria para la evaluación de los recursos dedicados a la innovación (el *input* innovador) en las empresas de la economía alavesa. Precisamente, para permitir la comparación con otras encuestas, dichos cuadros recogen los datos para los establecimientos con al menos 10 trabajadores, como hacen la EIT-INE para España y la CIS2 y CIS3 de EUROSTAT. Para estos establecimientos, de acuerdo con el cuadro n.º 1, el gasto en IT en Álava alcanzó el 4,2 por 100 del PIB en 2007, y las diferencias a su favor, frente a la media de las observaciones para los tres territorios históricos y frente al conjunto de la CAPV, son más acusadas que para el conjunto de establecimientos. Para resaltar la magnitud relativa de estas cifras, el cuadro incluye algunos datos de inversión en equipo sobre PIB, cuyo rango se sitúa entre el 5 por 100 y el 9 por 100 del PIB de diversos países europeos (7).

El cuadro n.º 1 pone de manifiesto hasta qué punto la diferencia a favor del territorio de Álava procede del gasto en *maquinaria avanzada*. El gasto medio del período en esta partida ascendió al 2,3 por 100 del PIB, frente al 1,0 por 100 en la CAPV. Dicha partida llegó a alcanzar el 2,9 por 100 en el año 2003, y se ha ido reduciendo progresivamente hasta situarse en el 1,8 por 100 en 2007, todavía muy por encima del resto de observaciones para la CAPV. Cabe esperar, por tanto, que la pauta de innovación de la economía alavesa esté notablemente ligada a la adquisición de tecnología incorporada al inmovilizado material. En realidad, Álava destaca en la CAPV y en el Estado por sus cifras de inversión en equipo, asociadas, como sugieren diversos estudios, a un mayor peso de las ramas de industria y de energía. Estas inversiones en bienes de equipo pueden dar lugar a la adopción de innovaciones creadas por otros, tanto más cuanto mayor sea el progreso técnico incorporado a las nuevas máquinas. Más adelante, a la vista de cuáles son los sectores más innovadores de la economía alavesa, evaluamos este aspecto atendiendo a si la maquinaria que utilizan incorpora o no nueva tecnología.

La adquisición de maquinaria y equipos avanzados debe evaluarse positivamente, puesto que favorece tanto la adopción de innovaciones como la creación de éstas. Además, los procesos de adopción tecnológica tienden a afectar de manera clave y positiva a la propia organización y gestión empresarial, y con ello a la competitividad y a la creación de valor en la empresa.

Alternativamente, podemos poner el énfasis no tanto en las fuentes de innovación tecnológica (creación o adopción de nueva tecnología, tal vez incorporada a las nuevas máquinas) como en el origen del *input* innovador (8). A este respecto, tal y como se recoge en el cuadro n.º 1, las cifras de I+D interna (llevada a cabo dentro de la empresa) y externa (fuera de la empresa) que se registran en la

CUADRO N.º 1

GASTO EN ACTIVIDADES PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, INVERSIÓN EN EQUIPO Y GASTO EN I+D INTERNA POR PERSONAL EDP

PROVINCIA/CA/PAÍS	*GASTO EN IT (PORCENTAJE PIB)*					*GASTO EN I+D (PORCENTAJE PIB)*								*GASTO EN MAQUINARIA AVANZADA (PORCENTAJE PIB)*			*OTROS GASTOS (PORCENTAJE PIB)*			*INVERSIÓN EN EQUIPO (PORCENTAJE PIB) (*)*		
						I+D interna					*I+D externa*											
	1998	*2003*	*2007*	*Tcto porcentaje 98-03*	*Tcto porcentaje 03-07*	*1998*	*2003*	*2007*	*Tcto porcentaje 98-03*	*Tcto porcentaje 03-07*	*1998*	*2003*	*2007*	*1998*	*2003*	*2007*	*1998*	*2003*	*2007*	*1998*	*2003*	*2006*
Álava	—	4,40	4,20	—	-1,16	—	1,00	1,20	—	0,05	—	0,30	0,70	—	2,90	1,80	—	0,20	0,40	—	—	—
Vizcaya	—	3,30	3,10	—	-1,55	—	1,80	1,50	—	-0,04	—	0,30	0,40	—	0,90	0,80	—	0,30	0,40	—	—	—
Guipúzcoa	—	2,30	2,70	—	4,09	—	1,00	1,60	—	0,12	—	0,50	0,30	—	0,60	0,50	—	0,30	0,30	—	—	—
Media	—	*3,33*	*3,33*	—	—	—	*1,27*	*1,43*	—	*0,03*	—	*0,37*	*0,47*	—	*1,47*	*1,03*	—	*0,27*	*0,37*	—	—	—
Desviación típica	—	*0,86*	*0,63*	—	—	—	*0,38*	*0,17*	—	*-0,18*	—	*0,09*	*0,17*	—	*1,02*	*0,56*	—	*0,05*	*0,05*	—	—	—
CAPV (Eustat)	—	3,00	3,10	—	0,82	—	1,30	1,50	—	0,04	—	0,40	0,40	—	1,10	0,90	—	0,40	0,30	11,25	11,58	11,79
Andalucía	0,41	0,48	0,69	3,09	9,54	0,07	0,23	0,27	25,30	4,41	0,05	0,04	0,06	0,23	0,15	0,29	0,06	0,07	0,07	7,31	8,11	8,72
Cataluña	1,65	2,18	1,77	5,76	-5,06	0,64	0,83	0,84	5,28	0,08	0,31	0,56	0,36	0,49	0,35	0,38	0,21	0,43	0,19	9,25	8,43	8,45
Madrid (Comunidad de)	2,78	2,51	3,92	-2,03	11,74	1,00	1,12	1,34	2,42	4,53	0,29	0,46	0,70	0,93	0,50	1,41	0,56	0,43	0,47	8,76	8,21	8,50
Navarra (Com. Foral de)	1,05	1,47	1,99	7,07	7,88	0,41	1,05	1,31	20,81	5,72	0,09	0,19	0,34	0,42	0,17	0,27	0,12	0,07	0,07	8,98	10,99	10,82
País Vasco	1,78	1,93	2,95	1,59	11,22	0,70	1,17	1,56	10,80	7,42	0,13	0,37	0,42	0,65	0,27	0,65	0,30	0,11	0,32	8,15	8,04	8,05
Media (17 CCAA)	*1,53*	*1,71*	*2,26*	—	—	*0,56*	*0,88*	*1,06*	—	—	*0,17*	*0,32*	*0,38*	*0,54*	*0,29*	*0,60*	*0,25*	*0,22*	*0,22*	—	—	—
Desviación típica	*0,79*	*0,71*	*1,09*	—	—	*0,31*	*0,35*	*0,46*	—	—	*0,11*	*0,19*	*0,21*	*0,24*	*0,13*	*0,42*	*0,18*	*0,17*	*0,15*	—	—	—
España (IVIE)																				8,84	8,48	8,92
España (INE)*	1,27	1,43	1,72	2,40	4,75	0,40	0,57	0,68	7,14	4,74	0,13	0,36	0,27	0,49	0,29	0,54	0,24	0,22	0,23	11,28	11,66	12,69
	2000	*2004*	*2006*	*Tcto porcentaje 00-04*	*Tcto porcentaje 04-06*	*2000*	*2004*	*2006*	*Tcto porcentaje 00-04*	*Tcto porcentaje 04-06*	*2000*	*2004*	*2006*	*2000*	*2004*	*2006*	*2000*	*2004*	*2006*	*2000*	*2004*	*2006*
España (Eurostat)	1,48	1,15	1,37	-11,73	9,17	0,51	0,43	0,49	-8,63	7,08	0,13	0,22	0,19	0,53	0,37	0,47	0,30	0,05	0,09	8,13	6,87	7,41
Finlandia	3,71	—	—	—	—	2,18	—	—	—	—	0,41	—	—	0,61	—	—	0,51	—	—	6,08	5,37	5,18
Irlanda	3,84	3,84	2,57	-0,03	-18,19	1,22	0,93	0,97	-12,88	2,40	0,25	0,12	0,16	1,52	2,30	1,05	0,86	0,49	0,39	7,48	5,02	4,96
Suecia	—	4,63	4,13	—	-5,57	—	2,91	2,48	—	-7,54	—	—	0,82	—	—	—	—	0,14	—	8,55	6,88	7,61
Alemania	4,05	4,39	4,59	4,13	2,32	1,89	1,93	—	0,84	—	0,17	0,35	—	1,13	1,17	—	0,86	0,13	—	8,57	6,99	7,67
Francia	2,21	2,55	—	7,39	—	1,38	1,75	—	12,47	—	0,57	0,43	—	0,02	0,32	—	0,24	0,06	—	6,67	5,78	5,83
Italia	2,11	1,70	—	-10,32	—	0,57	0,54	—	-2,07	—	0,13	0,12	—	1,00	0,89	—	0,41	0,14	—	9,94	9,07	9,38
Media	*2,90*	*3,04*	*3,17*	*2,44*	*2,01*	*1,29*	*1,41*	*1,32*	*4,58*	*-3,51*	*0,28*	*0,25*	*0,39*	*0,80*	*1,01*	*0,76*	*0,53*	*0,17*	*0,24*	*7,92*	*6,57*	*6,86*
Desviación típica	*1,00*	*1,33*	*1,28*	*15,40*	*-1,94*	*0,62*	*0,87*	*0,85*	*18,84*	*-1,30*	*0,16*	*0,12*	*0,30*	*0,48*	*0,72*	*0,29*	*0,25*	*0,15*	*0,15*	*1,20*	*1,26*	*1,48*

(*) EUSTAT, *Cuentas económicas. Base 2000.*
Fuente: Elaboración propia a partir de EUSTAT, INE, Eurostat, Comisión Europea y Fundación BBVA-Ivie.

economía alavesa no difieren sustancialmente de las ratios sobre PIB observadas para el resto de territorios. Esto es así salvo, quizás, en el caso de Guipúzcoa, que destaca por su I+D interna respecto al resto de territorios. Guipúzcoa no sólo sobresale en la ratio de gasto sobre PIB, sino también en la intensidad de gasto por persona EDP (equivalencia a dedicación plena), también respecto al Estado y otras comunidades autónomas (CC.AA.). Con todo, sus niveles parecen estar bastante por debajo de los registrados en los países europeos.

En cuanto a la comparativa con otros ámbitos territoriales, restringir la comparación a las empresas con al menos 10 trabajadores limita la discrepancia entre fuentes estadísticas, pero no la elimina, por lo que las cifras deben relacionarse a través del mismo territorio en las distintas encuestas. En cualquier caso, el gasto en IT sobre el PIB para Álava está notablemente por encima del gasto sobre el PIB en la CAPV. Para explicar la discrepancia entre el dato de EIT y el dato de EIT-INE, no hay que perder de vista que la encuesta del INE no está estratificada por CC.AA., y esto puede explicar buena parte de la discrepancia (9). En todo caso, de acuerdo con los datos del INE, el gasto en IT sobre PIB de la CAPV es del orden de un 50 por 100 superior al del conjunto de España a lo largo del período. Si comparamos con otras CC.AA., las cifras están a la altura de las de Cataluña y Madrid, y más concretamente a mitad de camino entre el vigoroso crecimiento observado en Madrid en los últimos años y el relativo estancamiento reciente de las cifras para Cataluña. Especialmente llamativos son los incrementos en gasto en IT registrados en 2006 y 2007 para la CAPV, a la altura de las CC.AA. que han registrado mayores incrementos relativos a lo largo del período. Más positiva parece haber sido la evolución relativa de las cifras de I+D interna, mientras que la discrepancia en las cifras de maquinaria avanzada entre EIT-EUSTAT e EIT-INE es, cuanto menos, chocante.

Las cifras que manejamos son representativas, ya que disponemos de datos comparables para Europa a partir de CIS2 a CIS4 y CIS2006 de EUROSTAT. Esto significa que los datos de innovación tecnológica a escala europea están disponibles para 1996, 2000, 2004 y 2006. Tomando el conjunto de cifras de que disponemos para Europa, podemos decir que Álava sobresale claramente en cuanto a compras de maquinaria avanzada, presenta cifras de I+D comparables a la mayor parte de países europeos salvo Suecia y Alemania, y desde luego Finlandia, y no queda lejos de las cifras más habituales de gasto en innovación tecnológica.

Adicionalmente, resulta interesante extender la comparación a las tasas de crecimiento medio de las distintas partidas a lo largo del período. La evolución temporal de estas magnitudes refleja mucha disparidad, y podríamos hablar de experiencias recientes virtuosas, como es el caso de País Vasco y Madrid, y paradójicas, como ocurre en el caso de Cataluña. En el conjunto de España parece haberse hecho bastante más desde 2004 que antes, y en Europa, Irlanda y Suecia, ya en los últimos años, mostraban síntomas de agotamiento inversor en tecnología. El cuadro n.º 1 pretende resumir estas tendencias con el menor número de entradas posible, aunque sin duda podría extraerse información adicional de la descripción.

3. Los recursos humanos

La comparativa no cambia demasiado si nos referimos, por ejemplo, a los recursos asignados al personal dedicado a las actividades para la innovación tecnológica. A modo ilustrativo, el cuadro n.º 2, complementario del n.º 1, recoge el gasto en I+D interna por personal ocupado en I+D en EDP (equivalente a dedicación plena) para dar una medida de intensidad respecto al *input* trabajo.

CUADRO N.º 2

GASTO EN I+D INTERNA POR PERSONAL EDP

PROVINCIA / CA / PAÍS	*I+D INTERNA / PERSONAL EDP (*)*			
	2000	*2003*	*2005*	*2007*
Álava	—	49,54	—	66,21
Vizcaya	—	45,89	—	79,05
Guipúzcoa	—	66,96	—	56,92
Media	—	*54,13*	—	*67,39*
Desviación típica	—	*9,19*	—	*9,07*
CAPV (Eustat)	—	54,66	—	68,23
Andalucía	40,29	54,21	55,90	66,89
Cataluña	50,27	56,15	60,81	67,59
Madrid (Comunidad de)	51,89	61,90	65,49	71,72
Navarra (Comunidad Foral de)	45,86	45,39	57,42	68,41
País Vasco	55,02	58,32	63,17	78,14
Media (17 CC.AA.)	*46,53*	*50,54*	*53,54*	*64,14*
Desviación típica	*7,71*	*6,47*	*7,42*	*9,56*
España (INE)*	47,41	54,22	58,34	66,34
Finlandia	84,07	87,51	95,24	110,99
Irlanda	92,14	113,27	121,63	134,78
Suecia	—	1.326,06	1.268,48	1.437,37
Alemania	104,43	115,42	117,28	124,62
Francia	94,52	100,99	102,47	108,20
Italia	83,03	91,26	89,01	87,49
*Media (UE-15)***	*145,14*	*143,49*	*146,19*	*156,24*
Desviación típica	*198,39*	*210,56*	*203,33*	*214,10*
(Eurostat)				

(*) miles de euros por ocupado en I+D EDP. EIT p/ CAPV; EI+D p/ resto de España y Europa.
(**) media y desviación típica excluyen Suecia de los cálculos
Fuente: Elaboración propia a partir de EUSTAT, INE, Eurostat.

Sería muy útil poder abordar la comparativa a partir de precios y paridad de poder de compra de un año, análisis que dejamos para futura investigación. A este respecto, no podemos perder de vista que el gasto en I+D se compone de la remuneración al personal técnico, del gasto en suministros y materiales, y de la inversión en equipos para I+D. La contribución de la partida de personal suele estar por encima del 50 por 100 en casi todos los estudios de sistemas de innovación, desde las estimaciones ya clásicas de Jaffe (1973) y Griliches (1984) hasta las más recientes de McGuckin y otros (2004). Por tanto, completar una primera descripción de la actividad innovadora en Álava exige caracterizar la situación del personal dedicado a estas actividades. El número de ocupados en I+D en Álava es alrededor de un tercio de las cifras registradas para Vizcaya y Guipúzcoa, que son bastante similares entre sí. Los patrones para el personal en I+D no parecen diferir entre territorios históricos, y se corresponden, por tanto, con las principales características observadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

El personal dedicado a I+D (en EDP) en la CAPV prácticamente se ha duplicado entre 1996 y 2003 (es decir, alrededor de un 10 por 100 de crecimiento anual), y algo similar ocurre con el número de investigadores (alrededor de la mitad del personal en I+D). Desde 1996, la CAPV destaca, en relación con el resto de CC.AA. y con el conjunto del Estado, en la fracción de trabajadores en I+D e investigadores radicados en empresas, en relación con los que desempeñan su labor en entidades dependientes de las administraciones públicas, universidades e instituciones privadas sin fines de lucro. Esta tendencia se ha visto incluso reforzada en los últimos años en detrimento, fundamentalmente, del personal en universidades e instituciones privadas sin fines de lucro.

En la CAPV, como es habitual, la mayor parte del personal y de los investigadores se concentran en las áreas de ingeniería y tecnología. La proporción de personal en estas áreas ha aumentado desde un 64 por 100 en 1993 hasta más de un 73 por 100 en 2003. Esto ha sido así, fundamentalmente en detrimento del personal en I+D ocupado en la disciplina de ciencias sociales y humanidades, que ha perdido del orden de ocho puntos porcentuales. Por otra parte, se observa en todas las disciplinas un aumento del número de investigadores proporcionalmente mayor que el aumento de técnicos y auxiliares.

Sería deseable disponer de información acerca de la distribución de las remuneraciones del personal de I+D para evaluar más precisamente los servicios que realizan estos trabajadores. Sin embargo, sólo disponemos de información a escala nacional para los distintos sectores sobre las retribuciones a investigadores y técnicos. A este respecto, cabe señalar que, de acuerdo con la EI+D-INE, no parece haber diferencias sustanciales por área de conocimiento científico en la remuneración a investigadores y a técnicos y auxiliares (que reciben alrededor de dos tercios de la retribución de los primeros), al menos fuera del ámbito de las empresas, salvo quizás por las retribuciones a ambos grupos en administraciones públicas e instituciones privadas sin fines de lucro en el área de ciencias sociales. Sería interesante estudiar si esta observación se verifica en la CAPV, y cómo se relaciona con la reducción que observamos en el personal dedicado a dicha disciplina científica. Este estudio podría enmarcarse en una comparativa de la evolución por disciplinas del personal ocupado en I+D frente al resto de regiones y países, lo cual excede los objetivos de este informe.

Finalmente, debemos referirnos brevemente a los programas públicos y a la actividad innovadora desarrollada en el sistema público. Diversos estudios (e.g. Goolsbee, 2004) sugieren que determinados subsidios al reemplazo de los bienes de capital tienen efectos sobre la calidad de éste. De nuevo, la noción de progreso técnico incorporado sugiere favorecer mejoras tecnológicas a través del nuevo capital. A continuación, se discute someramente la política de ciencia y tecnología.

4. Los programas públicos

La CAPV destaca por el apoyo público a la innovación, tal y como han demostrado el Plan de Ciencia y Tecnología 2001-2004, el Plan de Ciencia, Tecnología y Sociedad 2005-2008 y el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010. No podemos extendernos aquí en los instrumentos (créditos, subvenciones,…) para la innovación que implementan estos planes tecnológicos. Conviene señalar no obstante que algunas de sus principales actuaciones se reflejan en los programas presupuestarios del Gobierno Vasco.

El apoyo público a la investigación científica, técnica y aplicada se materializa en las funciones 54 y 55 de los Presupuestos Generales de la CAPV de 2010 en 238,1 millones de euros, de los cuales la quinta parte se dedica a investigación básica, y el resto, a investigación y desarrollo tecnológico para alcanzar un objetivo del 2,5 por 100 del PIB de la CAPV durante la actual legislatura. Esta cifra ha representado un 2,3 por 100

del total de un presupuesto en el que el 34 por 100 se destina a sanidad y casi el 26 por 100 a educación. Desde el punto de vista de la evolución, esta partida representaba en el año 2000 el 1,2 por 100 del Presupuesto, y desde entonces se ha multiplicado por seis en términos reales. Sería interesante, por comparación, referirse a los planes de I+D de otras CC.AA. y a los indicadores estratégicos de los programas del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo.

5. Inversión e innovación en el sistema público

El gasto en actividades innovadoras realizado por el sistema público de I+D está en torno a una cuarta parte del que realizan, en su conjunto, instituciones públicas y empresas. Esta participación del sistema público en el conjunto es sustancialmente menor para la CAPV que para la mayor parte de CC.AA. En todo caso, el gasto por persona en I+D (en EDP) en las administraciones públicas no difiere del correspondiente gasto en las empresas, aunque ambas ratios están ligeramente por encima del gasto en el ámbito de la enseñanza superior, por ejemplo. Esta última característica es común a otras CC.AA., como lo es encontrar entre ellas diferencias sistemáticas, en uno u otro sentido, respecto al peso relativo del sistema público de I+D en el total del gasto en actividades innovadoras.

En cuanto al gasto interno en I+D para los distintos componentes del SVI, el cuadro n.º 3 refleja la evolución de esta partida en los últimos años en las administraciones públicas y en la enseñanza superior, en comparación con las cifras de las empresas y frente al total de gasto.

IV. CREACIÓN DE CONOCIMIENTO Y *OUTPUT* DE LA INNOVACIÓN

El *output* de la actividad innovadora es muy heterogéneo. Para valorarlo adecuadamente sería necesario disponer de datos individuales y usar métodos cuantitativos. En su lugar, y puesto que estamos describiendo datos agregados, vamos a proceder, en primer lugar, a identificar los sectores intensivos en innovación tecnológica para luego analizar su contribución a la actividad económica. Por supuesto, si las actividades tecnológicas se concentran en sectores clave, la información por grandes ramas no es muy útil, y la agregación puede exhibir efectos de composición importantes.

De acuerdo con la EIT, casi el 40 por 100 del gasto total en innovación tecnológica en Álava se con-

CUADRO N.º 3

GASTO INTERNO I+D EN PORCENTAJE DEL PIB A PRECIOS BÁSICOS POR SECTOR DE EJECUCIÓN Y PERIODO

PROVINCIA / CAPV	*I+D INTERNA EN PORCENTAJE DEL PIB A pb*			
	1996	*2001*	*2002*	*2007*
Total				
CAPV	1,16	1,41	1,45	1,64
Álava	1,40	1,31	1,22	1,27
Vizcaya	1,31	1,31	1,26	1,50
Guipúzcoa	1,31	1,35	1,29	2,04
Empresas				
CAPV	0,85	1,13	1,15	1,33
Álava	1,01	1,06	0,95	1,01
Vizcaya	0,85	1,01	0,95	1,15
Guipúzcoa	0,97	1,11	1,04	1,79
Administración pública				
CAPV	0,04	0,04	0,04	0,06
Álava	0,18	0,07	0,08	0,09
Vizcaya	0,09	0,09	0,08	0,07
Guipúzcoa	0,00	0,04	0,05	0,02
Enseñanza superior				
CAPV	0,28	0,24	0,26	0,25
Álava	0,22	0,18	0,20	0,17
Vizcaya	0,29	0,22	0,23	0,28
Guipúzcoa	0,19	0,17	0,18	0,24

Fuente: Elaboración propia a partir de la *Estadística sobre actividades de I+D*, EUSTAT.

centra en el sector de material de transporte. Esta característica parece ser representativa de la actividad innovadora de la economía alavesa en los últimos años. El sector de material de transporte también es importante en el resto de la CAPV. Sin embargo, a modo comparativo, en Vizcaya se lleva poco más del 9 por 100 del gasto total en IT, y lo mismo sucede en Guipúzcoa. Es claro, por tanto, que este sector es clave desde el punto de vista de la asignación del *input* innovador de la economía alavesa.

Conocer los procesos de innovación de las principales empresas de este sector, así como sus relaciones con el entorno, debería ser sin duda clave a la hora de valorar el *output* de la actividad innovadora en Álava. Por el momento, no parece muy aventurado decir que las cifras que hemos descrito reflejan el papel de dos de las mayores empresas de Álava: las factorías de DaimlerChrysler y de Michelin. La factoría de DaimlerChrisler, con casi 4.000 empleados, se dedica fundamentalmente a la fabricación y montaje de vehículos industriales ligeros y sus recambios, y exporta más del 75 por 100 de su producción, destinada en su totalidad a Alemania. Michelin cuenta con dos plantas en la CAPV. La mayor de ellas se encuentra en Álava, con algo más de 4.000 trabajadores, donde empezó a producir en 1966, y está especializada en la fabricación de neumáticos para maquinaria de obras públicas. Gamesa, por ejemplo, en otro sector, es otra empresa importante radicada en Álava, de dimensión notablemente más pequeña que las anteriores, aunque con un componente tecnológico importante.

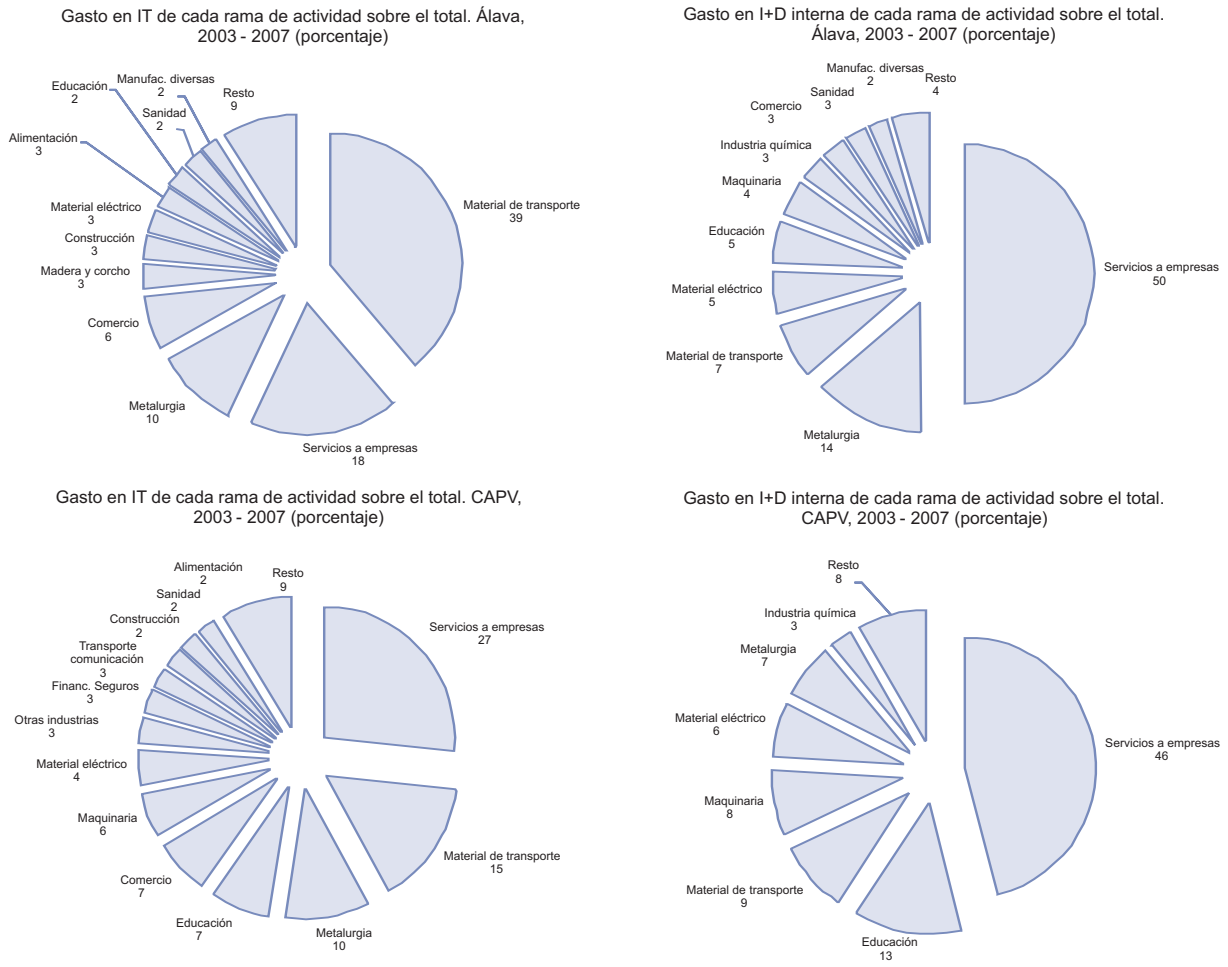
El sector de material de transporte, junto con las ramas de servicios a empresas (este último con un peso sobre el gasto en IT del 18 por 100 en Álava, frente al 28 por 100 en Vizcaya y 30 por 100 en Guipúzcoa), y metalurgia y artículos metálicos (10 por 100 frente a 11 por 100, y 10 por 100, respectivamente) captan en Álava cerca del 70 por 100 del gasto en IT. Otro 20 por 100 se reparte entre los sectores de comercio y reparación (6,4 por 100) y otros sectores, como material eléctrico, alimentación, construcción, y madera y corcho, que se sitúan en el entorno del 3 por 100. El 10 por 100 restante se distribuye en porcentajes menores entre las otras ramas de actividad. Conviene notar que material de transporte ha pasado de una participación en la IT total superior al 45 por 100 en 2003 a situarse en el promedio del período por debajo del 39 por 100. Simultáneamente, algunos sectores auxiliares, como material eléctrico, industria química e industria no metálica, han perdido peso. En cualquier caso, y respecto al resto de territorios históricos, Álava destaca por la asignación de gasto en IT que se realiza en el mencionado sector de material de transporte, a la vez que por una participación relativamente baja de la actividad innovadora en el sector de servicios a empresas. Conviene aclarar que este segundo sector engloba, precisamente, a las empresas de I+D, por lo que no es extraño que absorba una parte importante del gasto en IT. También incluye las empresas de actividades informáticas y las de servicios técnicos de arquitectura e ingeniería. Aunque ha aumentado su participación sustancialmente desde niveles por debajo del 13 por 100 en 2003, la discusión anterior a escala de establecimiento sirve para justificar por qué en Álava el sector de servicios a empresas tiene un peso menor. De hecho, la expansión de dicho sector está relacionada con la externalización de servicios al sector de material de transporte.

Si nos fijamos en el reparto del gasto en I+D interna por ramas de actividad, las diferencias entre territorios, hasta cierto punto, desaparecen. En Álava, el 50 por 100 de este gasto se realiza en el sector de servicios a empresas, algo similar a lo que ocurre en Vizcaya (42 por 100) y en Guipúzcoa (50 por 100). En este apartado, el sector de material de transporte alavés sólo absorbe el 7 por 100 de la I+D interna y el 12 por 100 de la I+D externa (frente al 9 por 100 y al 28 por 100, respectivamente, en Vizcaya por ejemplo). ¿De dónde proviene, por tanto, el peso del sector de material de transporte en la actividad innovadora de la economía alavesa?

Los datos sugieren que son las compras de maquinaria avanzada las que determinan el peso extraordinario de este sector en el sistema de innovación alavés. En efecto, el sector de material de transporte absorbe el 68 por 100 de los gastos en este tipo de maquinaria (frente a un 7,7 por 100 en Vizcaya, por ejemplo). De nuevo, no hay que aventurar mucho para relacionar estas cifras con las cadenas de montaje de DaimlerChrysler, Michelin y Gamesa, entre otras empresas, y la maquinaria avanzada que utilizan. Los gráficos 1 y 2 incluyen todos los detalles de intensidad tecnológica de los distintos sectores.

En todo caso, y puesto que la maquinaria utilizada en el sector de referencia puede incorporar una cantidad importante de nueva tecnología, este rasgo de la organización industrial de la actividad innovadora en Álava parece digno de ser investigado con más detalle. Esto podría hacerse mediante el acceso a los microdatos de la EIT o a otras encuestas con información de panel sobre los establecimientos, o mediante la realización de encuestas ad hoc.

GRÁFICO 1
GASTO EN IT Y GASTO EN I+D INTERNA POR RAMA DE ACTIVIDAD. CAPV Y ÁLAVA
Para cada provincia (y para la CAPV) hemos considerado las ramas de actividad que tengan un gasto mayor o igual a 2 por 100 del total



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

Más aún, no hay que perder de vista que la maquinaria se maneja por ingenieros y operarios que sin duda acumulan capital humano decisivo para la innovación dentro y, eventualmente, fuera de la empresa.

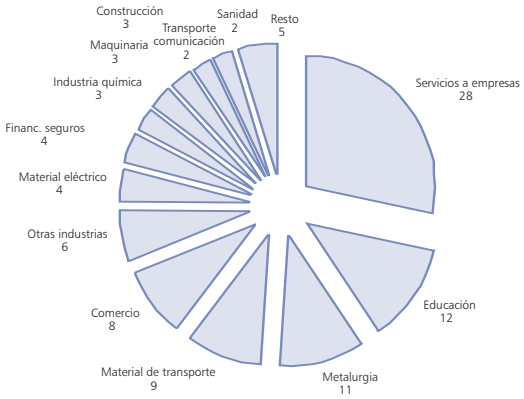
Resultaría de gran interés, una vez identificados los sectores intensivos en innovación tecnológica, analizar la evolución de su participación en el VAB a escala provincial. Sin embargo, no tenemos esta información sobre el comportamiento de los distintos sectores en los datos provinciales agregados. Lo único que podemos decir es que el sector de material de transporte ha venido representando desde 1996 alrededor de un 3,0 por 100 de manera estable para el VAB de la CAPV. Por el contrario, el sector de servicios a empresas, clave para el crecimiento de acuerdo con un buen número de estudios sobre las ganancias de productividad a escala sectorial, ha incrementado su participación en el VAB desde el 47 por 100 al 50 por 100. El gráfico 3 resume esta información.

Tampoco tenemos información provincial sobre la proporción de nuevos productos/nuevos procesos sobre el total de productos o procesos existentes para las empresas innovadoras. De nuevo, la

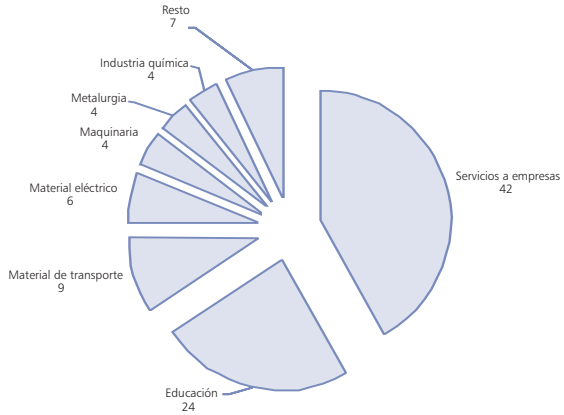
GRÁFICO 2

GASTO EN IT Y GASTO EN I+D INTERNA POR RAMA DE ACTIVIDAD. VIZCAYA Y GUIPÚZCOA
Para cada provincia (y para la CAPV) hemos considerado las ramas de actividad que tengan un gasto mayor o igual a 2 por 100 del total

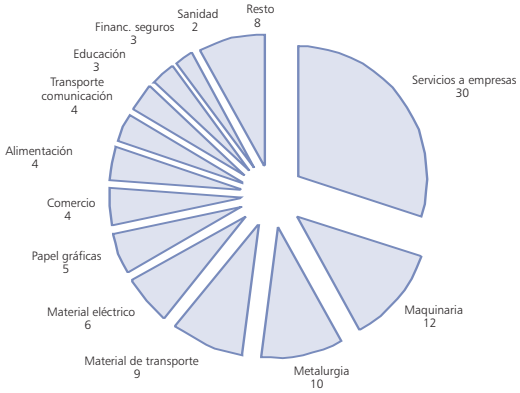
Gasto en IT de cada rama de actividad sobre el total. Vizcaya, 2003 - 2007 (porcentaje)



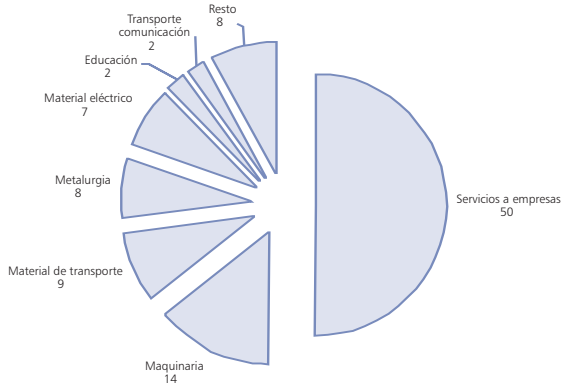
Gasto en I+D interna de cada rama de actividad sobre el total. Vizcaya, 2003 - 2007 (porcentaje)



Gasto en IT de cada rama de actividad sobre el total. Guipúzcoa, 2003 - 2007 (porcentaje)



Gasto en I+D interna de cada rama de actividad sobre el total. Guipúzcoa, 2003 - 2007 (porcentaje)

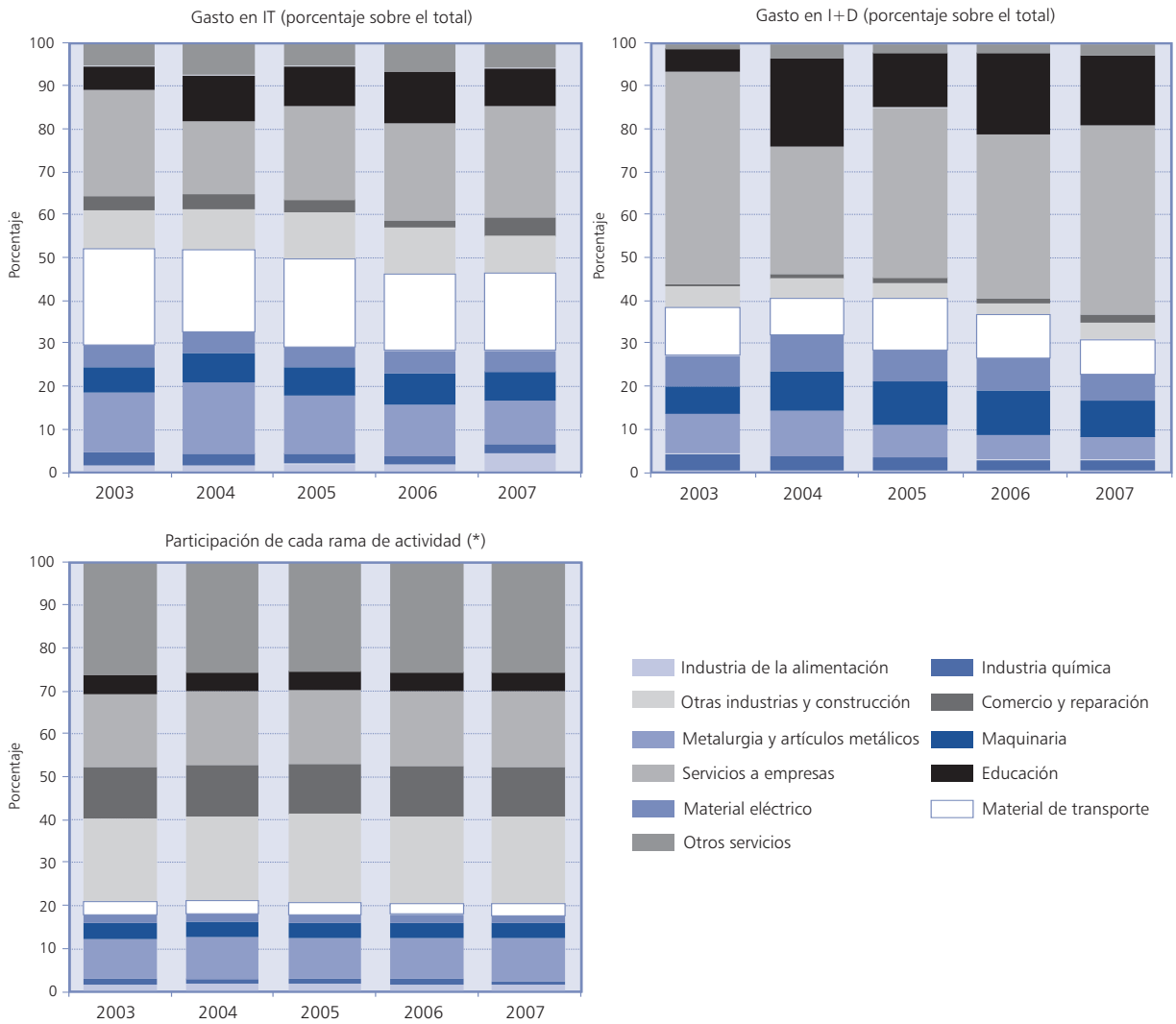


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

disponibilidad de microdatos —como, por ejemplo, la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE) o el Panel de Innovación Tecnológica PITEC), tan sólo representativos a nivel nacional— constituiría la mejor fuente para la evaluación de los resultados de la innovación y, en última instancia, para evaluar las consecuencias de la actividad innovadora sobre las ganancias de productividad y el crecimiento.

La explotación de la información desagregada que permitiría progresar en la evaluación de los procesos de creación y adopción de innovaciones en la economía alavesa excede los objetivos del presente artículo. La descripción de patrones que hemos presentado sugiere, más bien, algunas líneas futuras de exploración muy precisas. Por un lado, la relevancia de combinar la información sobre gasto en I+D con las adquisiciones de capital para implementar nuevos, o mejores, productos o procesos cuando tratamos de medir la actividad innovadora. En segundo lugar, la relevancia de acceder a microdatos que combinen la información acerca del negocio de las empresas, su actividad inversora y los indicadores de la innovación de producto o proceso asociada a la adquisición de equipos para la evaluación de dicha actividad innovadora.

GRÁFICO 3
GASTO EN IT E I+D INTERNA POR RAMA DE ACTIVIDAD (EMPRESAS DE 10 O MÁS EMPLEADOS) Y PARTICIPACIÓN DE CADA RAMA DE ACTIVIDAD EN EL VAB. CAPV 2003 - 2007



(*) Ramas de actividad representadas en la EIT-EUSTAT.
Fuente: Elaboración propia a partir de la CR-EUSTAT.

Como alternativa a profundizar en los aspectos mencionados, y por completitud, podemos examinar los indicadores sobre resultados de la innovación más habitualmente utilizados en la literatura: patentes y modelos de utilidad o gasto en IT de cada agente sobre el total, entre otros. A este respecto, el cuadro n.º 4 recoge el primero de los aspectos mencionados, mostrando la evolución del número de patentes y de modelos de utilidad según la Clasificación Internacional de Patentes para el período 1999-2007. Dicho cuadro recoge también solicitudes publicadas y concesiones registradas cada año en los distintos territorios históricos.

Aunque la agrupación por áreas de la Oficina de Patentes y Marcas recogida en el cuadro n.º 4 es distinta a la de la EIT (lo que impide la comparación con la discusión por sectores anterior), encontramos que los primeros puestos en generación de patentes y modelos de utilidad en Álava están ocupados por las áreas de transporte y de conformación mecánica. Cabe esperar que estos indicadores reflejen de nuevo, en alguna medida,

CUADRO N.º 4

PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD. NÚMERO DE SOLICITUDES PUBLICADAS Y NÚMERO DE CONCESIONES. 2000-2007

	NÚMERO DE PATENTES							
	2000	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*
Número de solicitudes publicadas								
CAPV	**132**	**142**	**135**	**161**	**152**	**132**	**162**	**160**
Álava	17	28	22	25	39	24	33	15
Vizcaya	61	51	44	52	48	54	57	61
Guipúzcoa	54	63	69	84	65	54	72	84
Número de concesiones								
CAPV	**144**	**134**	**81**	**108**	**141**	**178**	**118**	**189**
Álava	18	20	18	16	21	39	21	37
Vizcaya	58	58	29	37	43	60	45	60
Guipúzcoa	68	56	34	55	77	79	52	92
	NÚMERO DE MODELOS DE UTILIDAD							
	2000	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*
Número de solicitudes publicadas								
CAPV	**177**	**168**	**154**	**180**	**147**	**161**	**142**	**128**
Álava	36	39	27	36	23	40	29	25
Vizcaya	64	58	44	76	62	48	57	35
Guipúzcoa	77	71	83	68	62	73	56	68
Número de concesiones								
CAPV	**185**	**210**	**151**	**183**	**140**	**167**	**143**	**137**
Álava	42	49	31	32	26	33	31	27
Vizcaya	59	76	42	77	54	60	50	44
Guipúzcoa	84	85	78	74	60	74	62	66

Fuente: Eustat, a partir de los datos facilitados por la Oficina Española de Patentes y Marcas.

el papel de las grandes empresas de material de transporte de Álava, y de las empresas auxiliares de éstas radicadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

En todo caso, aunque la intensidad de I+D en Álava está tan sólo entre un 20 por 100 y un 30 por 100 por debajo de los niveles en Vizcaya y Guipúzcoa, las patentes concedidas están respectivamente entre un 40 por 100 y un 50 por 100 por debajo. De nuevo, este resultado parece reflejar un patrón innovador sesgado hacia la adopción de innovaciones, a la vez que la evidencia anterior sugiere que dicho sesgo, a través del sector de material de transporte, contribuye también a la creación de innovaciones.

Al papel destacado de las áreas de transporte y de conformación mecánica se añaden, por el lado de los modelos de utilidad, la sección de objetos personales o domésticos y, por el lado de las patentes, la sección de invenciones para trabajos públicos y edificios. En su conjunto, la cifra de patentes por millón de habitantes en la CAPV en 2003 se situaba alrededor de las 50, y en 2007 se sitúa cerca de las 90, por encima de la cifra para España, pero por debajo de la media de la UE15.

Como muestran los cuadros números 5 y 6, es precisamente la industria el sector clave en la CAPV por uso de patentes y, fundamentalmente, otros medios de protección más baratos, como registros y marcas de fabricación. La valoración de otras dimensiones del *output* innovador podría extraerse de los datos agregados.

V. ACTIVIDAD INNOVADORA EN TIEMPOS DE CRISIS

La información más reciente recogida en la EIT hace referencia al año 2008, y todavía no existen datos sobre los *inputs* y el *output* de la actividad innovadora correspondientes al año 2009 (10). Por tanto, los datos de los años de la *Gran Recesión* actual no están disponibles para nuestro estudio de caso. En particular, cabe preguntarse por el futuro del sector de material de transporte en Álava ante el nuevo escenario internacional, y por sus consecuencias para la reestructuración del tejido productivo del territorio. También nos podríamos preguntar acerca de la contribución de la actividad innovadora en el pasado de este sector a la potencialidad de la economía alavesa para ajustarse a la crisis en el futuro.

CUADRO N.º 5

ESTABLECIMIENTOS INNOVADORES, POR USO DE PATENTES Y OTROS MÉTODOS DE PROTECCIÓN, RAMA DE ACTIVIDAD Y TAMAÑO. 2005-2007
Unidad: Porcentaje de establecimientos innovadores con uso de patentes u otros métodos de protección

	TOTAL ESTABLECIMIENTOS				*DE 10 O MÁS EMPLEADOS*			
	Total	*Rama de actividad*			*Total*	*Rama de actividad*		
	Porcentaje s/establecimientos	*Industria*	*Construcción*	*Servicios*	*Porcentaje s/establecimientos*	*Industria*	*Construcción*	*Servicios*
Uso de patentes y otros métodos de protección	*24,0*	*31,6*	*5,6*	*23,4*	*26,7*	*39,3*	*6,2*	*21,9*
Han solicitado patentes en 2004-2006	*1,4*	*12,2*	*3,2*	*0,3*	*5,3*	*10,8*	*3,5*	*2,6*
Tienen alguna patente en vigor a finales 2006	*1,9*	*15,8*	*3,2*	*0,5*	*7,5*	*17,3*	*3,5*	*2,7*
Han usado otros métodos de protección en 2004-2006	*23,4*	*27,9*	*2,4*	*23,2*	*24,2*	*33,8*	*2,6*	*21,1*
Métodos por escrito	22,0	19,9	2,4	22,4	17,8	22,1	2,6	16,9
- Registro de modelos de utilidad, diseño	16,6	12,8	0,0	17,1	11,4	14,7	0,0	10,6
- Marcas de fábrica	18,8	11,9	2,4	19,6	12,3	15,2	2,6	11,6
- Derechos de autor	17,3	1,3	0,0	19,0	5,2	2,7	0,0	6,9
Métodos estratégicos	17,3	16,2	0,0	17,5	14,3	21,4	0,0	11,9
- Secreto de fábrica	16,3	11,2	0,0	17,0	11,0	15,9	0,0	9,5
- Complejidad en el diseño	16,2	7,1	0,0	17,2	9,2	11,5	0,0	8,8
- Tiempo de liderazgo sobre los competidores	16,0	6,8	0,0	17,0	9,6	10,3	0,0	10,0

Fuente: Encuesta de innovación tecnológica -EIT. EUSTAT.

CUADRO N.º 6

ESTABLECIMIENTOS INNOVADORES, POR USO DE PATENTES Y OTROS MÉTODOS DE PROTECCIÓN, RAMA DE ACTIVIDAD Y TAMAÑO. 2003
Unidad: Porcentaje de establecimientos innovadores con uso de patentes u otros métodos de protección

	TOTAL ESTABLECIMIENTOS				*DE 10 O MÁS EMPLEADOS*			
	Total	*Rama de actividad*			*Total*	*Rama de actividad*		
	Porcentaje s/establecimientos	*Industria*	*Construcción*	*Servicios*	*Porcentaje s/establecimientos*	*Industria*	*Construcción*	*Servicios*
Uso de patentes y otros métodos de protección	*22,3*	*45,7*	*0,6*	*22,8*	*38,1*	*67,6*	*11,9*	*23,1*
Han solicitado patentes en 2001-2003	*8*	*8,8*	*0,6*	*9,1*	*10,3*	*16,5*	*11,9*	*6,7*
Tienen alguna patente en vigor a finales 2003	*5,6*	*13,4*	*0,6*	*5,4*	*13,5*	*25,1*	*10,8*	*6,9*
Han usado otros métodos de protección en 2001-2003	*15,6*	*39,9*	*0,6*	*15*	*32,5*	*56,6*	*10,8*	*20,3*
Métodos por escrito	13,3	30,5	0,6	13,1	24,5	38,9	10,8	17,3
- Registro de modelos de utilidad, diseño	7,2	12,5	0,6	7,6	11,9	20,5	10,8	6,9
- Marcas de fábrica	10,6	24,1	0	10,6	16,1	29,3	0	9,6
- Derechos de autor	7,9	3,2	0	9,6	8,4	5,4	0	10,8
Métodos estratégicos	10	16,3	0	10,7	17,1	30	0	11
- Secreto de fábrica	8,2	13,5	0	8,8	13,4	24,9	0	7,8
- Complejidad en el diseño	6,7	8,5	0	7,6	9,6	15,3	0	7
- Tiempo de liderazgo sobre los competidores	8,2	9	0	9,3	11,1	16,4	0	8,8

Fuente: Encuesta de innovación tecnológica -EIT. EUSTAT.

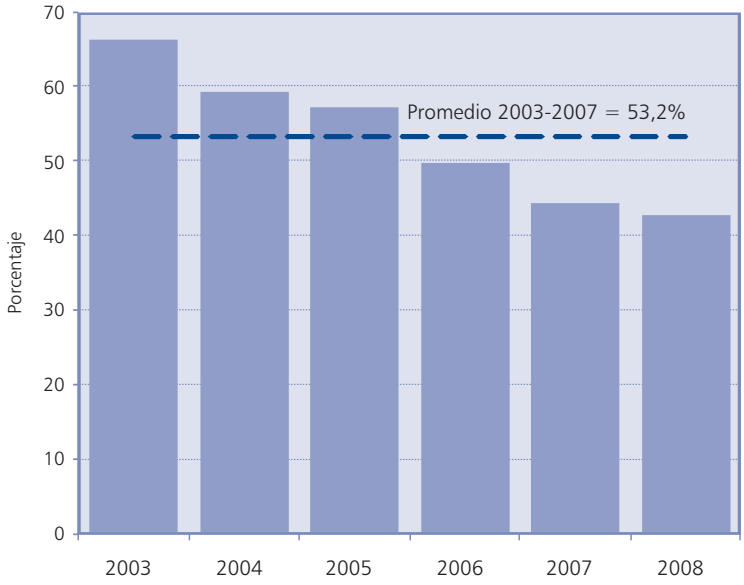
Los datos de 2008 recogidos en el cuadro n.º 7 muestran que el gasto en actividades para la IT se incrementó 0,3 puntos porcentuales en la CAPV, hasta alcanzar el 3,2 por 100. Por el contrario, el gasto en IT representó el 4,2 por 100 del PIB de Álava en 2008, el mismo porcentaje que durante el quinquenio precedente. Todas las actividades aumentaron su peso en el PIB de Álava en relación con el promedio 2003-2007, excepto la de maquinaria avanzada, que redujo su participación hasta el 1,8 por 100, el mismo porcentaje que en 2007. Por lo tanto, continuó en 2008 la tendencia decreciente de la importancia relativa de la maquinaria avanzada en el gasto total en IT en Álava, tal y como se puede observar en el gráfico 4.

En síntesis, los datos de gasto en IT sugieren que las empresas innovadoras de la CAPV, de momento, no han reducido su intensidad tecnológica a pesar de la caída experimentada por sus ingresos y márgenes durante la coyuntura adversa actual.

Si bien no se han observado cambios en el *input* innovador durante los primeros trimestres del ciclo económico actual, sí se detecta una intensificación de ciertos factores que dificultan la actividad innovadora. Así, el cuadro n.º 8 muestra que el número de establecimientos de 10 o más empleados que se encuentran con dificultades para innovar aumentó un 10,1 por 100 en 2008. Las razones principales que las empresas aducen como limitadoras de su actividad innovadora se encuentran estrechamente relacionadas con las consecuencias de la crisis financiera y económica. En particular, el número de empresas

GRÁFICO 4

ÁLAVA: PESO DEL GASTO EN MAQUINARIA AVANZADA SOBRE EL TOTAL DE GASTO EN IT. ESTABLECIMIENTOS DE 10 O MÁS EMPLEADOS



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

CUADRO N.º 7

GASTO EN ACTIVIDADES PARA LA IT EN PORCENTAJE DEL PIB. 2008 *VS.* PROMEDIO 2003-2007
Establecimientos de 10 o más empleados

	Total	*I+D interna*	*I+D externa*	*Maquinaria*	*Otros conocimientos*	*Formación*	*Comercialización*	*Diseño y preparativos*
CAPV								
Promedio 2003-07 ..	2,9	1,3	0,4	1,0	0,1	0,0	0,1	0,1
2008	3,2	1,7	0,5	0,8	0,1	0,0	0,1	0,1
Álava								
Promedio 2003-07 ..	4,2	1,1	0,5	2,3	0,1	0,0	0,1	0,0
2008	4,2	1,2	0,8	1,8	0,2	0,0	0,1	0,1
Guipúzcoa								
Promedio 2003-07 ..	3,0	1,5	0,4	0,9	0,1	0,1	0,1	0,0
2008	3,4	1,9	0,4	0,8	0,0	0,0	0,2	0,1
Vizcaya								
Promedio 2003-07 ..	2,4	1,2	0,3	0,6	0,1	0,0	0,0	0,1
2008	2,8	1,7	0,4	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

CUADRO N.º 8

ESTABLECIMIENTOS POR FACTORES QUE DIFICULTAN LA INNOVACIÓN
Miles de establecimientos de 10 o más empleados. Total CAPV

	Promedio 2003-2007	*2007*	*2008*
Total	7,7	7,9	8,7
- *Factores económicos*	6,6	6,9	7,4
Riesgos económicos excesivos	4,9	5,3	5,7
Costes de innovación elevados	5,9	6,3	6,6
Falta de fuentes de financiación	4,4	4,8	5,5
- *Factores internos*	5,5	6,0	6,1
Rigideces de organización	2,7	3,1	3,0
Falta de personal cualificado	3,2	3,9	3,8
Falta de información sobre tecnología	3,0	3,7	3,5
Falta de información sobre mercados	2,9	3,6	3,1
- *Otros factores*	4,2	4,4	4,7
Insuficiente flexibilidad de normas	2,7	2,9	3,1
Falta de sensibilidad de los clientes	3,1	3,5	3,5

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de Innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

CUADRO N.º 9

ESTABLECIMIENTOS CON INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y FINANCIACIÓN PÚBLICA. 2008 *VS.* PROMEDIO 2003-2007
Miles de establecimientos de 10 o más empleados

	Total	*Admministración local*	*Diputaciones forales*	*Gobierno Vasco*	*Administración central*	*Unión Europea*
CAPV						
Promedio 2003-07	1,8	0,2	0,6	1,4	0,5	0,2
2008	2,0	0,3	0,7	1,5	0,8	0,4
Álava						
Promedio 2003-07	0,3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0
2008	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Guipúzcoa						
Promedio 2003-07	0,7	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1
2008	0,8	0,1	0,2	0,7	0,3	0,1
Vizcaya						
Promedio 2003-07	0,9	0,1	0,3	0,6	0,3	0,1
2008	0,9	0,1	0,3	0,7	0,3	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la *Encuesta de innovación tecnológica* -EIT.EUSTAT.

que declaran enfrentarse a una escasez de fuentes de financiación creció un 14,6 por 100 en 2008. Adicionalmente, se detecta un incremento de la percepción del riesgo: la existencia de riesgos económicos excesivos constituye uno de los elementos que limitan la actividad innovadora para un número creciente de empresas.

La existencia de dificultades para obtener financiación apenas se ve compensada por un aumento de la financiación aportada por el sector público. Tal y como se puede observar en el cuadro n.º 9, el número de empresas de 10 o más empleados que obtuvieron financiación pública en 2008 en la CAPV tan sólo se incrementó en 0,2 puntos porcentuales, hasta el 2,0 por 100, mientras que en Álava apenas varió con respecto al quinquenio precedente. Sin duda, la presión que la crisis actual está ejerciendo sobre las cuentas públicas de las distintas administraciones no juega a favor de la financiación pública de las actividades para la innovación tecnológica.

VI. CONCLUSIONES

La *Encuesta de innovación tecnológica* del Instituto Vasco de Estadística (EIT-EUSTAT) refleja que la innovación tecnológica en Álava destaca por las cifras de inversión en maquinaria avanzada. Este aspecto sobresale en el análisis que

hemos presentado de las distintas dimensiones relevantes de los *inputs* y del *output* innovador en el País Vasco. El caso de Álava sugiere que analizar exclusivamente la intensidad inversora en I+D no es suficiente para la definición de las políticas dirigidas al fomento del progreso tecnológico. Seguramente, el caso de Álava, aunque excepcional, no debe ser único. Además, en la coyuntura actual, y ante un más deseado que inminente cambio en el modelo productivo, es imprescindible evaluar cómo el tipo de actividad innovadora desarrollada en el pasado puede transformarse en nueva innovación a través de un proceso de destrucción creativa. Conocer los procesos de innovación de las principales empresas del sector de material de transporte en Álava, así como sus relaciones con el resto del tejido productivo regional, nacional e internacional, debería ser clave a la hora de evaluar la capacidad de adaptación al nuevo entorno de la economía alavesa, así como las políticas más eficaces para dicha adaptación.

Evaluar estas circunstancias y sus consecuencias para la política tecnológica exige analizar otras muchas dimensiones de la actividad innovadora. Pero lo que fundamentalmente conviene señalar es que, si la maquinaria utilizada en el sector de material de transporte incorpora una cantidad importante de nueva tecnología, este rasgo de la organización industrial de la actividad innovadora parece digno de ser investigado con detalle. Más aún, no hay que perder de vista que la maquinaria se maneja por ingenieros y operarios que, sin duda, acumulan capital humano decisivo para la innovación dentro y, eventualmente, fuera de la empresa. Todo ello debería dar lugar a mejoras en la gestión y en la organización empresarial. Estos análisis podrían hacerse mediante el acceso a los microdatos de la EIT o a otras encuestas con información longitudinal sobre los establecimientos, o mediante la realización de encuestas ad hoc. Poder hacer dichos análisis parece decisivo, y los modelos de generaciones de capital ofrecen un marco idóneo para abordar, desde un punto de vista empírico, la relación entre las decisiones de inversión de las empresas en capital humano y físico y el proceso de adopción tecnológico.

NOTAS

(*) Los autores agradecen a Guzmán González-Torres, Omar Licandro, Teresa Molina y Jose M Nchaso sus comentarios. Puch agradece a la DGICYT, SEJ2007-65552 y la Fundación Focus-Abengoa su financiación.

(1) Un buen ejemplo de una fuente de datos de esta naturaleza lo constituye la *Encuesta sobre estrategias empresariales* (ESEE), que se ha venido elaborando desde el Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación SEPI, aunque con el inconveniente de que su ámbito se restringe al sector manufacturero.

(2) El sistema de innovación de una economía se define como el sistema de instituciones para crear, almacenar y transferir los conocimientos, las habilidades y los medios que determinan las nuevas tecnologías, y el entorno científico, tecnológico, productivo y financiero que lo sustenta, junto con los elementos que sirven para fomentar las interrelaciones entre los distintos agentes: bien informar, asesorar y difundir, bien incentivar o aportar fondos.

(3) A este respecto pueden verse, entre otros, FERNÁNDEZ DE LUCIO (2004), HODGSON (2004) y el informe elaborado por NAVARRO y BUESA (2004).

(4) El concepto de *zonas de empleo*, basado, por ejemplo, en el tiempo de traslado al trabajo, tal y como se utiliza en otros países para las estadísticas sobre el mercado de trabajo, podría ser un buen argumento a favor de limitar el uso de medidas de empleo para la normalización de los datos por provincias. En realidad, buena parte de la CAPV puede tomarse como un *grupo de municipios con un mercado de trabajo auto-contenido*.

(5) Originalmente, la EIT-INE se extendía a las empresas cuya actividad económica principal estaba en los sectores C (industria), D (construcción) y E (producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua) de la CNAE-93. Desde 2000 se extiende a casi todos los sectores, lo que favorece la comparación con la EIT de EUSTAT, que existe desde 2003. Más aún, el registro de establecimientos de la EIT incluye, incluso, los locales comerciales. Para facilitar la interpretación de los cálculos realizados, se debe tener en cuenta que las empresas con 10 o más trabajadores representaron el año 2009 en Álava el 9,2 por 100 del total de establecimientos (frente al 7,1 por 100 en la CAPV).

(6) Tal y como establecen la EIT y la EIT-INE en su anexo de definiciones: «un criterio para distinguir I+D de actividades afines es la existencia en el seno de la I+D de un elemento apreciable de novedad y la resolución de una incertidumbre científica y/o tecnológica». Una nueva máquina puede innovar, aunque el problema que resuelve sea evidente.

(7) Las filas que recogen la media y la desviación estándar de grupos de datos pretenden servir como una descripción elemental de la relevancia de las desviaciones observadas.

(8) El problema con esta aproximación es que resulta complicado valorar la información sobre actividades internas y externas a la empresa a partir de datos agregados. Esto es así porque desconocemos factores como el grado de integración vertical de las empresas, la distribución de participaciones en el capital entre empresas o las diferencias en las posibles estrategias de *outsourcing*. El acceso a microdatos nos permitiría controlar por éstos y otros factores.

(9) Al margen de la diferencia en la medición del PIB de la CAPV entre el INE y EUSTAT, llama la atención la discrepancia en la medida de gasto en IT, que es entre un 25 por 100 y un 35 por 100 menor para EIT-INE que para EIT-EUSTAT, fundamentalmente en cuanto a los gastos en maquinaria avanzada, y seguramente debido a que esta rúbrica no está regionalizada en la EIT-INE.

(10) Considerando que los resultados de la EIT 2008 se publicaron la segunda semana de diciembre del pasado año, probablemente los datos de la EIT para el año 2009 no estarán disponibles hasta finales de 2010.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ DE LUCIO, I. (2004), «El sistema de innovación en Euskadi», *Ekonomiaz*, 56: 296-305.

GRILICHES, Z. (1984), *R&D, Patents and Productivity*, NBER, Cambridge, MA, University of Chicago Press.

GOOLSBEE, A. (2004), «Taxes and the quality of capital», *Journal of Public Economics*, 88(3-4): 519-543.

GOURIO, F., y A.K. KASHYAP (2007), «Investment spikes: New facts and a general equilibrium exploration», *Journal of Monetary Economics*, 54S1: 1-22.

HODGSON, R. (2004), «Política de ciencia y tecnología en el contexto regional. Implicaciones para el País Vasco», *Ekonomiaz*, 56: 270-295.

JAFFE, S.A. (1973), «A price index for deflation of academic R&D expenditures», National Science Foundation, Washington DC, *NSF 72-310*.

JOVANOVIC, B. (1996), «Learning and growth», en *Advances in Economics*, D. KREPS y K . WALLIS (eds.), Cambridge University Press.

LICANDRO, O.; R. MAROTO, y L.A. PUCH (2005), «Innovation, machine replacement and productivity: Evidence from Spanish firms», DP5422, CEPR.

MCGUCKIN, R. H. *et al.*, (2004), «Internationally Comparable Science, Technology and Competitiveness Indicators», informe para la National Science Foundation, Nueva York: The Conference Board.

NAVARRO, M., y M. BUESA (2004), «Sistema de innovación y competitividad en el País Vasco», Consejería de Industria, Comercio y Turismo, Gobierno Vasco.

APÉNDICE

FUENTES DE DATOS

La actividad innovadora se ha medido a partir de las fuentes de datos disponibles para la economía alavesa, y utilizando aproximaciones convenientemente justificadas en aquellos casos en los que no hay información estadística precisa. Las fuentes de datos utilizadas han sido las siguientes.

Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT)

Encuesta de innovación tecnológica 2003-2008 (EIT)

Tiene como objetivo el conocimiento del esfuerzo en innovación tecnológica (IT) que se realiza desde los distintos sectores de la economía, así como la obtención de una serie de indicadores que permitan comparar el nivel alcanzado en la CAPV y en sus territorios históricos con los alcanzados en el resto de países de Europa. La EIT permite conocer, entre otras magnitudes, el gasto en IT y su distribución entre las diferentes ramas de actividad, el impacto económico de la innovación y las fuentes de financiación. La encuesta ofrece información procedente de establecimientos de cualquier tamaño y sector de actividad, salvo el sector primario, la Administración pública y el servicio doméstico, ubicados en el ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Estadística sobre actividades *de Investigación científica y desarrollo tecnológico* 1996-2008 (EI+D).

El objetivo de la EI+D es el conocimiento del esfuerzo que se realiza desde los distintos sectores económicos de la CAPV en las tareas de investigación, mediante la medición de los recursos humanos y materiales utilizados, así como las patentes y los modelos de utilidad registrados por empresas o particulares residentes en la CAPV. A diferencia de la EIT, cuyos datos son recogidos por muestreo, la EI+D es un censo; ofrece información procedente de la totalidad de empresas, centros dependientes de organismos públicos y universidades de la CAPV con actividades de investigación y desarrollo.

Instituto Nacional de Estadística (INE)

Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 1996, 1998, 2000, 2002, 2003-2008 (EIT-INE)

Es la encuesta que se ha utilizado para la comparativa de los datos de innovación tecnológica de la CAPV con los del resto de España. Al igual que la EIT elaborada por EUSTAT, ofrece información sobre las actividades para la IT (gasto en I+D y externa, adquisición de maquinaria y equipo, adquisición de otros conocimientos externos, gastos de formación, etc.), el impacto económico de la innovación y las fuentes de financiación. A diferencia de la EIT de EUSTAT, el ámbito poblacional de la encuesta está constituido por las empresas industriales, de construcción y de servicios (*) con al menos 10 empleados remunerados.

Estadística sobre actividades *de investigación científica y desarrollo tecnológico* 1996-2008 (EI+D-INE)

Es la estadística que se ha utilizado para la comparativa de las actividades de I+D de la CAPV con las del resto del Estado. Nos permite conocer, para cada comunidad autónoma, la cuantía del gasto en actividades internas y externas en I+D por actividad económica y tamaño de la unidad, así como obtener información acerca del personal, los recursos y el tipo de investigación realizada.

EUROSTAT

Community Innovation Survey (CIS)

Encuesta sobre la actividad innovadora de las empresas desarrollada en los estados miembros de la UE y los que fueron países candidatos (hoy miembros algunos de ellos) Islandia y Noruega. Está diseñada para proporcionar información sobre las actividades innovadoras de las empresas, así como otros aspectos como los efectos de la innovación, las fuentes de información utilizadas, los costes, etc. La primera encuesta se llevó a cabo en 1993, como experiencia piloto. La segunda encuesta (CIS2) se desarrolló entre 1997 y 1998 (excepto en Grecia e Irlanda, 1999) mientras que la tercera (CIS3) tuvo lugar entre 2000 y 2001 (excepto Noruega, Islandia, Luxemburgo y Grecia, donde se realizó en 2002). La cuarta (CIS4) se desarrolló en 2004, mientras que la última disponible corresponde a 2006 (CIS2006). La encuesta se realiza con un cuestionario unificado que permite la comparación entre estados, acompañado de una serie de definiciones y recomendaciones metodológicas para su realización.

Otras fuentes de datos

Para la elaboración de algunos cuadros y gráficos recogidos en el artículo se han utilizado los siguientes datos y bases de datos: Cuentas Económicas de la CAPV (EUSTAT); Contabilidad Nacional de España (INE); Contabilidad Regional de España (INE), y *Encuesta sobre estrategias empresariales* (Fundación SEPI).

NOTA

(*) Sub-secciones entre la 10 y la 99 de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93). Más detalles en: http://www.ine.es/daco/daco43/notaite.htm

OPINIONES

OPINIONES

PRESENTACIÓN

A lo largo de este número de PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA *se han analizado diferentes aspectos que caracterizan al proceso de* I+D+i *en España. Desde* FUNCAS, *conscientes de la importancia que la innovación tiene y tendrá en el desarrollo de la actividad económica, se ha considerado conveniente conocer de primera mano las opiniones de quienes tienen competencias en este tema, ya sea desde los gobiernos regionales ya sea desde empresas que han apostado claramente por la innovación.*

En primer lugar, se quiere dejar constancia del agradecimiento de FUNCAS *a todos los participantes en esta encuesta que, de forma desinteresada, han contribuido a que este número de* PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA *ofrezca al lector un panorama territorial actual y holístico de la actividad innovadora en España.*

Las opiniones que se recogen a continuación ponen de manifiesto el compromiso de todos los gobiernos regionales con el desarrollo de la «cultura» de la innovación. Como se ha mostrado en los artículos que se presentan en este número, los avances en los indicadores de I+D+i *registrados por las comunidades autónomas, sin duda, se han visto favorecidos por la actuación de las administraciones públicas, cuya voluntad decidida en este tema ha sido una tónica constante en los últimos tiempos. En este sentido, se comprueba en las entrevistas que el apoyo a la innovación, tanto a través de organismos, universidades y centros tecnológicos como mediante ayudas, subvenciones y otros incentivos a las empresas, ha pasado a ser un punto central en la agenda de los gobiernos regionales.*

Por su parte, las empresas también han realizado un esfuerzo notable en el desarrollo de proyectos innovadores y en la búsqueda de colaboraciones con los organismos públicos, siendo la relación con la universidad uno de los aspectos en los que todos los entrevistados (los gobiernos regionales y las empresas) coinciden en señalar el importante progreso realizado, pero también señalan que todavía queda por avanzar mejorando la puesta en funcionamiento de los resultados de las innovaciones.

Precisamente, la situación actual de crisis económica presenta un reto sin precedentes para el proceso innovador. En efecto, existe consenso entre los entrevistados en considerar crucial la incorporación de innovaciones (tecnológicas, de proceso u organizativas) en las empresas para mejorar su competitividad y, por tanto, este proceso representa el bastión que permitirá, incluso, salir fortalecidos de la crisis. Por ello, y porque la mayor parte de las empresas en España son PYME, *también se encuentra coincidencia en considerar vital el apoyo específico a estas empresas.*

Queda únicamente indicar al lector que primero se presenta la relación de las preguntas formuladas y, posteriormente, las respuestas separadas en dos bloques. Por una parte, se presentan las contestaciones correspondientes a los representantes de cada una de las diecisiete comunidades autónomas, y por otra, se incluyen las respuestas aportadas por varias empresas cuya actividad innovadora es notoria y conocida. En este último caso, no se ha pretendido ser exhaustivo en cuanto al número de empresas participantes (finalmente son únicamente cuatro empresas las que han participado), pero lo cierto es que son muy representativas de las empresas innovadoras españolas.

PREGUNTAS

1. *¿Cuál considera usted que es el nivel de desarrollo científico y tecnológico de su comunidad autónoma? ¿Podría indicar cuáles son a su juicio los puntos fuertes y débiles?*

2. *¿Cuáles son los principales obstáculos que encuentran las empresas para innovar?*

3. *¿Cuál es su apreciación sobre la influencia de universidades y centros tecnológicos en el desarrollo de su comunidad autónoma? ¿Cuál es el grado de cooperación entre éstos y las empresas y administraciones?*

4. *¿Cuál es el papel que atribuye a la innovación en la mejora de la competitividad de las empresas de su comunidad autónoma? ¿Y en el proceso de internacionalización?*

5. *¿En qué medida cree que la formación de los trabajadores puede contribuir a mejorar las capacidades tecnológicas de las empresas? ¿Existe alguna línea de actuación concreta en este sentido en su comunidad autónoma?*

6. *Resuma las principales líneas estratégicas de la política tecnológica que se lleva a cabo desde su Administración.*

7. *En su opinión, ¿cuál ha sido el instrumento del sistema público de I+D+i que más ha contribuido al desarrollo del tejido empresarial de su comunidad autónoma?*

8. *¿Cree que son necesarias políticas tecnológicas específicas de apoyo a las PYME? ¿Y a determinados sectores de actividad?*

9. *¿Cuál es su percepción sobre el uso de los incentivos fiscales a la I+D por parte de las empresas? ¿Y de las subvenciones?*

10. *¿Cuál es su opinión sobre la percepción que tiene la sociedad acerca de la ciencia y la tecnología? ¿Considera necesario realizar algún tipo de actuación para informar sobre sus efectos?*

REPRESENTANTES DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Antonio Ávila Cano
Consejero de Economía e Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía

1. Andalucía se encuentra desde hace años en un proceso de convergencia, en el que, partiendo de una situación relativamente desfavorable, ha realizado un importante esfuerzo para alcanzar niveles equiparables a los del resto de España y Europa en materia económica, social y tecnológica. En cuanto al desarrollo científico y tecnológico, se han creado unos sólidos cimientos, basados en una red de universidades y centros tecnológicos que nutren de conocimiento a las empresas de la región, y se ha avanzado de forma significativa, tanto en el número de patentes como en el esfuerzo en I+D como porcentaje del PIB de la región.

Como puntos fuertes, destacaría el completo consenso político y social sobre la importancia de la innovación y el conocimiento en el desarrollo de la región, la creación de estructuras estables y eficaces de transferencia y de interrelación entre la universidad y las empresas, ejemplificadas por la Corporación Tecnológica de Andalucía, así como la red de centros tecnológicos ubicados en los principales *clusters* de la región, que nutren de conocimiento a las miles de PYME andaluzas. Como principales puntos débiles, destacaría el camino que queda aún por recorrer tanto en materia de patentes como en esfuerzo inversor en materia de I+D, especialmente respecto a la inversión privada en innovación e investigación y desarrollo, que, aunque ha mejorado de forma considerable, aún debe asumir el protagonismo que la región demanda.

2. Por un lado, determinadas debilidades estructurales que todavía subsisten en el tejido productivo andaluz, como la fragmentación y la necesidad de un mayor tamaño empresarial, el peso relativo de sectores tradicionales muy competitivos por la bondad de sus productos, la ausencia de sedes centrales de grandes corporaciones. Por otro lado, la necesidad de profundizar más en una cultura social y empresarial proclive a la innovación y al emprendimiento.

3. La influencia de las universidades es crítica para el progreso social y económico de la región: como formadoras del capital humano, como creadoras de conocimiento y como motores de generación de riqueza. Andalucía cuenta con diez universidades

públicas, en un proceso de especialización que debe consolidarlas como motores económicos de los sectores empresariales de la región. El gobierno realiza un importante esfuerzo en el ámbito universitario, y gran parte de su política de innovación descansa sobre las universidades.

Los centros tecnológicos se están mostrando también como una herramienta eficaz para el impulso del desarrollo tecnológico en las PYME de su ámbito de actuación. En aquellos proyectos de I+D que, por su tamaño, no pueden ser acometidos por empresas individuales, los centros tecnológicos son elementos tractores y difusores de conocimiento para todo el sector. Algunas experiencias, como AICIA, el Instituto Andaluz de Tecnología o el Centro Tecnológico de la Piedra, son claramente experiencias de éxito como generadores y transmisores de conocimiento al tejido empresarial andaluz. Queda todavía mucho camino por recorrer, pero el gobierno andaluz espera que los centros tecnológicos se conviertan en puntos de encuentro donde se produzca de forma efectiva la concurrencia de todos los actores de la innovación para el desarrollo tecnológico y la innovación de un sector.

4. El gobierno andaluz está convencido de que la innovación es un factor crítico para la competitividad y para los procesos de internacionalización de las empresas andaluzas. Innovación e internacionalización son los dos pilares sobre los que debe sustentarse el desarrollo económico de la región. De hecho, las empresas andaluzas más competitivas en el ámbito internacional, que pueden considerarse líderes globales en su sector, son claramente empresas innovadoras.

Por ello, las políticas de innovación e internacionalización son prioritarias para la Administración andaluza, independientemente de las dificultades derivadas de la coyuntura económica y financiera actual.

Andalucía es una región muy abierta y, precisamente en esta época de crisis, la estrategia de internacionalización ha sido seguida por las empresas andaluzas. De ahí que la Junta de Andalucía haya intensificado este proceso con el Plan de Internacionalización de la Economía Andaluza.

5. Indudablemente, la formación del capital humano es un aspecto esencial para la capacidad tecnológica de la empresa y para su productividad y competitividad. Trabajadores capacitados reciben y asimilan fácilmente la tecnología, la emplean eficazmente y tienden a impulsar la incorporación y el desarrollo de nueva tecnología.

La educación es una de las grandes prioridades del gobierno andaluz, como ha manifestado reiteradamente su Presidente, con efectos sobre todas las esferas de la sociedad. Varias líneas de actuación inciden en el aspecto indicado en los distintos niveles de enseñanza. Como iniciativa destacada puede señalarse el programa de becas Talentia, un ambicioso programa internacional de becas que financia a titulados universitarios andaluces para la realización de programas de postgrado en los centros más prestigiosos del mundo. La mayor parte de los becados son formados en materias de gestión, ciencia y tecnología y, tras su retorno, revierten sus capacidades en las empresas andaluzas.

6. El marco general de la planificación en Andalucía está fijado en el VII Acuerdo de Concertación Social y la Estrategia de Economía Sostenible, con medidas concretas de política tecnológica que se detallan en líneas estratégicas.

Las líneas estratégicas referentes a la política tecnológica se establecen principalmente en el Plan de Innovación y Modernización de Andalucía (PIMA), el Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI) y el Plan Andalucía Sociedad de la Información (PASI).

El PIMA representa la concreción de la programación política de la segunda modernización, cuyo objetivo general es impulsar el proceso de acceso e incorporación de Andalucía a la sociedad de la información y del conocimiento. Con una orientación transversal, genérica y holística, este plan pretende alinear las áreas políticas clave para este propósito, y ha servido como marco vertebrador para el desarrollo de las distintas políticas en planes específicos. Presta una atención concreta a la empresa, la Administración pública, la universidad y la sociedad en su conjunto.

El PAIDI tiene como objetivo consolidar una infraestructura básica de investigación y desarrollo tecnológico, impulsar y orientar su actividad y vincularla efectivamente con los sectores productivos y sociales. Presta especial atención a aspectos como el sistema andaluz del conocimiento, su capital humano, la financiación, la programación general de la actividad, las estructuras de transferencia (OTRI, centros tecnológicos, etc.) y la participación empresarial.

El PASI tiene como objetivo impulsar el desarrollo de la sociedad de la información en Andalucía. Presta especial atención a la inclusión de la ciudadanía, la incorporación de las TIC a las empresas y la Admi-

nistración pública y la consolidación de una infraestructura básica de telecomunicaciones.

7. Probablemente, la decisión más importante del gobierno de Andalucía en esta materia ha sido la creación de la propia Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, que responde a la idea de reunir bajo un solo liderazgo, en un único órgano político y administrativo, todas las competencias críticas para el impulso de la innovación en la región (universidades, empresa, industria, sociedad de la información, política económica, etcétera).

Del mismo modo, la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA) es el principal instrumento del sistema público para impulsar la innovación en las empresas de la región, y la pieza clave del ecosistema de innovación de Andalucía.

Además, determinados programas e iniciativas han tenido un impacto muy relevante, e incluso son prácticas de referencia nacional e internacional. Podría citar como muy relevante la creación en 2004 de la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA), fundación privada creada, a iniciativa de esta Consejería, para aglutinar a todos los principales actores privados de la I+D+i de Andalucía a fin de ayudarles a acometer grandes proyectos de I+D+i, propiciando la generación de proyectos de colaboración entre grandes empresas, PYME, universidades y centros tecnológicos. Esta iniciativa ha sido un gran éxito que marca el camino a seguir, basado en la cooperación entre empresas, y entre éstas y el resto de agentes generadores y transmisores de conocimiento.

8. Indudablemente, son necesarias políticas tecnológicas que, de forma específica, se dirijan a PYME y a sectores concretos. Existe el riesgo de que determinados sectores, especialmente los más tradicionales, y determinados segmentos de empresas, especialmente las PYME, no desarrollen de forma espontánea procesos de innovación y de progreso tecnológico, lo que marcaría un futuro de baja competitividad. En Andalucía, estas políticas específicas tanto para sectores concretos como para PYME, han demostrado ser necesarias y eficaces. Como ejemplos concretos puede mencionarse la creación de la red de centros tecnológicos, ligados a *clusters* sectoriales, con la misión de impulsar de forma significativa el desarrollo tecnológico y la competitividad de cada sector. O la iniciativa Novapyme, que se dirigió específicamente a impulsar de manera generalizada la introducción de las TIC en las PYME de la región.

9. El tejido empresarial andaluz ha aprovechado los incentivos fiscales a la I+D, y queda el reto de impulsar con sus propios recursos de forma significativa estas inversiones.

Las subvenciones han tenido un importante papel en el desarrollo de la región, y han tenido un impacto positivo en numerosos aspectos. Además, desde hace unos años, el gobierno de Andalucía ha tomado la decisión de sustituir de forma radical las subvenciones por instrumentos financieros retornables, como son el capital riesgo, los préstamos participativos o los avales. Estos instrumentos responden absolutamente a las necesidades de las empresas e incorporan un factor de exigencia que multiplica su eficacia. Las subvenciones deben quedarse exclusivamente para financiar aquellos elementos en los que la iniciativa privada es difícil que entre: proyectos de elevado riesgo, escasa rentabilidad a corto plazo y de interés general, como la investigación básica.

10. La sociedad andaluza está asimilando de forma natural el progreso científico y técnico, incluso con posiciones avanzadas en determinados aspectos. En casos donde existen riesgos de exclusión, la Administración debe acometer iniciativas específicas: Proyectos como Guadalinfo, que ha generalizado en todos los municipios andaluces la disponibilidad de centros públicos de acceso a Internet, o la red de centros de acceso público a Internet en barriadas con riesgos potenciales de exclusión social, así lo demuestran.

El reto de las administraciones públicas es el de impulsar y potenciar las vocaciones científicas y tecnológicas entre los más jóvenes. Por ello, es necesario lanzar programas específicos en las escuelas que fomenten la predisposición a la ciencia y la tecnología. Cabría destacar por ejemplo, el apoyo del gobierno de Andalucía a la implantación en colegios de la región de competiciones de construcción de robots LEGO, que fomentan las vocaciones científicas y tecnológicas, la innovación y la creatividad.

Javier Velasco
Consejero de Ciencia, Tecnología y Universidad del Gobierno de Aragón

1. El nivel de la comunidad autónoma de Aragón se sitúa por encima de la media española, ocupando, según las últimas encuestas, una posición que oscila entre la quinta y la séptima comunidad a escala nacional.

Los puntos fuertes son algunas áreas experimentales y tecnológicas como nanociencia y nanotecnología, nuevos materiales, energía, etc. También hay importantes desarrollos en biomedicina y en el sector agroalimentario.

Los puntos más débiles son determinadas áreas de humanidades y sociales, así como el propio tamaño de la comunidad, que hace necesaria una priorización de líneas para ser competitivos.

2. Necesitan información sobre los centros y grupos de investigación que pueden ayudarlas en esta labor innovadora. Es importante que las empresas dispongan de personal que conozca las posibilidades y ayudas que existen para facilitar esa labor innovadora.

3. El grado de influencia, aunque está lejos del óptimo, está experimentando en los últimos años un crecimiento continuo, aumentando de forma significativa la interacción entre todos los sectores implicados. En el momento actual puede calificarse como una interacción media-alta en relación con otras comunidades españolas.

4. La innovación es fundamental y totalmente necesaria para favorecer la competitividad, por ello nuestra comunidad ha apostado fuertemente por este punto.

5. La formación del personal es imprescindible para alcanzar los grados óptimos de innovación a los que aspira el gobierno de nuestra comunidad autónoma.

Hay varios programas específicos dedicados a formación de personal como gestores y promotores de innovación, movilidad de personal a grupos de investigación y a empresas, etcétera.

6. Para los años 2011 y 2012 se ha planteado la Estrategia de Innovación de Aragón, con una inversión adicional de 45 millones de euros dedicados a financiar todos los aspectos fundamentales del tema, pero con especial hincapié en la cooperación entre los grupos de investigación y las empresas.

7. Los instrumentos fundamentales se han basado en la clarificación y el asentamiento de los grupos y centros de investigación y en todos los programas desarrollados para poner en sintonía a éstos con las empresas aragonesas de sus sectores específicos.

8. Sí, pero eligiendo adecuadamente las líneas en que se apoyen para favorecer los potenciales fundamentales de nuestra comunidad como pueden ser los sectores energéticos, las TIC, el sector agroalimentario, la biomedicina, los nuevos materiales, etcétera.

9. Sólo unas pocas empresas conocen los incentivos fiscales o las subvenciones asociadas a la I+D+i. Por ello, es tan conveniente introducir en la empresa personal especializado en estos aspectos.

10. La sociedad cada día conoce un poco mejor la importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de una sociedad moderna.

Graciano Torre González
Consejero de Industria y Empleo del Gobierno del Principado de Asturias

1. Asturias ha experimentado en los últimos años un crecimiento sostenido del gasto en I+D superior al de España (50 por 100 frente al 31 por 100 entre 2002 y 2008). Además, el dato de intensidad de innovación (gasto en I+D/cifra de negocios) demuestra que nuestras empresas tienen una clara conciencia de los efectos beneficiosos de la innovación en los resultados económicos: 1,13 por 100 frente al 0,95 por 100 de media en España, situándonos por delante de Cataluña y Madrid (ambas con 0,95 por 100). No obstante, pese a haber acortado el diferencial respecto a España, todavía nos encontramos por debajo de la media en inversión en I+D respecto al PIB, lo cual nos exige seguir apostando por la innovación y el desarrollo tecnológico.

Entre los puntos fuertes de nuestro sistema regional de I+D, citaría la creación en los últimos años de una red de centros tecnológicos altamente especializados que han sido el motor del crecimiento de la I+D+i en las empresas asturianas. Asimismo, hemos creado en estos últimos tres años, una red de *clusters* que cubren las principales actividades industriales de la región y que, en mi opinión, serán un punto fuerte para impulsar la innovación y la I+D, sobre todo entre las PYME, dado que por sí solas no tendrían capacidad para abordar proyectos de cierta envergadura, entre ellos la participación en proyectos europeos de investigación y desarrollo.

No puedo dejar de citar como aspecto positivo la fuerte presencia del sector industrial en nuestro tejido empresarial, un sector que ha sabido diversificarse hacia actividades más innovadoras e incorporar en sus procesos la innovación y el desarrollo tecnológico.

Entre los puntos débiles de nuestra I+D, debo citar el reducido tamaño de nuestras empresas y sus dificultades de acceso a la financiación externa.

2. Aparte de los problemas comunes al resto de comunidades por la actual situación económica, el primero podría ser el tamaño de las empresas, tal y como ya he señalado. Nuestro tejido empresarial está compuesto por un 95,5 por 100 de micropymes (1-9 trabajadores), lo cual sin duda es un obstáculo para abordar determinados proyectos de investigación, especialmente en el entorno europeo.

Si hablamos de PYME, probablemente el tiempo y el no disponer de personal específico (con formación, aptitudes y dominio de idiomas) para dedicarse a innovación. Normalmente, se dedica a innovación personal técnico centrado en otras tareas que con el día a día deja en un segundo término las actividades de innovación; de ahí la importancia de los centros tecnológicos (CCTT) que puedan ayudar a sistematizar las tareas de innovación en la PYME.

3. Como ya he comentado, creo que los CCTT han sido y son clave en el crecimiento de la I+D, y sobre todo en las actividades de innovación de las empresas asturianas.

En cuanto a la universidad, creemos que la cooperación con las empresas ha ido creciendo en los últimos años, pero no al ritmo que nos gustaría. Existen muchas iniciativas concretas entre algunos departamentos y empresas, pero esta colaboración no está todo lo sistematizada que nos gustaría, y además está concentrada en algunos departamentos que son activos en desarrollar proyectos con las empresas, pero a veces las prioridades de los departamentos universitarios, de cara a sus currículos o valoraciones de calidad, no tienen suficientemente en cuenta la colaboración con empresas. Aun así, creo que los cambios que están teniendo lugar en la universidad para adaptarse al Plan Bolonia, así como los campus de excelencia, obligarán a una cooperación más intensa en el futuro.

4. Hoy en día, la competitividad de las empresas no puede venir por el menor coste de la mano de obra, sino por otros factores como la innovación, y no sólo la innovación tecnológica, sino también la innovación en la gestión, así como la calidad y la internacionalización, entre otros.

No podemos internacionalizar a las empresas sin que tengan un producto que se diferencie en el mercado, de mayor valor añadido y que sea innovador. Por lo tanto, hay que innovar en los productos, en su diseño, innovar en la gestión de la empresa, incluso en el modelo de negocio...

5. La innovación y la mejora de la competitividad de nuestras empresas, se construye principalmente sobre tres pilares: la investigación, el desarrollo tecnológico y la formación constante de los trabajadores en las tecnologías y sistemas de gestión más modernos.

Es indudable que un tejido empresarial moderno ha de prestar una atención constante a la formación y la mejora de sus recursos humanos, y para apoyar ese esfuerzo empresarial la Consejería de Industria y Empleo ofrece subvenciones que pueden llegar al 100 por 100 del coste de la formación si hay un compromiso de contratación de al menos el 60 por 100 de los alumnos formados. Asimismo, el Principado de Asturias dispone de medidas de apoyo a la formación de los trabajadores en activo, con lo cual se cubren ampliamente las necesidades formativas de los trabajadores.

Finalmente, debo mencionar otros recursos formativos de alto valor, gestionados desde el Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias, como son las becas en Comercio Exterior; el Máster en Idioma, Cultura y Negociación China; la Escuela Comercial para Tecnólogos, y el Programa de Doctores para la Empresa, que completan otras iniciativas formativas en las que el Principado de Asturias colabora con entidades regionales como son el Club Asturiano de Calidad, el Club Asturiano de la Innovación y la Fundación Escuela de Negocios, entre otras.

Para nosotros, el factor humano es primordial y garantiza en buena medida la fortaleza de nuestra actividad económica.

6. En estos momentos, estamos elaborando un nuevo Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación en el Principado de Asturias que marcará las estrategias a desarrollar en los próximos cuatro años por el gobierno del Principado de Asturias. Y estas estrategias se están definiendo con objetivos tan ambiciosos como convertir a Asturias en un lugar de empresas innovadoras (incrementar notablemente el número de empresas innovadoras), poner a Asturias en la frontera del conocimiento (apoyo a la excelencia investigadora y grupos emergentes), potenciar la innovación social (afrontar los nuevos retos sociales, de sanidad y asistencia mediante la innovación), trasformar la Administración en un agente activo para la in-

novación y lograr una sociedad abierta avanzada y cooperativa capaz de atraer y retener talento.

7. Además de los apoyos financieros a proyectos de I+D+i, creo que la puesta en marcha de nuevos CCTT y la potenciación de los ya existentes han sido los principales instrumentos que han servido para el desarrollo del tejido empresarial.

Por otro lado, desde la Consejería de Industria y Empleo hemos puesto un énfasis especial en favorecer la cultura emprendedora y, en especial, aquellas iniciativas de claro contenido innovador. A través del Centro Europeo de Empresas e Innovación, estamos llevando a cabo un gran trabajo para que empresas de base tecnológica se desarrollen en nuestra comunidad autónoma. Por otro lado, la nueva Bioincubadora que se inaugurará en breve en el Parque Tecnológico de Asturias será una infraestructura importante para apoyar procesos de I+D y el desarrollo de empresas innovadoras en el ámbito de las ciencias de la vida.

8. Sin lugar a duda, las PYME necesitan apoyos distintos de los de las grandes empresas, dado que su capacidad de innovar se ve limitada por la falta de recursos dedicados a investigación y desarrollo.

En cuanto a la aplicación de políticas específicas para determinados sectores, como norma general para las ayudas, se está aplicando una política horizontal para todo el sector industrial, aunque, con la creación de CCTT y el apoyo a los *cluster*, se apostó por determinados sectores: metal, madera, agroalimentario, químico, TIC, etc., los de mayor importancia en la región. En la actualidad, se está prestando especial atención a sectores emergentes para potenciar la creación de empresas en los sectores biosanitario y de nanotecnologías.

9. Las empresas asturianas no han utilizado los incentivos fiscales a la I+D suficientemente, creo que en parte por la tramitación que esto requiere para tener cierta seguridad en las partidas a considerar (elaboración de informes vinculantes, certificación de proyectos de I+D…).

Sin embargo, sí que hemos tenido una altísima demanda de subvenciones en los programas de I+D+i. En las ayudas regionales que se convocan en concurrencia competitiva siempre se agota el presupuesto y quedan proyectos fuera por falta de éste. A pesar de la situación de crisis, las empresas siguen invirtiendo en I+D+i y nos siguen presentando año a año más solicitudes con proyectos de más calidad. Como ejemplo, diré que en 2009 recibimos proyectos de innovación con una inversión subvencionable por importe de 16,1 millones de euros, frente a los 13,4 del año 2008. Asimismo, en la financiación nacional a través del CDTI desde Asturias cada año tenemos más proyectos aprobados y más inversión.

En el VII Programa Marco de I+D de la UE, en estos últimos años, hemos tenido un notable incremento en el retorno; además, con una participación de empresas superior a la media española.

10. La información de ciencia y tecnología no tiene una gran repercusión en los medios de comunicación generalistas, tanto en el ámbito regional como en el nacional.

Pese a que existe una mayor sensibilidad empresarial y ciudadana por la innovación y la tecnología, los medios son reacios a dedicar espacios a esta materia. No obstante, en los últimos tiempos hemos constatado un mayor esfuerzo por difundir noticias relacionadas con las actividades innovadoras de las empresas asturianas, y desde la Administración regional colaboramos en ese empeño, pues no cabe duda de que la información y la difusión de los beneficios económicos de la innovación generan una mayor concienciación de la sociedad en esta materia.

Creo que habría que hacer un esfuerzo para divulgar estos conceptos desde edades tempranas, con actividades de difusión y concienciación tanto desde los medios de comunicación como desde el propio sistema educativo.

Pilar Costa Serra
Consejera de Innovación del Govern de Les Illes Balears

1. En el ecuador del tercer plan de Ciencia, Tecnología e Innovación, las Illes Balears cuentan con un sistema de I+D estructurado y homologable a los de nuestro entorno. Si bien los indicadores sitúan a nuestro sistema a la cola de los sistemas de nuestro entorno, también es cierto que el nuestro es uno de los sistemas regionales que más está creciendo, y esperamos que ello nos situé a lo largo del cuatrienio 2013-2016 en unos indicadores similares a los de las regiones españolas y europeas similares a la nuestra.

Sin duda nuestro punto fuerte es la industria turística y sus capacidades de absorber tecnología, de desarrollarse y crecer. Nuestra debilidad es la juventud de nuestro sistema de I+D y las carencias

en capital social y gobernanza del sistema que ello conlleva.

2. La industria del turismo, una industria de servicios, demanda básicamente, aunque no sólo, tecnologías blandas o las llamadas tecnologías no tecnológicas, y ello plantea dificultades añadidas a las ya referidas debido al retraso de nuestro sistema de innovación.

3. La influencia de los sectores generadores de conocimiento y tecnologías y su conexión con el sector productivo no es la que todos desearíamos. Si la articulación del sistema de innovación es una tarea que está en fases iniciales, es lógico que la conexión entre la I+D y los sectores productivos deje que desear. Pero, como también hemos comentado, se están dando pasos importantes en la dirección correcta y se están ya apreciando resultados importantes.

4. A lo largo de las últimas décadas del siglo XX, la evolución de la economía, la política y la tecnología nos han situado en un nuevo modelo económico en el que la política de innovación ha cobrado protagonismo, convirtiéndose en clave de la riqueza y el crecimiento del empleo. La competencia en precios ha dado paso a la competencia en ideas, lo que hace que la tecnología, la innovación y el conocimiento, junto con el capital humano, se hayan convertido en factores determinantes de los procesos del crecimiento global y económico.

Nuestra principal industria, la turística, es estratégica en nuestro Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación, como eje de la innovación y con la excelencia científica como principal referencia, junto con un esfuerzo particular para fomentar la transferencia de conocimiento al sector productivo y para mantener las actividades de difusión de la cultura científica como tareas prioritarias.

5. La formación es un elemento clave, y más en nuestra comunidad autónoma, donde las características del mercado de trabajo facilitaron el acceso a él con bajos niveles de formación. Ahora estamos sufriendo la falta de personal cualificado, y ello lastra nuestras opciones de desarrollo.

Nuestro objetivo es ofrecer formación continua a trabajadores en activo para capacitarlos tecnológicamente en cualquier ámbito productivo de nuestra comunidad.

6. Hemos focalizado en la política de *clusters*, que incluye el fomento de estas agrupaciones, pero también medidas acompañantes como incubación de empresas, promotores tecnológicos, encuentros de empresas de base tecnológica con otros agentes del sistema españoles y europeos, como la feria anual Forotec, el seminario anual de innovación en turismo INTO, o el impulso de estructuras de I+D en el ámbito turístico como CIDTUR, tecnológicas como TURISLAB, en la que cooperan la Fundación IBIT y el *cluster* TURISTEC, o de innovación en turismo, como es el Centro Microsoft. Todo ello se visualiza en gran medida en el ParcBIT.

7. Si se refiere al desarrollo en el sentido de abrir una senda de incorporación de tecnología, sin duda la política de *clusters*.

8. Si tenemos en cuenta que, salvo unas pocas excepciones, en nuestra comunidad autónoma todo son PYME, obviamente esas políticas específicas constituyen una necesidad de primer orden. Las grandes empresas transnacionales del sector turismo, y no sólo las dedicadas al alojamiento sino también al trasporte, ingenierías, proveedoras de servicios y equipamientos,…, radicadas en nuestra comunidad pueden actuar como tractoras y, de hecho, así lo están haciendo.

9. Es una práctica que estamos intentando promover y que, obviamente, tiene mucho recorrido en nuestra comunidad autónoma, pero algunas empresas ya están consiguiendo avances importantes.

10. Debe mejorar, pero, a través de actuaciones como la Feria de la Ciencia o la Semana de la Ciencia o la recuperación de nuestra historia de la ciencia y la técnica, la respuesta de la sociedad es muy satisfactoria.

María del Mar Julios

Vicepresidenta del Gobierno de Canarias y Consejera de Empleo, Industria y Comercio

1. Desde el Gobierno de Canarias, estamos convencidos de que Canarias está llamada a ser un centro internacional de referencia en I+D+i, un gran laboratorio mundial donde la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación cimenten con solidez una economía basada en el conocimiento, propiciando la diversificación de nuestro tejido productivo y la creación de empleo en nuestro archipiélago. Si asentamos estos pilares, nuestras empresas serán más competitivas, distintas, eficaces, eficientes, se internacionalizarán y generarán progreso y bienestar para nuestra tierra.

El Gobierno de Canarias está poniendo las bases para convertirnos en esa plataforma de excelencia en I+D+i en distintas disciplinas, como en astronomía, medio marino, energías renovables, biotecnología, telecomunicaciones; en múltiples materias donde Canarias reúne excelentes condiciones naturales y donde ya contamos con gran experiencia, reconocida internacionalmente, que puede ser exportable a los países de nuestro entorno, cooperando así a su desarrollo. Esas son nuestras fortalezas. Como puntos débiles, podría señalar el escaso gasto de nuestro tejido productivo en I+D+i y la baja concurrencia a subvenciones y licitaciones nacionales e internacionales en esta materia. Por ello, estamos fortaleciendo los canales de apoyo, información y asesoramiento para que nuestras empresas capten recursos en I+D+i y se internacionalicen.

2. En Canarias, las empresas destinan a la I+D escasos recursos, debido fundamentalmente a las características del tejido empresarial canario, constituido, en un 94,61 por 100 por microempresas, y en un 80,7 por 100 por PYME destinadas al sector servicios, factores que, unidos a la fragmentación territorial, dificultan la inversión empresarial en materia de investigación e innovación.

Por ello, el gobierno de Canarias se ha marcado como objetivo de competitividad promover la diversificación económica a través de la innovación y la internacionalización de nuestras empresas.

3. Indudablemente, es muy importante. Universidades y centros de investigación se erigen en instrumentos esenciales al servicio de la investigación, el desarrollo de nuevas tecnologías y la promoción de la innovación, además de su incuestionable papel en la formación de científicos e investigadores, jóvenes con gran talento que debemos apoyar en su proceso formativo.

Pero también es de crucial importancia la adecuada transferencia de conocimiento de universidades y centros de investigación a los sectores productivos, y su aplicación real para incrementar la productividad y la competitividad de las empresas canarias. Desde el gobierno de Canarias estamos convencidos de que debe haber sinergias entre las investigaciones y desarrollos tecnológicos y nuestro sector productivo. Deben ir de la mano, por lo que hemos desarrollado programas específicos para su confluencia. A través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI), del Ejecutivo autónomo, se quiere fomentar la investigación científica y tecnológica, así como la innovación en los centros de investigación y empresas de las Islas, y, por otra parte, canalizar los recursos públicos y el esfuerzo de esos investigadores e innovadores estableciendo sinergias que fortalezcan la capacidad y la calidad del sistema canario de ciencia, tecnología e innovación.

4. La innovación es un elemento clave para la diversificación económica de nuestro archipiélago, basada fundamentalmente en el sector servicios. Todos los analistas están de acuerdo en que las nuevas tecnologías, los empleos verdes y blancos, serán actividades con mucha oferta de empleo, pero también actividades tradicionales como el turismo y la construcción, modificadas o renovadas. Un turismo con servicios innovadores, el ecoturismo o la ecoconstrucción, supondrán nuevas oportunidades empresariales.

En estos momentos de crisis, es absolutamente necesaria la innovación, con el apoyo, sin duda, de las administraciones que gestionamos los recursos públicos, para fomentar la internacionalización de nuestro tejido productivo. Estamos entre América y África, y somos el punto más al Sur de Europa. Podemos ser la plataforma de servicios y logística de ambos continentes, además de canalizar la cooperación al desarrollo con los países vecinos. Esta situación debe ser aprovechada, sin duda, por las empresas canarias.

5. El Servicio Canario de Empleo del gobierno de Canarias está haciendo un especial esfuerzo de colaboración con los agentes económicos y sociales para la formación de trabajadores. Por una parte, mantenemos una red de entidades colaboradoras destinadas a la promoción de una cultura emprendedora, con carácter general, con el objetivo de fomentar ese espíritu emprendedor. De modo que los emprendedores, quienes tienen un proyecto, dispongan de gabinetes especializados para la puesta en marcha y el desarrollo inicial de su idea empresarial.

Pero, además, este período de crisis económica ha incitado a que muchas personas desempleadas encuentren en el trabajo por cuenta propia su salida a la crisis. En el área de Empleo, hemos notado un incremento considerable de las solicitudes de subvenciones para el fomento del trabajo autónomo, y para la incorporación de desempleados como socios de cooperativas y sociedades limitadas laborales.

El Servicio Canario de Empleo dispone de los instrumentos adecuados. Los programas de fomento del empleo autónomo y de las entidades de eco-

nomía social, o la tramitación del pago único, cuando se llega al desempleo, son buena prueba de ello. En definitiva, en estos momentos podemos decir que estamos apoyando a los emprendedores vocacionales y a los emprendedores «forzados» por un devenir que nadie desea.

Desde el Servicio Canario de Empleo estamos destinando unos 20 millones de euros a políticas de fomento de la cultura emprendedora y a programas de ayudas directas a desempleados que quieren trabajar por cuenta propia, ya sea como autónomos o en empresas de economía social.

6. La ACIISI desarrolla un amplio programa de actuaciones para promover la diversificación económica basada en el conocimiento y la generación de empleo de calidad. De hecho, ha dado ayudas para innovación, formación y asesoramiento a más de 30.000 personas y empresas canarias.

En este sentido, este año duplicamos la línea de apoyo a la innovación con una dotación de 25 millones de euros en préstamos a las empresas canarias. En 2010 esta novedosa convocatoria tuvo una financiación de 11,5 millones de euros para la concesión de préstamos reembolsables destinados la creación y consolidación de empresas de base tecnológica y realización de proyectos tecnológicos y de innovación. Se estima que estas ayudas, unidas, entre otras, al fomento y la construcción de tres nuevos parques tecnológicos por valor de 150 millones de euros, darán trabajo, directa e indirectamente, a 10.000 personas y a 2.000 en el periodo de construcción, y propiciarán la radicación de unas 300 empresas de base tecnológica, lo que pone de manifiesto la apuesta de este gobierno por diversificar la economía canaria como herramienta clave de futuro. Además, tenemos programas innovadores para las PYME, como los bonos tecnológicos, las ayudas para proyectos de innovación empresarial y el programa de formación de gestores de la innovación, donde hemos dado formación a 8.600 personas para que introduzcan procesos de innovación en las empresas. Proyectos como el DILO, visitando a pie de calle a 23.000 PYME de ámbito rural; la red CIDE, con 24 centros de asesoramiento en materia de innovación en todas las Islas; los viveros de empresas de base tecnológica, con nuestras unidades de promoción de empresas; las ayudas a la constitución de *clusters* empresariales, etcétera.

7. Evidentemente, el apoyo y asesoramiento a las PYME con los programas que he mencionado. Pero eso se debe a que, en esta legislatura, hemos canalizado en una misma dirección todas las políticas de I+D+i del gobierno de Canarias, con la creación de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, que ha desarrollado una ingente actividad para promocionar y poner en valor los recursos públicos destinados a la I+D+i con ayudas a la carta para la innovación, el asesoramiento a empresas y la necesidad de la transferencia de conocimiento a nuestro tejido productivo por parte de universidades, centros e institutos de investigación…

8. Sí, absolutamente. En este mundo globalizado, el desarrollo tecnológico es fundamental para la competitividad de las PYME y su acción exterior. Debemos distinguir nuestros productos y servicios, y aprovechar nuestra posición geoestratégica entre tres continentes (Europa, América y África), así como el conocimiento que hemos desarrollado como islas alejadas y fragmentadas, con recursos naturales limitados, para sobrevivir sin ser absolutamente dependientes del exterior… En materia de desalación, al estar rodeados de mar, somos ya autónomos; en energías renovables, por nuestro sol y nuestros vientos; en astronomía, por la reconocida calidad de nuestros cielos; en microalgas o en el estudio marino; en biotecnología, en telecomunicaciones para superar nuestra fragmentación y alejamiento del continente europeo…

Por otro lado, el apoyo debe ser a los sectores tradicionales para que se modernicen, pero también conviene abrir nuevos nichos de negocio que pueden estar relacionados con las distintas disciplinas de investigación citadas.

9. Canarias tiene incentivos fiscales en I+D, si bien estamos analizando su renovación. En cuanto a subvenciones, en Canarias estamos teniendo un alto grado de concurrencia. No ocurre lo mismo a nivel nacional e internacional. Y es ahí donde debemos incidir.

10. Cada vez más, las personas se interesan por la ciencia y la tecnología. Eso es evidente a la vista de los avances tecnológicos que usamos diariamente. Antes era impensable tener una oficina móvil y ahora, quien más quien menos, realiza sus actividades diarias, laborales o personales, desde cualquier lugar a través de Internet, móviles y nuevos desarrollos tecnológicos. Por ello, dada la continua evolución de la era digital en la que estamos inmersos, la información es esencial. Tanto para los peligros que entrañan las TIC como para los numerosos beneficios que conllevan.

Juan José Sota Verdión
Consejero de Industria del Gobierno de Cantabria

1. Cantabria inició hace siete años una nueva etapa con el I Plan de Gobernanza del Gobierno de Cantabria, donde ya se identificó con claridad el objetivo de impulsar de forma decidida el desarrollo del sistema científico-técnico de la comunidad autónoma. El Plan Regional de I+D+i puso las bases y el apoyo económico suficiente para desarrollar una cultura del conocimiento hasta ese momento inexistente. En él se implicaba a la Universidad de Cantabria, al tejido industrial y las administraciones regional y central.

El desarrollo de ese Plan y del II de Gobernanza, en la actualidad en culminación, han conseguido que se haya avanzado desde los últimos puestos del país al grupo de las regiones que mayor esfuerzo están realizando, y más resultados están logrando, en el desarrollo de la I+D+i. Por ejemplo, en el año 2009, Cantabria continuó liderando el esfuerzo, tanto público como privado, en materia de I+D, a pesar del frenazo generalizado experimentado por la mayor parte de la comunidades españolas debido a la crisis económica. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, durante 2009 Cantabria registró un crecimiento de casi el 6 por 100 en las inversiones dedicadas a la investigación y el desarrollo, frente a un 0,8 por 100 de descenso en el esfuerzo de la media española. Sólo Navarra, con un 8,2 por 100 de crecimiento en 2009, superó a Cantabria. Sobre las cifras del PIB regional, Cantabria ha alcanzado el 1,2 por 100 de inversión, lo que nos pone por delante de regiones como Valencia, Galicia, Asturias, Castilla-La Mancha, Murcia o La Rioja.

En cuanto a los puntos débiles, sin duda, el tamaño de la región es uno de ellos. Precisamente por esa razón hemos optado por la especialización en campos donde ya disponíamos de bagaje científico y capacidades técnico-industriales. La focalización de la I+D+i de Cantabria en energías renovables, especialmente las marinas, tanto en *off shore* como en undimotriz (energía producida por las olas), además de en campos ligados a la biomedicina o las comunicaciones avanzadas, nos está permitiendo ser referentes en mercados nacionales e internacionales.

2. En primer lugar, los medios económicos, especialmente entre aquellos que estiman, erróneamente, que la innovación es un gasto, en lugar de una inversión de futuro. El tradicional distanciamiento entre universidad y empresa es otro de los factores a tener en cuenta. Por esta razón, las acciones diseñadas y aplicadas desde el gobierno de Cantabria intentan atacar a estos dos problemas con el apoyo técnico y económico necesario para animar a la inversión, y creando métodos y espacios físicos, el Parque Científico y Tecnológico situado en Santander es un buen ejemplo, donde los investigadores y los empresarios encuentren sinergias e intereses comunes.

3. La influencia de la Universidad de Cantabria y del Centro Tecnológico de Componentes ha sido crucial para nuestro actual grado de desarrollo. Los ya citados planes de desarrollo tecnológico impulsados por el gobierno de Cantabria ya concedían una importancia crítica del conocimiento en nuestro desarrollo económico. Creo que podemos asegurar que hemos conseguido estrechar significativamente la brecha existente entre universidad y empresa, porque ambos agentes han colaborado en el objetivo común de modernizar nuestro sistema productivo. Y hemos sido las administraciones central y regional quienes hemos puesto a su disposición los elementos necesarios para ese acercamiento. Por ejemplo, el *Cluster* de Energías Marinas, en el cual participamos la Administración, la universidad, el Centro Tecnológico y las empresas, tanto regionales como multinacionales, está demostrando su eficacia para aunar todos los eslabones de una cadena que ya ofrece productos de alta tecnología en este segmento de gran futuro.

4. La respuesta de las empresas ante el impulso iniciado desde la Consejería de Industria y Desarrollo Tecnológico ha sido muy positiva. Son los mismos empresarios quienes han comprendido que la innovación es el mejor camino para ganar competitividad. Por ejemplo, y citando de nuevo estadísticas oficiales, el esfuerzo de las empresas cántabras en la I+D+i en 2009 creció un 30,2 por 100, frente a un incremento medio en España de 8 puntos.

Respecto a la internacionalización, proceso prácticamente desconocido en Cantabria hace pocos años, también hemos dado un salto de gigante. No es sólo que la innovación permite competir en mercados internacionales muy exigentes, sino que una parte del tejido productivo cántabro ya dispone de una calidad en sus productos y servicios a la altura de cualquier exigencia internacional. El apoyo del gobierno de Cantabria a esta apertura, en países como China o zonas como Sudamérica, ha facilitado la expansión de muchas empresas y a otras les ha permitido sobrevivir a la fase más dura de la crisis económica. Algún dato actualizado sobre este asunto: las exportaciones acumuladas de Cantabria a lo largo del período

enero-octubre de 2010 totalizan 1.908,5 millones de euros, lo que supone un crecimiento del 24,2 por 100 en relación con el mismo período del año anterior, mientras que a escala nacional el crecimiento medio de las exportaciones en el período fue del 16,7 por 100. Estas son las cifras que nos animan a seguir en la actual línea de actuación.

5. (Sin respuesta)

6. De forma resumida, nuestra estrategia, diseñada y desarrollada en los últimos años, se sostiene sobre tres pilares muy concretos:

El eje del agua y la energía. En colaboración con la Universidad de Cantabria y las empresas, una de las apuestas más importantes de Cantabria es avanzar en la investigación y el desarrollo de las energías en el medio marino. Para ello, desde la Consejería de Industria y Desarrollo Tecnológico y la Sociedad para el Desarrollo de Cantabria, SODERCAN, hemos promocionado e impulsado estudios específicos para analizar el potencial investigador asociado a la universidad, así como las capacidades del tejido industrial cántabro. En ambos casos el resultado ha evidenciado la capacidad potencial que tanto en I+D como en el ámbito industrial tiene la región. Con todos estos elementos, se han identificado y diseñado proyectos de I+D con una clara orientación al mercado nacional e internacional.

El *Cluster* de Energías Renovables Marinas, que aglutina a más de 35 empresas y 11 agentes de la oferta tecnológica, es la materialización práctica de este modelo con clara orientación hacia el mercado. Asimismo, todo este modelo se sustenta en diversas infraestructuras tecnológicas de nivel internacional, como el Instituto de Hidráulica Ambiental y su Gran Tanque de pruebas –el mayor de Europa y el más avanzado del mundo–, los campos de pruebas de boyas experimentales de Ubiarco, la Virgen del Mar y Santoña, la Torre de Energías Renovables, etcétera.

Eje de la biotecnología. El Parque Científico y Tecnológico de Cantabria dispondrá en muy pocos meses de una instalación singular: El Instituto de Biotecnología y Biomedicina, en torno al cual vamos replicar el modelo ya probado con éxito en energías renovables. Este instituto, donde 200 investigadores de la universidad trabajarán en biotecnología aplicada, acogerá también a empresas, tanto en crecimiento como consolidadas, que marcarán la necesaria orientación al mercado de los trabajos de investigación y desarrollo.

Eje de las telecomunicaciones. Creación por parte de la Universidad de Cantabria de un Centro de Investigación / Innovación en el ámbito de las TIC, participado por el gobierno de Cantabria y el sector privado, a través de empresas tractoras. Con ámbito de especialización en ciudades inteligentes, concretamente en el proyecto *Smart Santander,* y en las tecnologías de intercambio de información entre máquinas, más conocido como el «Internet de las cosas».

7. (Sin respuesta)

8. En Cantabria, la mayor parte de nuestras empresas son PYME. Por tanto, todas las estrategias de apoyo al tejido productivo están dirigidas a este segmento mayoritario. Y aunque ningún sector es ajeno a posibles innovaciones, sí que dedicamos más esfuerzo a aquellos que se perfilan como de futuro. Las energías renovables, y de forma especial su obtención en el medio marino, es un ejemplo de ello. Las TIC o la biotecnología también son campos donde disponemos del conocimiento y de la base industrial necesaria. Y, por supuesto, incentivamos de manera decidida la agrupación empresarial, donde diferentes pequeñas industrias suman su conocimiento y pueden acudir conjuntamente a grandes proyectos nacionales o internacionales.

9. Tenemos que aceptar que aún son necesarios esos incentivos, pues es imprescindible animar a las empresas para que contribuyan con mayor inversión privada al sistema. El necesario apoyo se hace a través de la Consejería de Industria y Desarrollo Tecnológico y de la Sociedad de Desarrollo Regional de Cantabria, SODERCAN, que ponen todos los años a disposición de las empresas varias líneas de ayudas que suman varios millones de euros. El apoyo no sólo es económico, sino también técnico, y sirve para impulsar la participación en programas nacionales e internacionales.

10. La cultura científico-técnica en España tiene aún mucho camino para mejorar. Es un proceso lento, pero creo que se están dando pasos importantes. Los concursos con emprendedores y proyectos de base tecnológica, y, por supuesto, la necesaria labor divulgativa, son algunas de las herramientas que estamos utilizando. Aquí va a ser necesaria, y ya se produce, la colaboración del sistema educativo, ya que es en las primeras etapas formativas donde se puede poner en valor la importancia del conocimiento científico-técnico.

Nosotros sí estamos convencidos de que hay que ser más proactivos en la información sobre los efec-

tos de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y por eso hemos dispuesto en el Parque Científico y Tecnológico de Cantabria un espacio divulgativo de estas materias y de lo que hacen las empresas allí instaladas; lo hemos llamado ESPACIO CUBO. De todas formas, recientemente hemos comprobado con satisfacción que, en una encuesta sobre ciencia e innovación, los ciudadanos de Cantabria eran los españoles que mayor percepción tenían sobre estos asuntos.

María Luisa Araújo Chamorro
Vicepresidenta de Castilla-La Mancha y Consejera de Economía y Hacienda

1. Diría que el nivel de Castilla-La Mancha es el que le corresponde por historia y por tamaño. Por historia, nuestra tradición en investigación es corta, pero intensa. Hace poco más de 25 años que contamos con universidad regional, que ha sido un motor básico de nuestro crecimiento científico. En los últimos cinco años hemos prácticamente duplicado todos nuestros indicadores científicos: la inversión regional en I+D, el gasto en I+D según la encuesta del Instituto Nacional de Estadística (hemos sido la comunidad autónoma que más ha crecido según los dos últimos años publicados) o la participación en la Programa Marco de I+D.

Nuestro principal punto fuerte es, por tanto, la juventud y el empuje de nuestros actores de la investigación, el desarrollo y la innovación, que sin duda serán capaces de romper con la inercia de años anteriores en los que Castilla-La Mancha contaba con escasa representación en el mapa nacional de la I+D+i.

2. En primer lugar, el desconocimiento respecto del propio concepto de innovación; son muchas las empresas que han interiorizado el concepto de innovación, pero no son conscientes de ello. En segundo lugar, la percepción del riesgo; la innovación implica cambios en los procesos productivos y, por ende, existe un porcentaje de riesgo y ventura que no se sabe cómo afectará a las ventas. En tercer lugar, la financiación; en el caso de la innovación el resultado final, aunque «objetivable», tiene un componente de alto de riesgo, de ahí la dificultad de encontrar en ocasiones financiación en el mercado privado. En este sentido, se justifica más si cabe la intervención pública, con un mayor rango de tolerabilidad al riesgo por el bien superior que se pretende conseguir. A este respecto, el papel que están jugando en el ámbito estatal CDTI y en el regional las distintas agencias de desarrollo con fórmulas puras de capital riesgo, ayudas reembolsables a tipo interés reducido, están permitiendo corregir los desajustes del mercado.

3. La Universidad de Castilla-La Mancha fundamentalmente, y también la Universidad de Alcalá, o la UNED, ambas con campus en nuestro territorio, son un motor fundamental de desarrollo. También los centros tecnológicos regionales que cubren necesidades de sectores productivos estratégicos, o los centros públicos de investigación.

Todos ellos son un referente empresarial tanto geográfico como sectorial. Esto se pone de manifiesto con un dato revelador: en la convocatoria regional de ayudas a proyectos de I+D solicitados por empresa, más del 80 por 100 de los proyectos presentados tienen como socio tecnológico, al que subcontratan la I+D que necesitan, a la universidad regional y a un centro tecnológico o de investigación de Castilla-La Mancha.

4. La innovación no es la solución *per se*, sino la herramienta para lograrlo. Competitividad implica, en definitiva, maximizar del valor añadido/índice de satisfacción generado en el consumidor, al tiempo que se minimizan los costes de producción, reduciendo el coste unitario por producto. No debemos olvidar que el informe global sobre competitividad del *World Economic Forum* define claramente ésta basándose en doce pilares, entre ellos la innovación, como esencial para aumentar en el medio plazo los estándares de vida. En esa apuesta por la innovación, las empresas interiorizan en primer lugar esa cultura, la integran como elemento horizontal y apuestan por la mejora continuada como hilo conductor. En cuanto a la financiación, pasa claramente por destinar recursos tanto públicos como privados a la tarea de investigación y desarrollo como paso previo. En lo que se refiere al proceso de internacionalización, adquiere más virtualidad; al salir al exterior el producto/servicio se introduce en un mercado más competitivo y cambiante, de ahí la necesidad de una permanente capacidad de adaptación al medio, que sólo se consigue incorporando la cultura de la innovación a todos los procesos de toma de decisiones (elemento horizontal).

5. En los países desarrollados, el descenso de los costes de producción difícilmente se puede llevar a cabo vía reducción de los costes ligados a la mano de obra. En este sentido, la formación adquiere un carácter capital, puesto que aumenta el valor añadido por trabajador y por producto y, por ende, se

traduce en el aumento de competitividad. Los planes de formación intersectoriales de la economía social y los planes de formación sectoriales son dos de las herramientas que más pueden aportar precisamente en la formación de las capacidades del personal ocupado. El SEPECAM es un ejemplo de cooperación público-privada a este respecto. Las distintas actuaciones que por parte del gobierno regional se ponen en marcha para financiar parcialmente los costes empresariales de contratación de tecnólogos o doctores, asociados a proyectos de investigación y desarrollo que se llevan a cabo por las empresas, contribuyen también de manera significativa a mejorar las capacidades tecnológicas de las empresas, en este caso aumentando el perfil de formación media de sus trabajadores.

6. La estrategia se define claramente en el Plan Regional de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2005-2010, vigente en la actualidad. Entre los objetivos del plan destacamos dos novedades respecto al anterior: el fomento de la transferencia y la colaboración público-privada, y la excelencia como referencia permanente. Tras la finalización de este plan, estos objetivos se han conseguido plenamente a través de una mayor presencia internacional de los centros de investigación y las empresas de Castilla-La Mancha, ya sea en las convocatorias para financiación de la I+D+i, ya sea en los mercados. Actualmente, se encuentra en su última fase de elaboración en Nuevo Plan Regional de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2011-2015, que insistirá en objetivos similares: más personas, más empresa, más internacionalización.

7. Yo creo en el hecho de que una estrategia estatal en materia de innovación, acompañada de las estrategias regionales en sus distintas modalidades, es el elemento fundamental, puesto que se cuenta con una hoja de ruta clara. En este sentido, en Castilla-La Mancha hemos contado con el Plan Regional de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2005-2010.

Fruto del desarrollo de este plan, y centrándonos solamente en datos empresariales, ha sido que la financiación privada a actividades de I+D+i pase de representar en 2005 el 44 por 100 del total regional del gasto en estas actividades al 56 por 100 en 2008; alineándonos así con los objetivos europeos y nacionales que buscan que las actividades de I+D+i se financien en más del 50 por 100 con capital privado. Así mismo, se ha conseguido aumentar los retornos, en ese mismo período de tiempo, del Programa Marco vigente de la Unión Europea, de una media de 400.000 € anuales, a más de 3,5 millones de € en 2009, incremento producido principalmente por la participación de las pequeñas y medianas empresas.

Esto se ha conseguido a través de instrumentos específicos recogidos en el Plan y destinados a las empresas, como el programa de ayudas HITO, destinado a proyectos de investigación y desarrollo promovidos por empresas con colaboración de organismos públicos de investigación, o la selección de un «banco de expertos» con experiencia en gestión de proyectos de I+D+i para que, de forma gratuita, asesoren a los empresarios regionales sobre la mejor forma de gestionar las necesidades tecnológicas de sus empresas.

El PRINCET, ponía el acento en el incremento de recursos humanos y materiales, o la promoción de la innovación y la investigación empresariales, entre otros objetivos, y se materializaban en los siguientes instrumentos que destacamos, con el siguiente impacto desglosado por indicadores.

INDICADORES DE LA EVOLUCIÓN DE LA I+D+i EN CASTILLA-LA MANCHA

	2005	*2009*	*Variación 2005-09 (porcentaje)*
Porcentaje sobre el total nacional del Retorno de los Programas Marco de la Unión Europea (VI y VII PM)	0,4	0,9	122
Gasto total en I+D (millones de euros)	127	266	110
Porcentaje del sector privado en el gasto total en I+D	43,8	56,2	28
Gasto en I+D por habitante y año (en euros)	66	128	99
Gasto en I+D en porcentaje del PIB	0,4	0,72	72
Gasto en innovación en porcentaje del PIB	0,56	0,81	44
Inversión en I+D en los presupuestos regionales (millones de euros)	40	91,5	129
Porcentaje del presupuesto regional destinado a I+D	0,59	0,95	61
Personal destinado a I+D	2.269	3.242	43
Investigadores	1.336	1.790	34
Patentes	79	77	-2,5

Instrumentos:

— Ayudas a la investigación empresarial directas o coordinadas con programas nacionales.

— Ayudas a la investigación básica y orientada en el sistema público de ciencia y tecnología.

— Ayudas para la internacionalización y mayor presencia en el plan nacional de I+D de los agentes regionales.

— Ayudas para la formación doctoral y posdoctoral.

— Financiación de los centros tecnológicos.

— Desarrollo de infraestructuras científicas: parques científico-tecnológicos; y construcción y equipamiento de centros de investigación.

8. Por supuesto, la definición de campo temático es más adecuada que la de sector de actividad. En el caso de la nueva estrategia regional en materia de I+D+i, la definición de estos campos se ha tratado de hacer en consonancia con los definidos en el Plan Nacional, así como con los del VII Programa Marco de la Unión Europea, a saber: 1) ciencias sociales y humanidades; 2) ciencias ambientales; 3) ciencias físicas, ciencias químicas y matemáticas; 4) salud; 5) agricultura, alimentos y biotecnología; 6) tecnologías de la información y la comunicación; 7) materiales; 8) ingenierías civil e industrial, y 9) energía.

9. El uso de la desgravación fiscal a la I+D, como una herramienta más para financiar los costes de los proyectos, aún debe ser fomentado en Castilla-La Mancha. Conocemos que las empresas que habitualmente participan en actividades de I+D+i la conocen y la usan de forma adecuada. No es el caso de aquellas que participan de forma más puntual en estas actividades. Estas últimas resuelven sus necesidades fiscales a través de gestorías que no suelen contemplar los beneficios de la I+D. Desde distintos estamentos del Gobierno Regional, se están llevando a cabo diversas ofertas formativas y de gestión, con el fin de difundir entre nuestros empresarios las posibilidades de la desgravación fiscal a la I+D como complemento a la financiación de los proyectos de investigación.

En cuanto a las subvenciones, el conocimiento y uso se puede considerar aceptable. Nuestro objetivo para los próximos años es dar a conocer con mayor profundidad las posibilidades de coordinación y cofinanciación entre las ayudas europeas, nacionales y regionales, junto con su componente transversal: por ejemplo, la coordinación entre las ayudas europeas a la I+D y ayudas a la posterior comercialización internacional de los productos innovadores.

10. En las encuestas que nosotros mismos llevamos a cabo, junto con la información que aparece regularmente en prensa, se observa que la sociedad da cada vez más importancia a los avances científicos como necesarios para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Esta valoración debe ser fruto de un conocimiento cada vez mayor y mejor de «cómo funciona la ciencia» y de «qué beneficios nos reporta», que debe ser promovido desde las edades más tempranas.

Las actuaciones deben, por tanto, empezar en los centro educativos y extenderse a la sociedad en general, con acciones concretas como las «semanas de la ciencia», las jornadas de puertas abiertas de los centros de investigación, o las apuestas por la creación de «unidades de ciencia», que, de forma estable, sirvan para «traducir» los resultados científicos desde los investigadores al público en general.

Tomás Villanueva Rodríguez
Vicepresidente Segundo de la Junta de Castilla y León y Consejero de Economía y Empleo

1. Durante la última década, Castilla y León ha llevado a cabo una profunda transformación en materia de I+D+i. Hace diez años nuestra comunidad autónoma ocupaba el duodécimo puesto a escala nacional en esfuerzo tecnológico, mientras que en la actualidad nuestra posición en el *ranking* nacional oscila entre los puestos quinto y sexto. Así lo corrobora también la última encuesta de innovación tecnológica en las empresas, que sitúa a Castilla y León a la cabeza de las comunidades autónomas en la evolución de esta variable, ya que el gasto en innovación tecnológica empresarial en nuestra región ha crecido a una media del 17 por 100 anual durante el periodo 2003-2009, mientras que en España este crecimiento ha sido del 7 por 100.

Nuestra comunidad autónoma ha realizado una apuesta firme y decidida por la potenciación del papel de la universidad en el sistema de I+D+i regional, por la creación y consolidación de una muy competitiva red de centros tecnológicos y por la generación de infraestructuras empresariales y tecnológicas. Asimismo se han desarrollado tres par-

ques tecnológicos que albergan en la actualidad a casi 200 empresas de base tecnológica.

Como puntos fuertes del sistema de I+D+i de nuestra comunidad autónoma, podríamos destacar: el firme compromiso de nuestro sector empresarial en su apuesta por la I+D+i como herramienta de competitividad; el desarrollo de políticas públicas continuadas de apoyo a la I+D+i en la región (desde el ejercicio 2008, en los presupuestos de la Comunidad se destina el 3 por 100 de sus recursos a materias de I+D), y la disponibilidad de recursos humanos de alta cualificación e infraestructuras científicas y tecnológicas. Entre los aspectos a reforzar podríamos señalar: la necesidad de potenciar la colaboración público-privada; aumentar el número de empresas innovadoras (a pesar de encontrarnos ya por encima de la media nacional en este sentido, según datos del INE); intensificar el desarrollo de iniciativas y proyectos tractores de cooperación en los sectores considerados estratégicos para la región, y trabajar en aportar soluciones adecuadas de financiación para las empresas innovadoras de la región.

2. En el momento económico actual, las empresas innovadoras están muy condicionadas por las restricciones financieras, en general, y crediticias, en particular. En este sentido, consideramos que los principales retos a los que debemos hacer frente para consolidar y mejorar nuestro sistema de innovación serían:

— En primer lugar, continuar trabajando en iniciativas tractoras de colaboración entre empresas, y entre empresas y universidades, centros de investigación y centros tecnológicos. Castilla y León ha experimentado una sustancial mejora en este aspecto, pero consideramos que es necesario seguir potenciando la colaboración dentro de nuestro sistema de innovación.

— El segundo de los elementos en los que consideramos que hay que continuar desarrollando esfuerzos es en el aumento de la disponibilidad de recursos humanos cualificados, tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista de gestión de la innovación.

— Y en tercer lugar, otra de las barreras para nuestras empresas en lo relativo a la innovación es la dificultad del acceso al crédito y la financiación para el desarrollo de proyectos de I+D+i. Durante estos años, hemos trabajado desde la Administración regional para generar herramientas y productos financieros adecuados para el desarrollo de la innovación empresarial, pero consideramos que es absolutamente necesario que los bancos y las demás entidades de crédito trabajen en esta misma línea: facilitar financiación para empresas y proyectos innovadores.

3. Consideramos que la red de centros tecnológicos de Castilla y León ha jugado, al igual que los grupos de investigación de las universidades, un papel de gran relevancia en el desarrollo de la I+D+i en nuestra región.

Aunque siempre es deseable un mayor nivel de colaboración entre las empresas y este tipo de organismos, los centros tecnológicos ya trabajan día a día con las empresas de la región y colaboran en proyectos cada vez más ambiciosos en un amplio abanico de materias y sectores considerados estratégicos para nuestra comunidad autónoma.

De la misma manera, durante los últimos años hemos asistido a un creciente nivel de colaboración entre los grupos de investigación de las universidades y las empresas de la región. En la actualidad, esta colaboración se está reflejando en numerosos proyectos nacionales e internacionales de alto nivel y en la incorporación de personal de alta cualificación a las empresas de la región.

De cualquier modo, el aumento de esta colaboración universidad-empresa es uno de los elementos que consideramos fundamentales para el desarrollo de nuestra comunidad, al que estamos dedicando especial atención dentro de nuestras políticas de innovación. Así, Castilla y León ha sido pionera, a escala nacional, en la elaboración y puesta en marcha de una estrategia regional universidad-empresa, que está permitiendo movilizar más de 150 millones de euros para esta colaboración en el periodo 2008-2011.

4. Consideramos que la innovación es un elemento básico para la mejora competitiva de nuestras empresas, y de hecho éste es uno de los ejes fundamentales de nuestra política económica e industrial. Creemos que la innovación es una de las herramientas más útiles para que nuestras empresas puedan competir en el actual entorno de economía globalizada. En este sentido, entendemos que debemos llevar a cabo una apuesta continuada por la innovación empresarial y que el futuro de nuestra economía depende en buena medida de la capacidad que tengan nuestras empresas para innovar. Creemos que para llegar al nivel de las regiones europeas más desarrolladas debemos trabajar con el objetivo de duplicar el número de empresas innovadoras, y en esta dirección es en la que estamos trabajando actualmente.

En lo relativo al proceso de internacionalización, se trata de otro de los ejes básicos de nuestra política económica e industrial. Así, estimamos que la internacionalización de la I+D+i es básica para el desarrollo económico regional, por lo que Castilla y León fue pionera al incorporar un eje específico de internacionalización de la I+D+i dentro del II Plan de Internacionalización de Castilla y León. En esta línea de trabajo, estamos llevando a cabo una apuesta decidida por aumentar la participación de nuestro sistema de innovación regional en las iniciativas y programas de I+D+i europeos e internacionales. Asimismo, estamos apoyando actuaciones en materia de colaboración y de transferencia de tecnología a escala europea e internacional, con el objetivo de que nuestras empresas colaboren con los líderes europeos e internacionales.

5. La formación y cualificación de los trabajadores es un elemento fundamental para la mejora tecnológica y competitiva de nuestras empresas. De hecho, consideramos que la disponibilidad de recursos humanos es el elemento fundamental para la mejora competitiva.

Desde la Junta de Castilla y León se están acometiendo distintas iniciativas con el propósito último de aumentar la formación y la capacitación del personal técnico de las empresas, así como de facilitar la incorporación de personal cualificado a las empresas innovadoras de la región.

Los programas de apoyo van desde la formación continua en la empresa a la incorporación de personal técnico de alta cualificación a empresas de componente innovador, pasando por la formación de gestores de I+D+i y su incorporación a las empresas innovadoras de la región.

6. Resumir de forma breve todas las líneas de actuación de la Junta de Castilla y León en materia de política tecnológica resulta, cuando menos, complejo, pero si tuviéramos que enumerar las líneas de trabajo más relevantes podríamos decir que son aquellas orientadas al apoyo del desarrollo en materia de innovación empresarial, a la colaboración público-privada, a la formación e incorporación de personal cualificado y a la financiación de la I+D+i.

En lo relativo al apoyo a la innovación empresarial, hemos de decir que Castilla y León cuenta con una amplia oferta de líneas de ayuda al desarrollo de proyectos de I+D+i empresarial, tanto a escala individual como en la colaboración entre empresas y centros de investigación. En este mismo sentido, desde la Junta de Castilla y León se trabaja para que nuestras empresas innovadoras puedan acceder a programas nacionales, europeos e internacionales dirigidos a apoyar el desarrollo de proyectos de I+D+i en nuestra comunidad autónoma. Este apoyo a la I+D+i empresarial se completaría con la consecución de una mayor disponibilidad de suelo industrial y de infraestructuras empresariales y tecnológicas.

En la línea del fomento de la colaboración público-privada y de la colaboración universidad-empresa, que consideramos un elemento básico de nuestra política tecnológica, la Estrategia Universidad - Empresa de Castilla y León recoge toda una serie de actuaciones orientadas a activar y consolidar la oferta científico-tecnológica de las universidades y centros de investigación y a conectar estas capacidades con la demanda empresarial de la región.

La Administración regional trabaja además en la formación técnica de personal en las empresas de la región y en facilitar la incorporación de recursos humanos de alta cualificación a las empresas innovadoras de la región, tanto a nivel técnico como de gestión de I+D+i.

7. Consideramos que la apuesta sostenida por la innovación como eje fundamental dentro de nuestra política económica ha sido, probablemente, el principal instrumento que ha contribuido al desarrollo en materia de innovación en nuestra comunidad autónoma.

La apuesta política de nuestra región por la innovación se ha plasmado en la puesta en marcha de sucesivos planes y estrategias que han contribuido a consolidar y potenciar nuestro sistema de innovación regional. Así, podemos destacar la Estrategia Regional de I+D+i (ERIDI), la Estrategia Universidad-Empresa de Castilla y León o la incorporación de la innovación al II Plan de Internacionalización.

Ligado con todas estas actuaciones legislativas, otro de los elementos fundamentales ha sido la puesta en marcha de entidades públicas de apoyo a la innovación que, con una filosofía más específica y de orientación a la innovación empresarial, están permitiendo que el sistema de innovación de Castilla y León esté cada vez mejor posicionado en los ámbitos nacional, europeo e internacional, y que hayamos podido desplegar una política de apoyo a la innovación empresarial, a los recursos humanos y a la financiación de la innovación más moderna y cercana a las necesidades de nuestras empresas.

En esta línea, desde el ejecutivo autonómico se está trabajando para unificar todas las entidades pú-

blicas dirigidas al apoyo de la innovación empresarial en torno a un único ente, que se espera poner en marcha durante el año 2011, y que, estamos seguros, será un elemento efectivo para el apoyo a la innovación empresarial regional.

8. Consideramos que, en cierta medida, es necesario que las políticas de I+D+i tengan especial orientación hacia las PYME de la región, puesto que ellas constituyen la mayor parte de nuestro tejido empresarial y, además, se enfrentan a mayores dificultades a la hora de acometer procesos innovadores.

Desde la Junta de Castilla y León, estamos haciendo especial hincapié en las necesidades y características de las PYME, especialmente en lo relativo al apoyo a proyectos de I+D+i, a la formación e incorporación de recursos humanos cualificados y al acceso a la financiación para las actividades de I+D+i.

En lo relativo a los sectores de actividad, consideramos que es básico que nuestra comunidad autónoma concentre sus recursos en aquellos ámbitos que se consideran de mayor importancia o potencial para nuestro sistema económico. Así, Castilla y León ha llevado a cabo una ambiciosa política sectorial que está permitiendo configurar agrupaciones empresariales innovadoras (*clusters*) en aquellos sectores considerados estratégicos para nuestra comunidad autónoma, al igual que enfocar de forma más eficiente nuestras políticas industriales y de I+D+i a las necesidades de cada sector.

9. Consideramos que las empresas son cada vez más conocedoras y usuarias de los incentivos fiscales en materia de I+D, y creemos que éstos son importantes para el desarrollo de la innovación empresarial. Es posible que el actual esquema de incentivos se tenga que someter a alguna modificación, pero creemos que, a través del mismo, se incentiva de forma directa a las empresas para que apuesten por la innovación como herramienta de competitividad, por lo que son interesantes, deben mantenerse e incluso potenciarse.

En lo relativo a las subvenciones, creemos que han tenido y tienen un papel relevante en el apoyo al desarrollo de proyectos de I+D+i, pero sabemos que en la actual situación de restricción financiera es cada vez más necesario trabajar con esquemas de financiación de la innovación empresarial más flexibles y adecuados a las necesidades de nuestras empresas, ya sea a través de préstamos o de otras medidas que permitan un acceso adecuado a la financiación de la innovación.

10. En este ámbito, creo necesario hacer una reflexión que considero muy importante. Castilla y León en particular, y España en general, deben realizar un esfuerzo continuado por hacer llegar la evolución en materia de I+D+i a la sociedad en general. España es la novena potencia mundial en investigación, y debe trabajar por serlo también en innovación empresarial aplicada, pero uno de los elementos fundamentales para que este desarrollo en I+D+i sea totalmente aprovechable por nuestro sector empresarial es que la sociedad civil tenga una percepción real de la apuesta que desde la empresas y las administraciones públicas se hace, y se debe hacer, por la innovación como motor de riqueza.

Creemos que un mayor nivel de conocimiento de la sociedad en este ámbito es fundamental para mejorar la consideración del modelo de innovación, para fomentar la labor emprendedora y, en definitiva, para mejorar la formación de los recursos humanos necesarios para el desarrollo económico de nuestro país y nuestra región.

El sector público debe y puede aprovechar su papel en el ámbito de la I+D+i, y para ello es necesario contar con el apoyo de la sociedad.

F. Xavier Mena

Consejero de Empresa y Ocupación de la Generalitat de Catalunya

1. Cataluña, mediante un modelo internacionalmente competitivo de investigación universitaria y no universitaria (Centros de Investigación de la Generalitat, red CERCA) ha superado recientemente a países como Austria o Finlandia en indicadores de producción científica (1), pasando a significar más de la cuarta parte de la producción científica de España (26,1 por 100), a su vez noveno país del mundo en dichos indicadores. Los puntos fuertes del sistema de ciencia y tecnología, pues, pasan por la consolidación de un incipiente modelo científico de excelencia, especialmente representado por los centros CERCA: Instituto de Ciencias Fotónicas, Centro de Regulación Genómica, Instituto Catalán de Ciencias Químicas, etc... (2). El punto débil es que dicha producción científica no ha desbordado a la economía ni en forma de creación de nuevas empresas de base tecnológica, ni en significativos contratos bajo demanda industrial que generen substanciales ventajas competitivas empresariales.

2. La *innovación* se diferencia de la simple *mejora* en el grado de riesgo-proyecto. Los proyectos

de mayor incertidumbre suelen conllevar, a su vez, mayores posibilidades de generar ventajas competitivas y barreras de entrada a la competencia si se desarrollan con éxito. Si además incorporan tecnología, pueden permitir a la empresa operar en condiciones de monopolio por disponer de tecnología propia (*know-how* único) y, eventualmente, por disponer de exclusividad legal sobre la explotación de dicha tecnología mediante mecanismos de protección de la propiedad industrial. No obstante, de las propias ventajas de la innovación se derivan los principales obstáculos de las empresas para innovar:

— Una cultura directiva poco propensa al cambio. Los equipos directivos están acostumbrados a *explotar* el negocio tradicional, operando en mercados conocidos, con productos maduros y procesos estables. La *exploración* de nuevas tecnologías y nuevos modelos de negocio, o el desarrollo continuado de nuevos productos requiere a menudo otros perfiles directivos, otros sistemas y otros procesos empresariales. Cabe sensibilizar y formar directivos en metodologías específicas de innovación.

— Una lógica aversión al riesgo-proyecto, que tiende a concentrar las inversiones en proyectos de continuidad (de *explotación* del negocio clásico). En este sentido, la dotación de instrumentos públicos (fiscalidad, ayudas directas, créditos blandos) para el impulso a proyectos de mayor riesgo empresarial (cambio de modelo de negocio, desarrollo de nuevas tecnologías) supone un claro estímulo a la innovación mediante una disminución del riesgo-proyecto.

De todas maneras, la aceleración en los cambios que generan la globalización de los mercados y el rápido acceso a la información minimiza estos obstáculos en el caso de muchas empresas, que necesitan de la innovación y de la diferenciación estratégica como alternativa competitiva.

3. Cataluña ha desarrollado en los últimos años la red TECNIO, formada por un centenar de organismos dedicados a la investigación industrial y el desarrollo tecnológico bajo contrato con la industria. Dicha red está integrada por grupos de investigación universitarios (altamente especializados en tecnologías específicas) y centros tecnológicos (provenientes de organizaciones empresariales, con enfoque pluridisciplinar y elevada capacidad de *project management*). TECNIO dispone de más de 3.000 profesionales de la universidad o de centros tecnológicos que dan servicio a unas 7.000 empresas, y que generaron unos ingresos de 146 M€ en proyectos de I+D empresarial en 2009, con incrementos del 20 por 100 en los últimos años.

Los incentivos a la I+D empresarial, por otro lado, se han concentrado en Cataluña, en los últimos años, en el impulso a grandes proyectos cooperativos, de elevada masa crítica, que superen una rigurosa evaluación científico-técnica para abordar retos tecnológicos industriales de última generación. Dichos incentivos siguen la línea de los formatos de la UE (VII Programa Marco) o del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), constituyendo una corriente de fondo común en los formatos de política pública tecnológica. La experiencia demuestra que, una vez se dispone de los incentivos oportunos, las empresas —incluso las PYME— cooperan entre ellas y con centros de investigación o universidades. Cataluña ha impulsado, desde 2008, 106 grandes proyectos cooperativos (más de 1 M€ de presupuesto), movilizando 269 M€ en desarrollo de alta tecnología en consorcios industriales.

4. La innovación es un *proceso de diferenciación estratégica*. Las empresas innovan para diferenciarse. Cuando se desarrolla proceso o producto diferencial en el mercado, se está introduciendo una *novedad* en éste, luego se está innovado. Y la opción competitiva básica en mercados sofisticados, saturados, dinámicos y turbulentos como los actuales es la diferenciación permanente en producto o proceso. Luego la innovación sistemática es la opción estratégica básica para competir con éxito.

Las inversiones en innovación, por otro lado (y especialmente en tecnología), cada vez son mayores y deben amortizarse en ciclos de tiempo menores (por la propia dinámica hipercompetitiva de los mercados). Por ello, cada vez más se requieren grandes mercados (internacionales) para amortizar rápidamente las inversiones en innovación. Y difícilmente se puede competir en el mercado internacional sin productos innovadores.

5. La formación de trabajadores es clave para mejorar las capacidades tecnológicas de las empresas. Existen programas específicos de formación de gestores de proyectos internacionales (VII Programa Marco), ofrecidos desde ACCIO, o, de forma más genérica, ayudas para la contratación de personal investigador y realización de tesis doctorales en empresas (Programa TALENT-EMPRESA, gestionado por la agencia de investigación del gobierno catalán, TALENCIA) (3).

6. Desde la *demanda*:

— Programas de introducción a la innovación. La innovación es un concepto emergente de *management* que incorpora nociones de estrategia, teoría organizativa, *marketing* y tecnología, entre otros, y que requiere de procesos de gestión específicos (desarrollo de producto, incorporación de diseño industrial, estrategia tecnológica, gestión de la I+D…). Especialmente la PYME requiere de programas de sensibilización, formación e incentivos al primer proyecto de I+D.

— Programas de asesoramiento tecnológico, asesoramiento a la estructuración de proyectos de alta tecnología y búsqueda de financiación, ofrecidos de forma gratuita por especialistas (asesores tecnológicos) en diferentes campos de la tecnología (*manufacturing*, química, alimentación, ciencias de la vida, nuevos materiales, tecnologías de la información, etcétera).

— Programa de creación de núcleos de alta tecnología: impulso a grandes proyectos consorciados de I+D, de muy alta calidad científico-técnica y elevado riesgo. Disposición de incentivos para la creación de consorcios industriales de elevada masa crítica (> 1 M€) con la finalidad de abordar proyectos de muy alta tecnología, junto con universidades y centros tecnológicos. La finalidad es constituir «núcleos» de confianza entre empresas que continúen trabajando juntos una vez superado el proyecto inicial, atrayendo nuevos fondos del Estado o de la Unión Europea.

Desde la *oferta*:

— Creación de la red TECNIO, que agrupa el conjunto de organismos (públicos y privados) que prestan servicios de investigación industrial. Dicha red se financia, parcialmente, contra resultados competitivos de contratos empresariales, generación de nuevas capacidades científicas al servicio de la industria, y atracción de fondos externos (VII Programa Marco de la UE o programas del Plan Nacional de I+D).

— Impulso a nuevas empresas de base tecnológica (NEBT): disposición de créditos blandos para las fases *early-stage* de nuevas empresas surgidas de entornos científicos y tecnológicos, así como provisión de servicios de asesoramiento y búsqueda de nuevas rondas de financiación (*business angels* o capital riesgo).

7. El despliegue de la red TECNIO y el programa de creación de núcleos de alta tecnología, explicados en los apartados anteriores.

8. Son necesarias políticas de sensibilización, acompañamiento y apoyo a la financiación al primer proyecto de I+D en cooperación con centros de investigación o tecnológicos (para romper barreras de entrada y generar confianza entre los agentes) o, en su caso, al cambio de modelo de negocio, proyecto que supone el máximo nivel de innovación empresarial. No creemos, sin embargo, que existan sectores ganadores a priori. Existen estrategias de éxito en todos los sectores.

9. El incentivo fiscal es un instrumento que actúa, de hecho, como *premio* más que como *incentivo.* Supone la excepción de una parte de los impuestos del ejercicio una vez liquidada la cuenta de explotación del mismo (es decir, a posteriori). La experiencia demuestra que ha significado un potente instrumento de atracción de proyectos internacionales (España tiene uno de los marcos fiscales a la I+D más atractivos de la OCDE) para grupos empresariales multinacionales que disponen de recursos y han de tomar decisiones de ubicación de centros y proyectos de I+D. Pero, en la medida en que no es un instrumento de financiación a priori (no provee los recursos económicos al inicio del proyecto), y que requiere un sofisticado nivel de gestión (contabilidad analítica, posible certificación previa etc.), no ha sido utilizado profusamente por la PYME.

La subvención es oportuna para reducir el riesgo empresarial en proyectos específicos, de muy alta incertidumbre (investigación industrial o desarrollo experimental). Supone, de hecho, una co-inversión a riesgo con el empresario. Si se ofrece en condiciones de anticipo, permite disponer de recursos de arrancada al proyecto.

La financiación (crédito) es oportuna para proyectos con elevada visibilidad de mercado y baja incertidumbre (industrialización de la innovación), especialmente cuando se exigen garantías o avales bancarios a la empresa. Cuando el empresario percibe una elevada probabilidad de éxito en el proyecto, es aconsejable prestar el recurso público en condiciones de retorno.

10. Es absolutamente crítico construir una sociedad sensible a la ciencia, la tecnología, la innovación y el espíritu emprendedor. La difusión y la divulgación de casos de éxito empresarial e historias de iniciativa emprendedora contribuyen decisivamente a la generación de un nuevo referente social y empresarial, catalizador del cambio cultural necesario para generar una economía innovadora y competitiva. De esta manera, se consigue también

inculcar valores como el esfuerzo y el trabajo cooperativo en nuestra población más joven, que sin duda será la responsable de canalizar, a medio y largo plazo, el cambio de modelo productivo.

NOTAS

(1) http://www.gencat.cat/diue/noticies/36716894.html

(2) http://www,gencat.cat/diue/ambits/ur/recerca/sistema_cat/centres/cerca/index_es.html

(3) http://www10.gencat.cat/agaur_web/AppJava/a_beca.jsp?categoria=recerca&id_beca=16801

María Dolores Aguilar Seco
Vicepresidenta Segunda y Consejera de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura

1. Para poder responder a esta pregunta, es obligado hacer un ejercicio de reflexión y tener en cuenta el punto de partida. El punto de partida, que incluso podría remontarse a los años sesenta, cuando Extremadura perdió casi el 50 por 100 de su población debido a la emigración, muchas veces por parte de las personas más cualificadas, lo podemos situar en el principio de los años ochenta, cuando prácticamente el 80 por 100 de la población carecía de estudios básicos. Hoy, apenas treinta años después, una parte importante de esas generaciones ha tenido que adaptarse a unos tiempos en los que la telefonía ha pasado de fija a móvil, más de la mitad de nuestros hogares poseen ordenador y la mayoría de ellos acceso a Internet, con una proporción alta de acceso con banda ancha, con unas empresas que tienen en su práctica totalidad ordenador y acceso a Internet, un porcentaje importante también con página web,... En poco tiempo los cambios sociales han sido notables, y nuestra población, una población que en principio podría pensarse que no estaba preparada para estos cambios, ha demostrado sí estarlo. La educación ha sido básica para poder afrontar estos cambios con garantía de sostenibilidad, para poder justificar el esfuerzo económico hecho por las administraciones públicas. Es lógico que hoy aún el mayor gasto en investigación y desarrollo en nuestra comunidad autónoma lo sigan haciendo las administraciones públicas, porque aún somos una región en convergencia y tenemos que seguir dotándonos de infraestructuras, tanto de ingeniería civil como las relativas al conocimiento y al desarrollo científico y tecnológico. Este sería el mayor punto fuerte de nuestra comunidad autónoma, el decidido apoyo por parte de la Administración regional al desarrollo científico y tecnológico de nuestra comunidad autónoma, no sólo en lo que a financiación se refiere (somos la segunda comunidad autónoma española con mayor esfuerzo sobre el PIB en gasto público en I+D), sino también legislativamente, con la reciente aprobación de la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación de Extremadura. Por el contrario, el mayor punto débil es el escaso compromiso del sector empresarial en ese esfuerzo inversor en I+D, pero para superar esta debilidad aún nos queda mucha pedagogía que hacer, lo que incluye dar las facilidades necesarias a las empresas para que éstas tengan la dimensión adecuada para emprender las actividades de I+D+i que la nueva economía va a requerir de ellas para ser competitivas en un mercado global como es aquel en el que nos movemos.

2. El principal problema que tenemos en nuestra región es el tamaño de nuestras empresas. Más del 95 por 100 de ellas tienen menos de diez asalariados; eso significa que, de entrada, ya ni siquiera entran a formar parte del universo cubierto por la *Estadística de innovación empresarial* que realiza el Instituto Nacional de Estadística.

3. El centro de conocimiento por excelencia es la universidad. No sólo por su capacidad de generación del mismo, sino por su capacidad de atracción. Sin la universidad no hubiera sido posible atraer a Extremadura a grandes multinacionales como INDRA e IBM, que han impulsado la inversión empresarial en I+D+i en nuestra región. Es obvio que si no existiera una conexión entre universidad, centros tecnológicos y mundo empresarial el posible retorno para la sociedad del esfuerzo público en I+D+i se quedaría en nada. Por eso, desde Extremadura apostamos por el Modelo Innoveex, en el que las empresas se asocian en *clusters* empresariales de manera que éstos puedan expresar, de una manera conjunta, sus necesidades de investigación a los centros tecnológicos que tienen asociados, que están en permanente sintonía con la Universidad de Extremadura, a la vez que también se encuentran en redes de conocimiento con otras universidades y centros tecnológicos, tanto nacionales como internacionales. Prueba de ello es el Proyecto RITECA, cuyo objetivo general es la creación de un marco de colaboración entre instituciones de Portugal, de las regiones Centro y Alentejo, y de Extremadura en el ámbito de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación que faciliten y aceleren el acercamiento de estas regiones al cumplimiento de los objetivos de Lisboa de la Unión Europea, y está financiado con fondos europeos transfronterizos.

4. Hablar de empresas implica hablar de internacionalización. Tenemos que asumir que el merca-

do extremeño es pequeño para una empresa que quiera ser competitiva. Para ser competitivo hay que tener tamaño, y para tener tamaño hay que tener mercado; hoy por hoy el mercado no tiene fronteras, lo cual no significa que no tenga barreras. No digo que una empresa no pueda ser competitiva en un momento dado, pero es difícil mantener esa competitividad sin invertir en I+D+i y tener un plan de empresa sólido con estudios de mercado,... Y esto requiere un tamaño. Lo obsoleto, salvo modas *vintage* pasajeras, no vende, y el cambio significa innovar, y para eso hay que investigar, probar, desarrollar,... Sin innovación no puede haber mejora de competitividad.

5. La tecnología cambia día a día, y para asimilar ese cambio son necesarias dos cosas: predisposición y formación. El papel de las administraciones públicas es garantizar la formación, pero también hacer la promoción necesaria de sus bondades para facilitar la predisposición. En nuestra comunidad autónoma, gracias entre otras cosas al importante papel del Fondo Social Europeo en lo que a formación se refiere, existen múltiples modalidades para poder satisfacer estas obligaciones de la Administración regional. Desde planes formativos específicos para los *clusters* empresariales, formación continua tanto de empresas como de los propios funcionarios públicos, hasta programas para incorporar tecnólogos ya formados a las empresas.

6. En un territorio como el nuestro, con gran extensión y baja densidad poblacional, uno de los aspectos básicos a garantizar es la conectividad. Un buen acceso a las redes es fundamental no sólo desde un punto de vista económico, sino también social, para evitar que pueda producirse una brecha digital en nuestra sociedad. En este sentido, una de nuestras prioridades es la extensión de nuestra propia red de fibra óptica a lo ancho y largo del territorio regional. Por otro lado, y en consonancia con la iniciativa europea en el marco de la Estrategia 2020, vamos a desarrollar una Agenda Digital para Extremadura que nos permita abordar con garantías, desde el rigor y la programación, los retos que la sociedad digital nos demanda.

7. Por un lado, la Universidad ha sido fundamental en el desarrollo socioeconómico reciente de nuestra comunidad autónoma. La educación, el conocimiento, es la base de la I+D+i, y sin nuestra universidad no hubiera sido posible alcanzar las cuotas que, en este momento, tenemos en inversión en I+D+i. Por ello, yo creo que es justo, aunque peculiar, considerar a la universidad como un instrumento público de I+D+i. Por otro lado, la constitución de los *clusters* empresariales, alrededor de los cuales se concentran las necesidades de investigación e internacionalización de empresas de un mismo sector, ha contribuido a propagar la idea de que es necesario invertir en I+D+i para poder ser competitivos en el mundo actual. Para esto ha sido fundamental contar con empresas importantes de gran tamaño en estos *clusters*, que han ejercido como tractoras en muchas ocasiones.

8. De acuerdo a la definición de PYME, el 99 por 100 de nuestras empresas lo son, de manera que ayudar a la PYME es ayudar a Extremadura. El avance de la tecnología va un paso por delante de lo que somos capaces de asimilar y utilizar. No podemos dejar que el número de pasos aumente, y si para eso es necesario ayudar a nuestras PYME vamos a estar a su lado. En este sentido, es justo valorar el trabajo que se está haciendo desde RED.ES, con quien tenemos convenios específicos de ayuda tecnológica para las PYME extremeñas. Además, estas ayudas se están realizando sobre sectores específicos, cuya elección se basa en estudios pormenorizados sobre la capacidad y el potencial en el uso de las nuevas tecnologías por parte de estos sectores. La sociedad actual demanda una menor aversión al riesgo, y esto debe empezar por la Administración pública. Debemos arriesgar, escoger aquellos sectores que sean realmente estratégicos para nosotros, que tengan un alto retorno para nuestra sociedad, y apostar por ellos.

9. Lo que dicen las encuestas es que la mayoría de los empresarios desconocen la existencia de estos incentivos fiscales, que no programan su inversión en I+D+i en función de ellos, y que no son determinantes a la hora de llevar a cabo sus inversiones. Por otro lado, sí tenemos constancia de que las subvenciones funcionan, y tenemos una alta demanda en las líneas que nosotros tenemos abiertas, que podrían absorber más fondos si la coyuntura económica fuera distinta a la actual.

10. La tecnología es algo que la sociedad ha incorporado en su día a día casi sin saberlo, sin darse cuenta, lo que habla de la facilidad para asimilar los cambios por parte de la sociedad. Esa falta de consciencia en la incorporación de las nuevas tecnologías provoca que muchas veces no sepamos observar lo necesarias que la ciencia, la investigación, el desarrollo y la innovación son para esa evolución tecnológica. Además, esta evolución se produce de forma tan rápida que no somos capaces de utilizar todo el potencial que estas tecnologías ponen a nuestro alcance. De manera que es necesaria una doble difusión, por un lado, de las utilidades de las novedades tecnológicas, y por otro, de la necesidad de

potenciar la ciencia, la I+D+i, para que ese progreso se siga dando y, en la medida de lo posible, se pueda provocar desde aquí.

Javier Guerra Fernández
Conselleiro de Economía e Industria de la Xunta de Galicia

1. En mi opinión, Galicia solo podrá afianzar un modelo de crecimiento económico solvente si continuamos esforzándonos para convertir la I+D+i gallega en un sistema de creación de valor para nuestro tejido productivo.

Si no recuerdo mal, los últimos datos del INE cifran la inversión gallega en I+D+i en torno a un 1 por 100 del PIB regional, lo que nos sitúa entre las comunidades de España que hacen un mayor esfuerzo en este terreno.

Sin embargo, las circunstancias que nos han llevado hasta la actual coyuntura económica exigen la mayor responsabilidad a la hora de gestionar los recursos públicos, y en el ámbito de la I+D+i se hacía urgente implantar un cambio de modelo de gestión administrativa.

El gobierno gallego, desde el comienzo de la legislatura, apostó por hacer una gestión capaz de extremar los mecanismos de control de los recursos públicos, con el fin de garantizar el retorno de las inversiones y su capacidad para generar riqueza.

Por eso, esta será la filosofía rectora en el nuevo Plan Gallego de Innovación, que presentamos a finales de 2010, y que permitirá afrontar el nuevo ejercicio bajo los parámetros de estabilidad y eficacia.

2. El principal obstáculo de las empresas para innovar no difiere demasiado de las dificultades que tienen los empresarios para acometer cualquier proyecto. Actualmente, el acceso a la financiación es la primera cuestión a resolver para dar viabilidad a las iniciativas innovadoras. De hecho, desde la Consejería de Economía e Industria nos hemos centrado muy especialmente en poner en marcha diferentes fórmulas de apoyo financiero para que ninguna buena idea, ningún proyecto innovador solvente, deje de realizarse por falta de financiación.

Por una parte, desde el Instituto Galego de Promoción Económica, queremos centrarnos en los proyectos viables que nacen, para los que hemos habilitado el fondo de capital riesgo Xes-Innova, dotado con 1,65 millones de euros, como un nuevo instrumento al servicio de la innovación empresarial e incrementamos a tres millones la dotación del programa de ayudas re-Emprende para las PYME gallegas más jóvenes.

Pero, además, una de las novedades de los presupuestos de la Dirección General de I+D+i para el próximo ejercicio radica precisamente en la puesta en marcha de un fondo de capital riesgo orientado a apoyar a empresas de base tecnológica.

3. Desde la Xunta tenemos el convencimiento de que es necesario invertir en la formación de profesionales capaces de trascender el campo académico e involucrarse en la creación de valor y de un modelo sostenible para la I+D+i gallega.

No les quepa duda de que las universidades juegan un papel fundamental en el desarrollo de esta estrategia, por eso estamos en disposición de asegurar que la Xunta apoyará la continuidad de los investigadores, del campo universitario. La formación de recursos humanos es uno de los activos de una I+D+i fuerte, que sin duda precisa de investigadores de excelencia.

En cuanto a las plataformas tecnológicas, plantean la creación de un marco de colaboración entre todos los agentes de un sector como base de su desarrollo. Por eso, estas plataformas, como todos los demás elementos de soporte a la innovación empresarial, deben implicarse al máximo en la consecución de resultados positivos para los sectores en los que desenvuelven su actividad.

En algunos casos, se encuentran en una fase inicial y, aunque todas tendrán su oportunidad, desde la Xunta hemos puesto los medios para condicionar el soporte económico a su eficacia operativa real. De hecho, hemos introducido como novedad el condicionamiento en la financiación a criterios de análisis de los retornos obtenidos a partir de la actividad para la que desean obtener fondos públicos.

La idea es que se promuevan proyectos de cooperación empresarial, en el marco de sus agendas estratégicas, que supongan la participación en programas estatales e internacionales de I+D+i.

4. Evidentemente, en ambos casos es algo fundamental; la innovación es una condición indispensable para lograr la mejora de la competitividad empresarial a escalas nacional e internacional.

Como he señalado con anterioridad, las empresas son las grandes protagonistas de este proceso. Por eso hemos activado programas como la Rede XIGA, orientados a introducir dinámicas de innovación en las empresas gallegas y convertirlas en algo cotidiano.

Con este programa hemos querido formar a especialistas gestores en el ámbito de la innovación e introducirlos en las empresas como intermediarios, para que éstos sean capaces de detectar oportunidades de desarrollo de ideas y proyectos, aunarlos con las capacidades de las compañías y detectar posibilidades de financiación en los sistemas de apoyo a la I+D+i autonómicos, nacionales y europeos.

5. Sin duda, la formación da profesionales capaces de gestionar la innovación en el mundo empresarial como una herramienta de generación de riqueza es para la Xunta de Galicia una de las claves para conseguir la sostenibilidad de este sistema.

Debemos aprovechar la investigación y el desarrollo de ésta generado y financiado en nuestra comunidad. Es necesario que Galicia sea la receptora de los beneficios de todo este esfuerzo. Con la i pequeña lograremos que nuestra I+D cree riqueza, fortalezca a nuestro sistema productivo y genere puestos de trabajo de calidad.

Sin duda, confiamos en que los gestores de la Rede XIGA, que están siendo formados para ello, dinamicen esta situación de manera definitiva.

6. Como ya le he comentado, apostamos por un cambio de paradigma en la gestión de los recursos, un proceso en el que los centros tecnológicos, sin duda, tienen mucho que decir.

Confiamos en la excelencia de los recursos humanos dedicados a la investigación como palanca de desarrollo, por eso elaboramos el programa TalentGalia para la captación de investigadores senior internacionales por parte de once instituciones de investigación del sistema gallego de I+D+i, con una fuerte presencia de centros tecnológicos.

Además, una de las novedades presupuestarias para el 2011 reside, precisamente, en el apoyo a la fórmula del capital riesgo para la financiación de empresas de base tecnológica, una iniciativa contemplada en las cuentas de la Dirección General de I+D+i, con una reserva cercana a los veinte millones de euros.

7. En Galicia creo que, desgraciadamente, se podía haber hecho mucho más por la I+D+i en los momentos de bonanza económica o, por lo menos, se podía haber asentado una base estable para el desarrollo futuro de la I+D+i gallega.

A veces, en este asunto las actuaciones más efectistas no son las más eficaces, y los grandes anuncios, las fundaciones creadas, los programas diseñados, tienen que acompañarse de sistemas de medición que permitan comprobar le eficacia de las inversiones realizadas, sobre todo si estas proceden del dinero público.

Por eso, sin duda, las mejores instituciones son y serán las que apuesten por la excelencia para tener el sistema de I+D+i más eficaz y competitivo.

8. Evidentemente sí, son necesarias políticas de apoyo a las PYME, en todas las iniciativas capaces de hacer más competitivas a las pequeñas y medianas empresas.

Las PYME forman el grueso de nuestro sistema empresarial, y además son las que mueven la economía cotidiana. Ellas tienen que ser, por fuerza, las protagonistas del cambio hacia el nuevo modelo basado en el conocimiento; por eso ocupan un lugar central en el diseño de las políticas de modernización y desarrollo tecnológico auspiciadas desde la Xunta.

9. No es ningún secreto que la Xunta de Galicia aboga por acelerar la transición económica hacia un modelo basado en el conocimiento, un objetivo ineludiblemente unido a una fuerte apuesta por la innovación en la empresa. En este sentido, ambos instrumentos, incentivos y subvenciones, bien utilizados, pueden ser positivos para conseguirlo.

Las subvenciones han de mantenerse, pero no podemos olvidar que su objetivo es dinamizar y posibilitar el desarrollo de proyectos, por eso no pueden convertirse en un recurso para trasladar completamente el riesgo empresarial a los fondos públicos.

La idea es que las administraciones deben ser una palanca impulsora para el desarrollo de nuevos proyectos, pero las inversiones hechas con dinero público han de emplearse en iniciativas que redunden en la creación de riqueza para la comunidad, con unos resultados cuantificables.

10. Creo que la sociedad tiene cada vez más espacios compartidos con el mundo científico. Sin duda, la popularización de la universidad ha sido un primer paso para convertir lo que genéricamente llamamos ciencia en algo cotidiano.

Es evidente que la ciencia y la tecnología están presentes en nuestro tejido productivo, en nuestro sistema de bienestar; la sociedad convive y participa de ellas continuamente, lo contrario, a estas alturas, sería impensable. Además, los medios de comunicación y la comunidad científica, apoyados por administraciones como la Xunta, promueven actividades de divulgación muy eficaces.

La sociedad debe entender los beneficios del desarrollo científico y tecnológico para que sea favorable a destinar los máximos recursos públicos a su desarrollo. Los grandes cambios sólo son posibles a través del convencimiento.

Antonio Beteta Barreda
Consejero de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid

1. La Comunidad de Madrid se ha constituido como polo tecnológico del Sur de Europa. Su nivel de desarrollo científico es de primer orden, con el liderazgo en publicaciones científicas y en patentes. Aquí se concentra un tercio de los investigadores españoles, lideramos el gasto en I+D, con un 2,1 por 100, somos la segunda región europea en generación de empleo de alto valor añadido y nuestra red de parques y *clusters*, y de infraestructuras, hacen de la Comunidad de Madrid un centro de atracción de tecnología.

2. En España, en muchas ocasiones, hay demasiadas trabas hacia las empresas. Por eso, en la Comunidad de Madrid removemos obstáculos y eliminamos trabas para que los empresarios puedan realizar su actividad y generar empleo. En materia de innovación, apostamos por incentivar a PYME y autónomos, porque la innovación es la manera más rápida y eficiente de convertir las crisis en oportunidades. Sin duda, nuestra región es una zona de referencia tecnológica, y eso lo notan las empresas. No es casualidad que aquí lideremos también la inversión tecnológica empresarial, con el 38,83 por 100 del total nacional.

3. Hay que profundizar en el trabajo conjunto entre universidades y empresas, es decir, entre investigación y aplicación práctica, es esencial. Por eso apostamos por la transferencia de conocimiento, que elimina departamentos estancos en el I+D+i y genera sinergias. El grado de cooperación es intenso, porque aquí apostamos por la colaboración público-privada y por la participación de las universidades en los parques científico-tecnológicos junto con las empresas.

4. La innovación es esencial en todo proceso de mejora de productividad y competitividad. La innovación hay que entenderla, por tanto, en sentido amplio: es innovación tecnológica, pero también para empresas de cualquier tipo y tamaño. Innovar es mejorar procesos, productos y gestión; en definitiva, innovar es abaratar costes, abrir mercados, ganar cuota. Y eso entronca directamente con la internacionalización, que es salir a nuevos mercados. Ambas actuaciones, innovación e internacionalización, las apoyamos decididamente.

5. La formación es esencial para mejorar la capacitación de los trabajadores y, con ello, su productividad. España tiene que apostar por la productividad. En la Comunidad de Madrid es una prioridad: desde la Consejería de Empleo, Mujer e Inmigración se llevan a cabo ambiciosos programas de formación, que son un referente a escala nacional. Y ahí están los resultados: la Comunidad de Madrid cuenta con los profesionales más capacitados y con la mayor productividad de España.

6. Como ya he dicho, apostamos por la innovación en sentido amplio, para todo tipo de empresas, entendida como mejora de la productividad. Y apostamos, cómo no, por los sectores estratégicos y tecnológicos, como el aeronáutico, el biotecnológico, las TIC, la automoción. Todo ello en estrecha colaboración con las empresas, con un impulso importante de la colaboración público-privada a través de Madrid Network. Es más, acabamos de movilizar 80 millones de euros, en créditos reembolsables, que dotarán de músculo financiero a los proyectos innovadores.

7. Tanto en innovación como en el conjunto de las actividades empresariales, el dinamismo ha venido a través de una política económica orientada hacia la libertad y hacia las empresas. Una política económica que, en el margen de sus competencias, se basa en la austeridad, la estabilidad presupuestaria, la solidaridad y la rebaja selectiva y ordenada de impuestos, que ha liberado renta para los ciudadanos y empresas, y que, con la rebaja de 15.000 millones de euros en impuestos desde 2003, ha permitido a empresarios y ciudadanos impulsar la creación de 194.000 empleos.

8. Como ya he manifestado, nosotros incentivamos la innovación en todos los sectores y en sentido amplio, orientada hacia ganancias de productividad. Desde el incentivo a la mejora en tecnologías de la información de las PYME al incremento de su competitividad, pasando por el respaldo a los sec-

tores más punteros y tecnológicos, la Comunidad de Madrid, como región ágil, dinámica y tecnológica que es, apuesta por la tecnología, la investigación y la permanente innovación.

9. Las empresas necesitan que se bajen las cotizaciones sociales y el Impuesto de Sociedades, que ahora drenan recursos para su actividad, especialmente para las de elevada tecnología, cuya movilización de recursos tiene que ser mayor. Paralelamente, es una pena que el Gobierno de la Nación no haya recuperado el nivel de incentivos fiscales a la I+D que había en 2004. Las subvenciones tienen un recorrido corto y no aportan suficiente músculo financiero; es mucho más eficiente la figura de los créditos reembolsables, que permiten un mayor acceso a la financiación y una mayor dotación de recursos.

10. La sociedad, en el día a día, avanza también de la mano de la tecnología: el teléfono móvil o Internet, por ejemplo, son herramientas que dominan los ciudadanos. En este sentido, la Comunidad de Madrid también lidera el uso de las TIC por parte de la población, tanto desde el punto de vista de una mayor dotación de recursos tecnológicos en los hogares, como desde el de promover una mayor destreza de los madrileños en el uso de las nuevas tecnologías. En la Comunidad de Madrid se ha trabajado bien para que no haya una brecha tecnológica, y eso se nota en el dinamismo de la sociedad y la economía madrileñas.

Salvador Marín Hernández
Consejero de Universidades, Empresa e Investigación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

1. En la Región de Murcia contamos con una dilatada experiencia en las políticas de estímulo al desarrollo científico y tecnológico. A principios del año 2000 se puso en marcha un importante ejercicio de sistematización y coordinación de las numerosas actuaciones que hasta el momento se venían llevando a cabo desde el gobierno regional, dando como resultado el Primer Plan de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia 2003–2006, que tuvo su continuidad en el Plan 2007–2010, el cual, a su vez, dará paso al tercer plan, que actualmente se encuentra en fase de gestación.

Estos planes han significado un salto cuantitativo y cualitativo en el plano científico y tecnológico de la Región, pues han surtido unos importantes efectos positivos sobre los indicadores básicos del sistema regional de ciencia, tecnología y empresa. Tomando como punto de referencia los valores que había cuando se puso en marcha del primer plan, esto es, el año 2003, algunas de las magnitudes básicas que quisiera resaltar son, por ejemplo, que la inversión realizada en I+D ascendió a 241,5 millones de euros en el 2009, que supone un crecimiento del 80 por 100 con respecto al gasto efectuado en 2003, con tasas medias de crecimiento anual superiores a las del conjunto nacional. También es destacable el hecho de que se ha producido un sustancial incremento en el personal dedicado a I+D, sobre todo en el ámbito de la enseñanza superior, hasta alcanzar los 5.802 efectivos en el año 2009, lo que representa un aumento del 86 por 100 respecto al registro de 2003.

De entre los puntos fuertes del sistema de ciencia, tecnología y empresa de la Región de Murcia, destacaré dos de ellos.

En primer lugar, por el papel fundamental que juega la movilización del talento en un contexto globalizado como el actual, nuestra región ha experimentado un importante avance en términos del capital humano dedicado a I+D, como consecuencia de la apuesta del gobierno regional por este factor productivo tan esencial. Esto se refleja en que si en el año 2003 había seis personas dedicadas a labores de I+D por cada mil ocupados, en 2009 esa cifra se ha situado por encima de diez, alcanzando una convergencia con la media del conjunto de la nación.

En segundo lugar, las universidades y los centros de investigación de la Región de Murcia albergan grupos y unidades de excelencia caracterizados por su capacidad científica y técnica, por la consolidación, el reconocimiento e impacto internacional de su investigación, así como por la relevancia de sus aportaciones y su amplia masa crítica. En este sentido, la producción científica ha ido creciendo progresivamente, incrementándose desde algo más de un 2 por 100 en 2003 a un 3,14 por 100 de la producción científica española para el año 2009. Estos datos reflejan una tendencia a la internacionalización de la producción científica, así como al establecimiento de unos mayores estándares de calidad en las investigaciones de la Región de acuerdo con los patrones más exigentes en investigación. Asimismo, disponemos de una red de centros tecnológicos que cubre a los sectores empresariales más relevantes de la economía regional, y facilita el acceso de las empresas al conocimiento y a la tecnología.

Por otro lado, entre los aspectos a mejorar de cara al futuro, y que está marcando nuestra acción po-

lítica, hay que mencionar que la participación de las empresas en la inversión total en I+D está todavía por debajo de la media española, estando ésta, a su vez, por debajo del objetivo establecido en la Estrategia de Lisboa. Por ello, estamos intensificando los esfuerzos para fomentar la innovación empresarial, potenciando las actuaciones en transferencia de tecnología, en cooperación empresarial y en internacionalización.

2. La innovación empresarial, entendida en su concepción más amplia, requiere de una mentalidad abierta en toda la organización, de capacidad para asumir riesgos y de una orientación hacia el cambio constante. Quizás uno de los principales problemas sea que la innovación se debe sistematizar en las empresas, debe ser asumida como un área fundamental y estratégica, debe planificarse; en definitiva, debe pasar a formar parte del ADN empresarial. Ninguna empresa duda de la necesidad de disponer cada año de un presupuesto anual, de unos objetivos de ventas y de una estrategia comercial o de producción. Sin embargo, todavía no se ha generalizado la necesidad de disponer de una estrategia de innovación que, de forma sistemática, le permita al empresario estar trabajando en innovar, ya sea en gestión, en procesos, en recursos humanos, en tecnología o en producto. Lo que está poniendo de manifiesto la actual coyuntura económica es que justamente las empresas más innovadoras son las que están afrontando con más éxito las dificultades y los nuevos retos planteados, lo cual es un signo inequívoco de que la innovación debe ser percibida como una protección en unos mercados cada vez más contestados.

3. En el ámbito tecnológico y de I+D, las universidades están dando cada vez más pasos para incrementar el acercamiento al empresariado. Para esto, está siendo fundamental el papel de las oficinas de transferencia de los resultados de la investigación (OTRI), que trabajan para poner en valor de mercado los resultados de las investigaciones y para encontrar el acoplamiento entre la oferta investigadora pública y las necesidades tecnológicas del tejido productivo. Por otro lado, tenemos la Red de Centros Tecnológicos de la Región de Murcia, formado por diez centros sectoriales que cuentan con cerca de 900 empresas asociadas, de los cuales cuatro tienen la consideración de centros de innovación y tecnología por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Los centros tecnológicos son infraestructuras fundamentales para impulsar la innovación en el tejido productivo, incentivando a los empresarios, fundamentalmente de PYME para que incorporen la innovación en sus estrategias, pierdan el miedo a afrontar la innovación, y además lo hagan en colaboración.

Todos los indicadores con los que podemos cuantificar el grado de colaboración entre universidades, centros tecnológicos y empresas muestran una tendencia creciente en los últimos años. Así, por ejemplo, el importe de los contratos de transferencia tecnológica gestionados a través de las OTRI, casi se ha duplicado en el año 2009 respecto del año 2007, en el que aún nos encontrábamos en la fase expansiva del ciclo económico. Y, del mismo modo, también se ha creado el doble de empresas de base tecnológica en 2009 respecto a 2007. Por otra parte, el porcentaje del gasto en I+D ejecutado por las universidades que ha obtenido financiación privada, fundamentalmente procedente de las empresas, fue del 5,5 por 100 en el ejercicio 2008, y se encuentra cercano al nivel medio europeo del 6,6 por 100.

4. Decía Michael Porter, en su obra *The Competitive Advantage of Nations*, que las empresas deben contar con una ventaja comparativa, ya sea bajo la forma de costes inferiores o de productos diferenciados que se coticen a muy buenos precios. Para mantener su ventaja, las empresas deben lograr progresivamente ventajas competitivas de carácter más complejo, ofreciendo productos y servicios de mejor calidad o produciendo en forma más eficiente. Ello se traduce directamente en el crecimiento de la productividad.

Asimismo, si analizamos el posicionamiento de las regiones entre sí, en función de su grado de innovación y de los resultados obtenidos en su indicador de competitividad, podemos observar que las regiones que presentan buenos resultados en los indicadores de innovación se encuentran bien posicionadas en el *ranking* de competitividad, lo que nos permite afirmar que el papel de la innovación en la competitividad resulta determinante.

Por otra parte, aceptado lo anterior, si nos detenemos en la definición comúnmente admitida de competitividad como una medida de «nuestra capacidad de producir bienes y servicios que superen la prueba de la competencia internacional, mientras nuestros ciudadanos gozan de un nivel de vida creciente y sostenible», se puede afirmar que así como la innovación es determinante para la mejora de la competitividad, lo será también para salvar con éxito la prueba de la competencia internacional.

Todo ello resulta evidente en las empresas murcianas. A modo de ejemplo, podemos citar el sector mur-

ciano de tecnologías agroalimentarias, que constituye uno de los sectores productivos más innovadores a escala nacional —no sólo regional— y que, asimismo, resulta ser muy competitivo y con un grado de internacionalización muy elevado. Ejemplos similares en la Región los encontramos entre las empresas cuya actividad está orientada a la biotecnología, tanto vegetal como animal, los recursos hídricos y la química fina, que son altamente innovadoras, y que, como consecuencia de ello, el porcentaje de su producción destinado al mercado exterior es muy significativo. De hecho, las exportaciones españolas con origen en la región de Murcia han crecido en un año un 38 por 100 en el pasado mes de septiembre, mientras que las del conjunto del país lo han hecho en un 14 por 100, resultado que se produce en el marco de la estrategia de «internacionalización integral» del gobierno autonómico puesta en marcha desde la Consejería de Universidades, Empresa e Investigación.

5. En el *Manual de Oslo* podemos leer que la expresión «economía basada en el conocimiento» fue acuñada para describir la tendencia de las economías avanzadas a ser cada vez más tributarias del conocimiento, la información y la formación de alto nivel, así como la necesidad creciente de los sectores públicos y privados de poder acceder fácilmente a todos estos elementos.

La obtención de ventajas competitivas y de una mayor eficiencia se hace cada vez más necesaria para las empresas, y es por ello por lo que un alto nivel formativo de los trabajadores resulta ser un elemento crítico para alcanzar dicho objetivo y afrontar con éxito la competencia de los mercados. La velocidad con que aparecen nuevas desarrollos, equipos, instrumentos, procesos, etc., que se basan en nuevas tecnologías, es exponencial, por lo que para aprovechar todas sus potencialidades las empresas deben ser capaces de absorber de forma creciente dichos avances. Por tanto, realizar formación específica y continua para los trabajadores sobre aspectos tecnológicos es algo que debe promoverse, incentivarse y apoyarse para lograr que las empresas sean más competitivas.

Desde el gobierno regional, y en el marco del Plan Industrial de la Región de Murcia, diseñado para el período 2008-2013, se ha implementado todo un conjunto de actuaciones destinadas a incrementar, en todos los niveles, la formación del capital humano de nuestro tejido industrial, puesto que su influencia sobre la transformación, la modernización y el aumento de competitividad de cualquier sector es indudable. Estas actuaciones van desde la elaboración y la difusión de un mapa de necesidades de empleabilidad industrial hasta la definición de un catálogo de cualificaciones profesionales del sector industrial en la Región de Murcia, pasando por la mejora del atractivo del empleo en la industria. También la Red de Centros Tecnológicos ofrece, de forma continua, formación especializada sobre las tecnologías más novedosas hoy disponibles. Igualmente, a través de las asociaciones sectoriales se vienen desarrollando programas formativos en los que, cada vez más, se amplían los conocimientos que precisamente inciden en el vector tecnológico de una empresa.

6. Actualmente, nos encontramos en un momento de transición entre dos planes cuatrienales. En concreto, por un lado, está llegando a su fin el II Plan de Ciencia y Tecnología 2007–2010, con el que hemos conseguido poner en valor y dar un salto de calidad en nuestra oferta científica e investigadora, y por otro lado, nos encontramos en la última fase de redacción del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011–2014, que nace con la firme vocación de intensificar la integración de todos los agentes del sistema regional de ciencia, tecnología y empresa en una misma cadena de valor, a través de la implementación de actuaciones que apoyen la investigación de calidad teniendo en cuenta las necesidades del tejido productivo regional. Pondremos el enorme caudal científico y aplicado de nuestras universidades, centros de investigación y centros tecnológicos al servicio de nuestros sectores productivos para propiciar la creación de valor tanto privado como social.

El nuevo Plan se asienta en cuatro principios: *alineación*, adaptando el Plan al contexto regional, nacional y comunitario; *cooperación*, identificando y diseñando nuevas formas de colaboración con el tejido empresarial y social; *internacionalización*, incrementando la movilidad de los agentes y su participación en proyectos suprarregionales, y *focalización*, identificando las áreas prioritarias y estratégicas que han de actuar como palancas para elevar la competitividad regional.

Por otro lado, el Plan Industrial de la Región de Murcia pretende dar respuesta a las necesidades —entre otras, a las tecnológicas— planteadas por este sector para incrementar su contribución al crecimiento económico de la Región. Una de sus líneas estratégicas es el fomento de la innovación, a la que el gobierno regional destinó a lo largo de 2009 un presupuesto que supera en más de un 50 por 100 lo inicialmente previsto, con el fin de contrarrestar los efectos que el acelerado deterioro del escenario

económico podía acarrear sobre el gasto en innovación empresarial.

7. Han sido muchos los instrumentos que se han puesto a disposición de las empresas para el fomento de la innovación, los cuales se han articulado, básicamente, desde los centros directivos sobre los que recae la responsabilidad en estas materias, y que son la Dirección General de Universidades y Política Científica, y el Instituto de Fomento de la Región de Murcia. Estos centros, en la actualidad, se encuentran encuadrados dentro de la misma consejería, la de Universidades, Empresa e Investigación, lo que constituye una ventaja notable, pues favorece la coordinación en la toma de decisiones.

Por lo que respecta al primero de los centros directivos anteriormente mencionados, entre las actuaciones que ha venido desarrollando en los últimos años en beneficio de las empresas, podríamos destacar las ayudas a la incorporación de titulados universitarios a las actividades de I+D+i empresariales; las ayudas a proyectos de I+D+i desarrollados por centros tecnológicos en colaboración con, y cofinanciados por, las empresas participantes, y las ayudas a empresas, centros tecnológicos y centros universitarios para la transferencia del conocimiento, destinadas al impulso de los sectores productivos de alto contenido tecnológico, siendo esta última acción el resultado del desarrollo de colaboraciones entre la Comunidad Autónoma de Murcia y la Administración General del Estado.

Por su parte, el Instituto de Fomento de la Región de Murcia tiene competencias para el diseño e implementación de políticas de desarrollo del tejido empresarial, orientadas principalmente a la pequeña y mediana empresa. Desde el Instituto de Fomento se fraguó durante los años noventa la creación de los centros tecnológicos de la Región en colaboración con las empresas de los principales sectores productivos regionales. También se ha impulsado la creación de los centros europeos de empresas e innovación de la Región, que constituyen verdaderos viveros de empresas de base tecnológica y el soporte para incentivar la creación de *spin-offs* de grupos de investigación, así como el fomento de la innovación en las empresas de nueva creación; y se vienen desarrollando y ofreciendo servicios y herramientas de apoyo en materia de transferencia de tecnología, de protección intelectual e industrial de los resultados de la investigación, actuaciones de promoción de las TIC en la PYME, etcétera.

Junto a estas infraestructuras, medidas y servicios ofrecidos por el Instituto de Fomento, de forma directa o a través de los centros tecnológicos y los centros europeos de empresas e innovación, se han desarrollado instrumentos financieros a medida para facilitar la incorporación de la innovación en las empresas. La sociedad de capital-riesgo Murcia-Emprende, la sociedad de garantía recíproca UNDEMUR y los programas específicos de ayudas y subvenciones para la innovación empresarial han sido otros instrumentos que han contribuido de forma decisiva a que las empresas de la Región hayan avanzado en su modernización.

8. Es necesario continuar haciendo esfuerzos desde las administraciones públicas para fomentar la cultura de la innovación entre las PYME. Para ello, hay que diseñar políticas específicas que, además de poner a disposición de las empresas los incentivos económicos necesarios y suficientes para promocionar la I+D+i, vayan dirigidas a convencerlas de que cada euro invertido en esta materia tiene un efecto multiplicador en términos de beneficio, de cuota de mercado o de imagen, es decir, en términos de las cifras que más preocupan a la pequeña y mediana empresa, que es la que integra la mayor parte del tejido empresarial regional y nacional.

Por otra parte, en línea con los planteamientos comunitarios en materia de innovación (Europa 2020, Innovation Union, Small Business Act, entre otros), el III Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Región de Murcia 2011-2014, como comentaba anteriormente, focaliza el esfuerzo para asegurar los avances tecnológicos necesarios en aras de incrementar la competitividad de los sectores productivos regionales y mantener el liderazgo que presenta la Región en alguno de ellos. Hay que elegir bien el destino de los recursos económicos, humanos y materiales disponibles en un territorio para maximizar los resultados de su aplicación en términos de su competitividad.

9. Es evidente que los incentivos fiscales a la I+D constituyen un instrumento vital para fomentar la competitividad empresarial, potenciar las actividades de I+D y de innovación en empresas, y favorecer el avance tecnológico empresarial. En definitiva, es una excelente medida para alimentar el dinamismo de nuestra economía.

Ahora bien, lo que la experiencia nos muestra es que, para alcanzar los objetivos anteriores, es fundamental un buen diseño de sus mecanismos de aplicación. Los incentivos fiscales que tenemos en la actualidad no han sido pensados contemplando uno de los principios de la Small Business Act, que es

«pensar primero a pequeña escala». Las PYME no han podido beneficiarse de forma clara de estas medidas porque su aplicación entraña ciertas dificultades que favorece que sean las grandes empresas las principales beneficiarias, justamente aquellas en las que, precisamente, el efecto incentivador es menor, ya que tienen más interiorizada la necesidad de desarrollar actividades de I+D. Por tanto, sería muy conveniente revisar las medidas existentes para su mejor adaptación a la realidad empresarial española, que, mayoritariamente, está constituida por pequeñas y medianas empresas.

Por otro lado, la ayuda en forma de subvención sigue siendo, a mi juicio, el tipo de financiación directa más valorada por el entorno empresarial murciano para la realización de actividades de I+D+i, ejerciendo tanto un efecto complementario a la inversión propia de empresas innovadoras como un efecto de impulso para aquellas otras que nunca han acometido innovaciones y que pretenden iniciarse en dichas actividades. No obstante, se viene observando una actitud más favorable por parte de las empresas hacia las ayudas planteadas en forma de préstamos preferenciales —entendidos como préstamos a bajo o nulo tipo de interés—, que ofrecen la posibilidad de acceder a un mayor porcentaje de financiación de la inversión a realizar. También percibimos una mayor demanda de servicios de acompañamiento orientados a la gestión de las ayudas, a la que estamos dando respuesta a través de la implementación de medidas de simplificación y tramitación electrónica.

10. La sociedad murciana tiene una percepción positiva y creciente de la ciencia y de los avances que de ella se derivan. Ello nos incentiva a seguir trabajando para fomentar la cultura científica y la implicación social por la ciencia, reforzando el diálogo ciencia-sociedad y contribuyendo, de este modo, a incrementar la información científica y técnica que llega a los ciudadanos y su aprecio por el mundo de la ciencia y de la tecnología. Desde el gobierno de la Región de Murcia consideramos muy importantes este tipo de actuaciones porque estimulan la creatividad, que es uno de los fundamentos de la nueva economía.

La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, consciente de esta realidad, ha impulsado en los últimos años varias líneas de actuación que tienen como finalidad fomentar canales de comunicación eficaces en ambos sentidos, que permitan la interacción entre la ciencia, la tecnología y los ciudadanos en los ámbitos de la educación, la comunicación y la divulgación.

Entre estas actuaciones, que se desarrollan a lo largo de todo el año, se puede destacar la celebración de la Semana de la Ciencia y la Tecnología de la Región de Murcia (SECyT), organizada por la Fundación Séneca – Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, que es el mayor esfuerzo colectivo que se realiza en la Región para acercar, difundir, comunicar y estimular en la sociedad el interés y la curiosidad por estos temas y por su aportación a la resolución de problemas cotidianos y al desarrollo de nuestra cultura. En su última edición, han participado más de 55 organismos regionales, nacionales e internacionales, ofreciendo casi 400 actividades distribuidas en 22.000 metros cuadrados de exposición, y siendo el número estimado de visitantes superior a los 53.000.

Asimismo, la Fundación Séneca está participando, como región miembro, en el proyecto *Platform of Local Authorities and Communicators Engaged in Science* (PLACES), enmarcado en la red ERRIN, dirigido a crear una alianza europea que involucre a los científicos, legisladores, representantes institucionales y ciudadanos. El objetivo último de PLACES es crear una «economía científica», es decir, un sistema económico en el que la investigación y la innovación desempeñen un papel central.

También la página web *www.plandeciencia.com*, que, además de contener un noticiario permanentemente actualizado con todos los eventos que en materias de ciencia y tecnología se desarrollan en la Región, ha incorporado un buscador de convocatorias, proyectos y becas. Destacan, asimismo, la convocatoria de los premios de divulgación del desarrollo y la innovación tecnológica, el premio jóvenes investigadores de la Región de Murcia y los premios a la innovación empresarial que concede el Instituto de Fomento.

José María Roig Aldasoro
Consejero de Innovación, Empresa y Empleo del Gobierno de Navarra

1. Lo mejor es ceñirnos a los últimos indicadores oficiales, que sitúan a Navarra como la primera comunidad de España en gasto de I+D y en número de patentes. Navarra dedica a innovación el 2,13 por 100 de su PIB, frente a una media nacional del 1,38 por 100, según los datos del INE referidos a 2009. Estos resultados reflejan el esfuerzo colectivo de las empresas, las universidades y los centros tecnológicos a partir del impulso político del gobierno de Navarra.

Lo trascendente es la intensidad de ese gasto, que, dicho de otra forma, supone que Navarra aporta el 2,7 por 100 de la I+D nacional, cuando por nivel de PIB le correspondería el 1,7 por 100 y por población, el 1,2 por 100. También es muy importante cómo se realiza esa inversión en I+D: el 69 por 100 nace del sector privado, lo que nos sitúa a niveles europeos. A su vez, Navarra contribuye con el 3,6 por 100 de los registros de la Oficina Española de Patentes.

Navarra tiene campos de actuación para seguir mejorando en I+D. Por ejemplo, debemos aumentar la participación en programas internacionales y mejorar la transferencia de conocimiento entre las universidades, los centros tecnológicos y las empresas.

2. No podemos obviar el actual contexto de crisis económica, que añade un mayor nivel de incertidumbre a los tradicionales frenos de las empresas, que son el riesgo a innovar y el coste de invertir en I+D. Tampoco hay que olvidar los trámites burocráticos de la Administración para acceder a las ayudas públicas de fomento de la I+D.

En Navarra salvamos estas dificultades por medio de encuentros y campañas específicas. Las empresas son acompañadas a la hora de estructurar sus proyectos, acceder a la financiación y a las fuentes de conocimiento. La necesidad de personal cualificado se resuelve mediante la incorporación de titulados a pequeñas empresas en colaboración con las universidades.

3. Las empresas están aumentando la contratación de las universidades y los centros tecnológicos a la hora de realizar sus proyectos de I+D, pero no es menos cierto que esta colaboración debe incrementarse. Los resultados son siempre satisfactorios cuando se consigue que las partes rompan todas las reticencias y trabajen en equipo.

En las universidades y centros tecnológicos existe un conocimiento que puede ser transformado en valor en las empresas. La creación de departamentos especializados dotados de herramientas de vigilancia estratégica facilitarán la gran aportación que pueden realizar a la I+D de las empresas a través de una cultura de gestión de la innovación.

El grado de cooperación con la Administración es bueno. Las universidades, los centros tecnológicos y el gobierno de Navarra han creado la Red Tecnológica de Navarra (RETECNA), que ha mejorado la colaboración.

4. En primer lugar, debemos desmitificar el concepto de innovación, que puede alcanzarse a cualquier nivel, sector y tamaño empresarial, incluidas las PYME y MICROPYME.

La competitividad está estrechamente ligada a la innovación. La supervivencia empresarial pasa necesariamente por la creación y la aportación de valor y, no pocas veces, este valor es el resultado de la I+D y la innovación. De forma paralela, para impulsar el crecimiento de una empresa es preciso abordar la competencia en nuevos mercados, que se logra a través de la internacionalización. Este proceso de consolidación empresarial puede desarrollarse por medio de alianzas en distintos ámbitos, lo que, a su vez, es otra forma de innovar.

5. Es fundamental, en un doble sentido. Por un lado, la formación tiene que estar presente en los planes tecnológicos que impulsen las administraciones públicas de manera integral, abarcando la FP y la universidad, además del mundo laboral (trabajadores en activo y desempleados). Por otro, los trabajadores deben interiorizar el concepto de formación permanente y aplicarlo a lo largo de toda su trayectoria laboral.

6. Así aparecen recogidos en el Plan Tecnológico de Navarra 2008-2011, y son cuatro: la innovación, la educación, la cooperación y la internacionalización. El desarrollo de estos ejes se realiza a través de campañas adaptadas a las necesidades particulares de cada empresa, sea grande o pequeña, esté situada en un sector tradicional o de un área intensiva en conocimiento. Las líneas de actuación se materializan en la prestación de servicios a través de agentes colaboradores y en los apoyos financieros.

7. Las empresas navarras valoran especialmente la cercanía y el acceso directo a la Administración. Esto nos permite conocer de primera mano los proyectos, desarrollar políticas de apoyo muy ligadas a sus necesidades y resolver con agilidad los problemas que se planteen.

El compromiso permanente y el liderazgo político del gobierno de Navarra con la innovación es otro aspecto a valorar. Tengamos en cuenta que en la Comunidad Foral ya existían acciones de apoyo a la innovación en la década de los setenta. Quiero destacar también la cooperación Navarra-Estado a través del CDTI.

Sin embargo, este marco favorable que creamos en Navarra para generar más innovación no sería po-

sible sin la participación y el dinamismo de las universidades, los centros tecnológicos y, especialmente, las empresas. Sin empresas no hay empleo, pero tampoco innovación.

8. Sin duda, y hay una razón fundamental. Más del 90 por 100 de las empresas españolas son PYME y, por tanto, constituyen el motor de la economía. Las dificultades para innovar cambian según el tamaño de la empresa y el sector, pero las PYME, por sus propias características, tienen habitualmente menos medios para acercarse a los programas de apoyo a la innovación.

9. Han pasado de ser un instrumento poco conocido a verse como una opción cada vez más valorada por parte de las empresas. Las subvenciones pueden permitir, a su vez, una discriminación positiva hacia ciertos sectores o formas de hacer la I+D, por ejemplo, a través de los *cluster* o la internacionalización.

10. Es muy variable, en parte, porque hay estudios o avances en la ciencia que sólo están al alcance de personal muy especializado. La creciente aportación de la ciencia y la tecnología a la mejora de nuestro nivel de vida hace necesario acercar dicha actividad al ciudadano con mayor intensidad. En este sentido, toda labor de difusión es muy positiva de cara a generar una actitud social favorable y próxima a la innovación.

Javier Erro Urrutia
Consejero de Industria, Innovación y Empleo del Gobierno de La Rioja

1. La Rioja es una comunidad autónoma creativa y emprendedora que ha sabido aprovechar el hecho de ser una región pequeña para abordar con mayor flexibilidad los retos actuales y futuros, y que ha apostado fuerte por la innovación.

En este sentido, hemos promovido la creación del Sistema Riojano de Innovación, una iniciativa que se fundamenta en la participación de todos los agentes públicos y privados que de alguna manera inciden en el proceso innovador de nuestra región: la Administración, la universidad y la empresa. De esta forma, estamos potenciando una colaboración público-privada que nos ha permitido dinamizar, acelerar y fortalecer la innovación en La Rioja y poner en marcha iniciativas como la Fundación Riojana para la Innovación o la Cátedra de Innovación.

Nuestra composición del gasto en I+D está asentada en el sector empresarial, que presenta el mayor gasto total en esta materia en La Rioja, con un 56 por 100, porcentaje superior al peso del gasto de I+D empresarial registrado por el conjunto de España, que asciende a 52 por 100. A la inversión empresarial le sigue en importancia el sector de la Administración pública riojana, que supone un 24,55 por 100 del gasto total realizado en I+D en la comunidad autónoma y la enseñanza superior, que alcanza una inversión del 19,6 por 100 sobre el gasto total.

2. En primer lugar, hay que indicar que es preciso que las empresas sean conscientes, y por lo tanto cómplices, de los procesos de innovación que, posiblemente, sin darse cuenta, están realizando en sus organizaciones. Porque la innovación está en todos los elementos del mundo empresarial, desde la producción, los recursos humanos, la gestión, el diseño,… hasta la propia organización. Innovar es cambiar y generar, como consecuencia del cambio, valor para la empresa.

Entre las barreras que encuentran las empresas cabe destacar el conocimiento de las propias empresas y de su entorno. Conocimiento de los procesos y de las tecnologías. Mirar hacia afuera es clave para la reinvención de las organizaciones y para fomentar la innovación. También son barreras la confianza, dada la reducida dimensión de las empresas riojanas; la colaboración competitiva (es muy difícil abordar la innovación en solitario, por lo que las empresas deben colaborar entre ellas) y el acceso a la financiación.

3. Las universidades son una de las principales fuentes en la generación de conocimiento, pero éste no puede quedarse en la universidad, ese conocimiento debe llegar a la sociedad y a las empresas. Pero las empresas necesitan «traductores» que les ayuden a incorporar la investigación a los productos de mercado que llegan al ciudadano. Esta importante labor la cumplen los centros tecnológicos. Además, estos centros permiten realizar investigación aplicada a los productos de las empresas. En La Rioja, la labor que realizan es especialmente significativa, ya que el 90 por 100 del tejido empresarial riojano está formado por PYME.

4. La innovación resulta clave como elemento para aumentar la competitividad de las empresas y abrirse a mercados globales. Por ello, en La Rioja, hemos orientado hace ya varios años todas nuestras líneas de promoción empresarial hacia el fomento de la innovación. En este sentido, la Agen-

cia de Desarrollo Económico de La Rioja (ADER) destina gran parte de sus recursos y esfuerzos a orientar los proyectos empresariales hacia la I+D+i, el diseño, la internacionalización y el emprendimiento.

5. La formación es uno de los pilares para el desarrollo de una región, de sus personas, de su talento. Por ello, es uno de los elementos destacados en nuestros objetivos regionales. La formación reglada, en la cual la Rioja sigue alcanzando elevadas cotas, tal y como se indica en los últimos informes Pisa, es uno de los pilares de nuestro sistema educativo. La formación ocupacional se ha especializado para incorporar al trabajador a un mercado laboral cambiante y complicado en la actual situación de crisis.

Además, desde la Consejería de Industria, Innovación y Empleo estamos adaptando la formación a las competencias que las empresas de la región necesitan. Por otra parte, contamos con un Centro de Referencia Nacional en Informática y Comunicaciones, Think Tic, que forma parte del proyecto que el gobierno de La Rioja está desarrollando para conseguir que la región sea realmente un territorio creativo e innovador con una amplia cartera de servicios, entre los que destaca la formación avanzada en ocho áreas temáticas como el diseño, la gestión, la seguridad, inteligencia e integración de tecnologías; la promoción de las tecnologías TIC, el asesoramiento a empresas y colectivos, el Plan Talento de La Rioja o el servicio de vigilancia tecnológica, que permite detectar las novedades y necesidades en esta materia de las empresas y profesionales de La Rioja.

6. La Rioja está diseñando un futuro basado en la incorporación de la innovación en todos los ámbitos de la sociedad: desde los sectores empresariales, pasando por los servicios de las administraciones públicas, hasta el bienestar social. En este sentido, una prioridad en esta legislatura ha sido sensibilizar y concienciar de las posibilidades y beneficios que aporta la innovación y de la necesidad de incorporarla en todos los ámbitos. Para ello, desde el gobierno de La Rioja hemos promovido tanto la creación de la Fundación para la Innovación, como punto de encuentro de la innovación en nuestra región, como la Cátedra de Innovación. Así mismo, hemos organizado redes de conocimiento tecnológico que permitan transferir el conocimiento desde los centros tecnológicos y la universidad a las empresas, y hemos puesto en marcha acciones específicas para introducir tres tecnologías estratégicas: nanotecnología, biotecnología y TIC, en los sectores tradicionales para mejorar su competitividad.

7. El instrumento que ha sido determinante ha sido el III Plan Riojano de I+D+i 2008-2011. Un plan diseñado para las personas que desarrolla el Sistema Riojano de Innovación como modelo de la participación público-privada y que cuenta con la colaboración de todos los agentes. Ha permitido diseñar programas y planes para promover el desarrollo de un nuevo escenario para la I+D+i en La Rioja. Este plan, más allá de las infraestructuras, se ha posicionado en las personas, la universidad, la empresa y la propia administración como claves en el proceso regional de innovación. Desarrolla una batería de programas y herramientas dirigidos a posicionar a La Rioja entre las regiones más destacadas en materia de I+D+i.

Cabe destacar, también, la Agencia de Desarrollo Económico de La Rioja, clave en la promoción de la competitividad empresarial, y la Red de Centros Tecnológicos como aceleradores de la innovación. O actuaciones concretas como el Plan del Talento y la creación del Vivero de empresas de base tecnológica, que también han contribuido a fomentar la innovación en nuestro tejido empresarial.

8. Sí. Resulta imprescindible seguir apoyando la incorporación de la innovación a la empresa, y fundamentalmente a las de sectores más tradicionales, ya que será la clave para que sean más competitivas. Es necesario sensibilizar a las empresas sobre la importancia de innovar y, por ello, desde nuestra Consejería ponemos en marcha diferentes programas y proyectos piloto que muestran los beneficios y las posibilidades que ofrece la innovación a las pequeñas y medianas empresas. Hacerles ver que la innovación no es sólo cosa de grandes empresas. No olvidemos que el tejido empresarial de La Rioja está formado por PYME de reducida dimensión que no disponen de las herramientas precisas para «estar al día» de los cambios y tendencias. En el caso de La Rioja, los sectores sobre los que estamos trabajando más intensamente la implantación de nuevas tecnologías son calzado, agroalimentario, automoción, madera y mueble.

9. Son un instrumento necesario para incentivar la realización de proyectos de I+D+i, y son altamente rentables para la empresas. Los incentivos fiscales, hoy en día, son más apetecibles que las subvenciones, dada la necesidad de financiación que tienen las empresas. Por ello, considero que en este momento es más oportuno ofrecer a las empresas fuentes de financiación o anticipo a sus proyectos, más allá de la subvención. El papel incentivador de la subvención en momentos como el actual es insuficien-

te ante la dificultad real de las empresas para acceder a la financiación. Por ello, el modelo que hemos adoptado en La Rioja es un modelo que facilita a las empresas el acceso a la financiación a través de líneas de avales, créditos, capital riesgo, garantía recíproca y anticipos. No obstante, mantenemos también las líneas de subvención para promocionar la I+D, ya que este modelo mixto ofrece más posibilidades y oportunidades a las empresas riojanas para impulsar sus proyectos de innovación.

10. La sociedad percibe que la innovación, la ciencia y la tecnología son claves para el cambio de la realidad industrial de España. Sin embargo, y pese a la persistencia del mensaje de los distintos agentes públicos y privados, creo que no se llega a entender la dimensión y el calado de este mensaje. Por ello, «Sin innovación no hay futuro» es uno de los lemas que hemos utilizado en el último Foro de Innovación celebrado en nuestra comunidad para sensibilizar a todas las capas sociales de la importancia de la innovación.

Vicente Rambla Momplet

Vicepresidente Primero y Consejero de Industria, Comercio e Innovación de la Comunitat Valenciana

1. La Comunitat Valenciana ha realizado durante los últimos años un esfuerzo importante para elevar los niveles de I+D. De hecho, el peso del gasto en investigación y desarrollo en el PIB regional ha aumentado anualmente, lo que nos hace ser optimistas con la línea que nos hemos marcado, y nos reafirma en la postura que el gobierno valenciano ha tomado de situar en un papel protagonista el desarrollo científico y tecnológico dentro de la política industrial.

Para ello, hemos diseñado la Estrategia de Política Industrial 2010-2015, un documento sellado por los agentes sociales y la Generalitat con el objetivo de reforzar nuestro modelo de competitividad desde la innovación y la internacionalización, con medidas y objetivos específicos en estos campos.

Tenemos la voluntad de nuestros sectores industriales, un sistema regional de ciencia potente liderado por las universidades y por los catorce institutos tecnológicos, y el consenso del gobierno valenciano, empresarios y sindicatos para potenciar la economía del conocimiento.

2. En el caso de la Comunitat Valenciana, uno de los grandes obstáculos es el tamaño de las empresas, que son principalmente PYME y MICROPYME, a lo que se añade la dificultad actual de acceso a la financiación.

En la Generalitat Valenciana estamos trabajando con el fin que cualquier empresa pueda innovar, y para ello hemos puesto en marcha mecanismos novedosos como el *cheque innovación* o el *cheque gestión*, que facilita a la PYME el acceso por primera vez a la innovación tecnológica y no tecnológica.

3. Los centros de investigación, las universidades o las propias asociaciones empresariales desempeñan un papel protagonista en la competitividad de una región. En la Comunitat Valenciana tenemos una de las redes de institutos tecnológicos más punteras de Europa, y los parques científicos de nuestras universidades están destacando como verdaderos impulsores de la sociedad del conocimiento.

Los institutos tecnológicos son los principales ejecutores de la política de I+D+i de la Consejería, y en los que vamos a invertir en los próximos años 235 millones de euros para construir un modelo económico más innovador y tecnológico. Su interactuación con nuestras empresas es fundamental, y su influencia en nuestro modelo productivo es decisiva en la competitividad regional.

Del mismo modo, las universidades son una prioridad como instrumento de transferencia tecnológica con nuestros sectores productivos. De hecho, desde la Generalitat vamos a pedir al Gobierno central un marco fiscal favorable para las iniciativas empresariales conjuntas entre las universidades y las empresas.

Ahora más que nunca, la sintonía entre la universidad y las empresas debe funcionar a la perfección, porque nuestra competitividad en los mercados depende del valor que aportemos al producto. Desde la Generalitat propiciamos esa conexión entre universidad y empresa, entre conocimiento y productividad. La labor que realizan los centros de investigación y tecnológicos es la garantía de la competitividad de nuestros productos.

4. Innovación e internacionalización son dos factores imprescindibles para que una empresa sea más competitiva. Por ello, no cabe duda de que hoy en día la innovación desarrolla un papel protagonista en la competitividad de nuestras empresas y es un factor determinante en la economía de una región moderna, dinámica y que quiere liderar la recuperación económica.

Una empresa que innova es una empresa más internacional, con más capacidad de penetrar en los mercados y ofrecer en sus productos un valor añadido que la diferencia de sus competidoras. De hecho, la empresa innovadora es puntera en su sector y se encuentra en mejor situación en una etapa de recesión económica.

5. El capital humano de una empresa es el principal activo de conocimiento para que una empresa sea competitiva. Si queremos un nuevo modelo de competitividad, éste tiene que basarse necesariamente en las personas como agentes de cambio.

Por ello, en la Comunitat Valenciana hemos hecho de la formación uno de los valores estratégicos de la innovación y uno de los ejes determinantes de un modelo económico más competitivo. En la Estrategia de Política Industrial incluimos una serie de medidas para que las empresas se formen en innovación y se favorezca la contratación de tecnólogos y gestores de la innovación.

6. La Comunitat Valenciana ha alcanzado un gran acuerdo social en política industrial que se plasma en la Estrategia de Política Industrial 2010-2015. Esta hoja de ruta tiene como objetivo central la mejora de la productividad y la competitividad de nuestras empresas. Para ello, nos hemos marcado unos objetivos de carácter estratégico que son duplicar el gasto empresarial en I+D+i, incrementar la presencia de investigadores y tecnólogos en nuestras empresas, crear y desarrollar más empresas innovadoras, aumentar la intensidad tecnológica del capital humano de nuestros sectores e incrementar el peso de las empresas exportadoras de la Comunitat Valenciana, así como el nivel tecnológico de nuestras exportaciones.

Esta Estrategia, que cuenta con una inversión de 1.100 millones de la Generalitat, destina la mitad de su presupuesto a políticas relacionadas con la innovación y va acompañada de un conjunto de medidas reales y específicas para cumplir con estos objetivos, como la promoción y el apoyo a la capacidad competitiva de los grupos de investigación, y la incorporación *de 2.000 nuevos investigadores* al sistema universitario de la Comunitat para potenciar la I+D. Se hace especial hincapié en la formación de investigadores, la puesta a disposición de infraestructuras y el equipamiento científico y tecnológico para el desarrollo de la actividad investigadora de calidad.

7. La unión y colaboración de todos los agentes del sistema valenciano de innovación, encabezado por la Generalitat, institutos tecnológicos, universidades, centros de investigación y agentes sociales está siendo fundamental para crear una verdadera cultura de la innovación en la Comunitat Valenciana, que está facilitando que nuestras empresas puedan llevar a cabo sus proyectos en I+D+i.

8. Nuestro tejido productivo, y concretamente las PYME y MICROPYME, necesitan del apoyo de las distintas administraciones para incentivarles a ser innovadoras, sobre todo en un momento complicado para obtener liquidez. En el caso de la Comunitat Valenciana, nuestra intención es que cualquier empresa, independientemente de su tamaño y sector, tenga la capacidad de poder innovar. No hay sector que no deba incorporar, como un elemento estratégico de cada empresa, la necesidad de innovación.

9. Siempre es positivo para las empresas que éstas puedan obtener beneficios fiscales cuando realizan proyectos en I+D. Desde la Generalitat Valenciana, y a través del Instituto de la Pequeña y Mediana Empresa Valenciana, hemos puesto a disposición de las PYME un servicio de certificación de proyectos de I+D+i para que puedan beneficiarse de desgravaciones y facilitarles este proceso, que muchas veces es complicado para las pequeñas empresas.

Respecto a las subvenciones, desde la Generalitat estamos dando todo tipo de facilidades para que las empresas puedan optar a ayudas que les permitan desarrollar sus proyectos, independientemente del tamaño y el sector. Los resultados están siendo positivos y se está viendo que la política industrial en este campo está funcionando correctamente.

10. La sociedad está cada vez más concienciada de la importancia que cobran la innovación y las nuevas tecnologías para el conjunto de un país, y la necesidad de aunar esfuerzos y recursos en este ámbito para ser una sociedad competitiva.

Cualquier acción que suponga trasladar a la sociedad el valor de la innovación en la empresa será positiva. Concienciar al futuro empresario de la importancia creciente de invertir en innovación es fundamental para lograr un país más competitivo.

Bernabé Unda
Consejero de Industria, Innovación, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco

1. El País Vasco es una de las comunidades autónomas españolas más desarrolladas en materia

tecnológica y científica. El esfuerzo en I+D ha venido aumentando desde 2004 hasta situarse en estos momentos cerca de un 2 por 100 (INE 2,06 por 100, Eustat 1,98 por 100) sobre el PIB, con lo que supera ampliamente la media española y está ligeramente por encima de la media europea.

Un punto fuerte del desarrollo científico y tecnológico es el haber construido una Red de Ciencia, Tecnología e Innovación, con una fuerte orientación hacia la empresa. Dentro de esta red los centros tecnológicos han demostrado la capacidad de competir a nivel global y se ha iniciado una agrupación alrededor de dos corporaciones tecnológicas, Tecnalia e IK4, que tiene dimensión y capacidad para posicionarnos a nivel internacional.

Un segundo punto fuerte es la movilización que se ha conseguido del sector empresarial, que ejecuta el 76 por 100 de la I+D y aporta el 54 por 100 de los recursos. La colaboración público-privada en el ámbito de la ciencia tecnología e innovación es sin duda un rasgo distintivo del País Vasco.

En cuanto a debilidades, la innovación se orienta más a proceso que a producto, con lo que nos encontramos a menudo con tecnología, pero sin producto. El desarrollo de servicios avanzados también es una debilidad. La generación de talento con niveles de excelencia, la atracción del mismo y la participación en redes científicas que aprovechen el impulso de la ciencia es también un punto en que debemos mejorar.

Como punto débil también está la realidad de nuestro tejido productivo, con un tamaño medio que dificulta competir globalmente y pocas empresas tractoras que permitan articular los intereses y proyectarlos a escala global.

2. Es difícil generalizar, pues cada empresa es un mundo. Nosotros nos esforzamos, en primer lugar, en reforzar el ecosistema en el que se produce la innovación. En este momento, existen claras dificultades, especialmente en el ámbito de financiación, por ejemplo, sobre todo para las empresas más pequeñas.

Además de tener un ecosistema que pueda acompañar a la innovación, hay que procurar que ésta ocurra, y en este ámbito el desarrollo de actitudes y competencias clave también es importante.

Por último, y quizá lo más importante, es necesario mejorar la orientación al mercado y al cliente. Las competencias y servicios de diseño y *marketing* son más necesarias que nunca. En estos momentos, el mercado, es decir la demanda, es claramente el factor más limitante, y por eso necesitamos esforzarnos en mejorar nuestra interacción con el mercado y el cliente, que, según la mayor parte de los analistas, es la interacción que genera más valor.

3. La innovación la realizan mayoritariamente las empresas, pero es evidente que universidades y centros tecnológicos, y en general la Red vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación, son un soporte fundamental para que esto ocurra. No podríamos competir a escala internacional sin ellos. En todos los países desarrollados existe un sistema de ciencia y tecnología que apoya la innovación de las empresas.

La labor de estos agentes no se limita a satisfacer demandas, sino que también constituyen nuestra posición avanzada y nos ayudan a generar las oportunidades y relaciones que, más tarde, sirven para realizar la innovación.

La cooperación entre los centros tecnológicos y las empresas es, en general, buena, aunque es necesario mantener una vigilancia constante para que se produzca la transferencia tecnológica efectiva y conseguir sentar a las empresas en el asiento de delante, donde ellas protagonizan el proceso. También es necesario potenciar agentes de transferencia que permitan llegar a pequeñas empresas para las que hoy es difícil acceder a la tecnología.

Las universidades han vivido durante un tiempo con un relativo distanciamiento de la industria y la empresa, pero cada vez más están involucradas y participan. La innovación debe ser la suma de todas ellas. Es fundamental insistir en la idea de que se debe cooperar para competir.

4. Importantísimo, es uno de los factores principales. En el gobierno Vasco hemos elaborado un Plan de Competitividad Empresarial 2010-13 en el que uno de los tres ejes estratégicos se refiere a la economía innovadora, emprendedora y tecnológicamente avanzada. Además, hemos retocado la tradicional ecuación I+D+i y le hemos añadido la internacionalización, es decir, 3I+D, porque están muy ligadas entre sí. Hay que buscar una economía abierta, no solo para salir al exterior, sino también para atraer talento.

5. Las personas son un factor de competitividad innegable. Además, el entorno económico y laboral actual exige una formación continua a lo largo de la

vida. Desde el País Vasco, además de promover la oferta de formación especializada a todos los niveles, estamos impulsando el aprendizaje a lo largo de la vida, que permitirá mejores opciones a nuestros ciudadanos al tiempo que dota al tejido productivo de una flexibilidad necesaria para afrontar la realidad de nuestra época.

También estamos fomentando la movilidad, y queremos que quienes estudian en nuestras universidades consideren al País Vasco tan atractivo como para quedarse aquí. Además, en conexión con el Plan de Competitividad, se está elaborando en el gobierno un nuevo Plan de Formación Profesional.

6. Un criterio fundamental que estamos empleando es el apoyo a la innovación orientada a resultados. Nuestro Plan de Competitividad ha definido las prioridades estratégicas: se va a fortalecer la modernización y la capacidad innovadora y creativa de las empresas, impulsaremos producciones de mayor valor añadido mediante la investigación, y la tecnología, se consolidarán redes e infraestructuras de referencia en materia de innovación, y estamos impulsando la compra pública innovadora. Por ejemplo, se han iniciado ya políticas para potenciar el emprendimiento, desde una feria internacional a una próxima ley que llevaremos al Parlamento. Se redoblarán los esfuerzos por acercar la I+D+i entre universidad y empresa. Y estamos reforzando la Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación con el impulso de dos plataformas tecnológicas: IK4 y Tecnalia.

El Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación, que en este momento está en elaboración, enlazará necesariamente con el Plan de Competitividad, y definirá con mayor detalle las apuestas científicas y tecnológicas, así como su modelo de gobernanza.

7. Sin duda, la Red vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación es el instrumento más potente del que disponemos y que más ha contribuido. En el corazón de esta red, los centros tecnológicos son los que hasta la fecha mayor aportación han hecho al desarrollo de la I+D+i. Esto no quiere decir que el resto de agentes de la red no sean necesarios.

8. Hay que conseguir que las políticas favorezcan la participación de las PYME, aunque en general no soy partidario de hacer compartimentos estancos. La realidad es que hay PYME con una fortaleza tecnológica mucho mayor que algunas grandes empresas, por lo que políticas que excluyan a unos o a otros no son, en general, nuestro objetivo, aunque a veces hay que hacerlas.

9. Creo que en el País Vasco la gestión de los incentivos fiscales a la I+D+i está bien articulada entre las administraciones competentes. Su uso está claramente ligado a la realización de actividades de I+D que han sido valoradas.

Cualquier tipo de intervención en el mercado puede generar distorsiones y vicios que es necesario vigilar para que no se produzcan. En este sentido, pretendemos seguir avanzando en la evaluación y en la orientación a resultados, ligando más directamente las ayudas a estos últimos. También es preciso modular las ayudas para conseguir la máxima adicionalidad posible, es decir, que ayuden a promover actividades que de otro modo no sucederían.

Tenemos que tener en cuenta, sin embargo, que nuestros competidores también gozan de importantes apoyos públicos, por lo que no debemos dejar a nuestras empresas en condiciones de inferioridad.

10. Esto efectivamente es una tarea constante. Desde el Departamento tenemos un programa, Hedatu, específicamente destinado a ello, y lo hacemos colaborando con los propios agentes científicos y tecnológicos. Además, impulsamos muchos eventos, desde los más profesionales a los más lúdicos, para dar a conocer el impacto y la relevancia de la ciencia y la tecnología. Sin duda, el nuevo Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación recogerá la difusión en la sociedad y la participación de ésta como un eje importante.

También estamos creando espacios e instalaciones para esto. En ese sentido, este año se ha inaugurado en el Parque Tecnológico de Bizkaia el Centro de Interpretación de la Tecnología, denominado BTEK, un instrumento muy útil, sobre todo para divulgar los efectos de la ciencia en la vida cotidiana. Necesitamos que las nuevas generaciones se entusiasmen con la ciencia, y que se interesen por la formación científica y tecnológica.

REPRESENTANTES DE LAS EMPRESAS

Agustín Delgado
Director de I+D+i de Iberdrola

Hemos centrado las respuestas en la I+D+i en el País Vasco.

1. En el País Vasco el desarrollo científico es medio, sin embargo el tecnológico es elevado en muchas áreas, como el sector eléctrico, máquina eléctrica…

Como puntos fuertes destacaríamos la gran cantidad de agentes del sistema vasco de innovación: empresas, centros tecnológicos, fundaciones, *clusters* de energía, de electrónica y comunicaciones. Capítulo aparte merece también la gran cantidad de personal de alta cualificación. En los últimos años, hay que destacar la política vasca Ikerbasque, para atraer científicos internacionales.

Como punto a mejorar: el bajo desarrollo científico, salvo ciertos elementos de relevancia internacional, como el Donostia International Physics Center.

2. De forma generalizada, en España podríamos hablar de falta de financiación pública y privada, sobre todo para emprender proyectos o actividades de alto riesgo. La visión de algunas empresas es demasiado cortoplacista, y en ella no tiene cabida una estrategia a medio-largo plazo con retos innovadores. Además, habría que añadir la poca cultura de apoyo al riesgo y al aprendizaje de los errores, que hace que las nuevas ideas disruptivas no encuentren su espacio.

3. Hay una gran red de centros tecnológicos en el País Vasco. Particularizando para el sector energético, la corporación Tecnalia e IK4 son referentes, y colaboran activamente con la mayor parte de los *clusters* industriales y las empresas que en ellos están, así como con otras empresas de fuera de la comunidad autónoma.

En cuanto a las universidades, tímidamente se van acercando a la realidad empresarial. Como ejemplo, la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad del País Vasco (EHU) y la Universidad de Deusto participan en numerosos proyectos de I+D+i como socios de empresas.

Existe una colaboración activa, por petición bidireccional, y una gran participación en proyectos colaborativos fomentados desde la Administración. Por ejemplo, los proyectos de cooperación ETORGAI, que tienen como objetivos apoyar la realización de proyectos integrados de investigación industrial en sectores estratégicos y fomentar una colaboración público-privada en I+D+i, de forma que ejerzan un efecto tractor sobre la economía del País Vasco.

4. La innovación desempeña un papel destacado y fundamental para acceder a un mercado global. La innovación forma parte de la cultura, ha de ser incluida en la estrategia a medio y largo plazo que garantice su supervivencia dentro y fuera de España.

5. La innovación va ligada a las personas, a las competencias técnicas de los trabajadores, y por tanto ésta debe potenciarse tanto en la rama profesional como en las ramas universitarias.

Existen planes para reciclaje de los trabajadores, en la formación profesional y en la universidad gracias al diálogo empresa-universidad.

6.

— Aquellas orientadas a un aumento de las capacidades de nuestro SistemaCiencia-Tecnología-Sociedad en su conjunto, STOCK INMATERIAL.

— Las destinadas a orientar el esfuerzo innovador y que tienen en las empresas su centro de gravedad, DEMANDA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA.

— Las que se preocupan de la excelencia del Sistema Ciencia-Tecnología Vasco y su capacidad de atender a las necesidades de su entorno socioeconómico más próximo, STOCK CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO.

— Las que hacen referencia a la priorización en el apoyo para alcanzar el dominio de ciertos ámbitos científicos y tecnológicos estratégicos en el futuro, ÁMBITOS CIENTÍFICOTECNOLÓGICOS.

7. Los programas INTEK (GAITEK, INNOTEK) a lo largo de su historia, y más recientemente los programas ETORGAI, todo ello enmarcado en las líneas estratégicas y programas del gobierno vasco.

8. Sí, por la especialización tecnológica de cada una de las PYME, así como por sus características diferenciales, que hace que tengan unas necesidades distintas a las de las grandes empresas.

9. Ambos son instrumentos de fomento de la I+D+i fundamentales, y muestra de ello es la evolución del gasto en I+D+i, así como los resultados alcanzados en los últimos años.

Las subvenciones son claves para los proyectos de mayor riesgo (largo plazo). Y los incentivos fiscales facilitan la realización de proyectos para la innovación del corto y medio plazo.

10. La sociedad percibe cada vez con mayor claridad los efectos positivos de la ciencia y la tecnología sobre el desarrollo económico y la mejora de sus condiciones de vida y de trabajo.

Las decisiones en las que influyen la ciencia y la tecnología forman parte cada vez más directa de nuestros actos cotidianos, aunque sólo sea de forma inconsciente; para que una sociedad avanzada pueda desarrollarse y participe en las decisiones que le afectan de una manera eficaz, es imprescindible que posea una mínima cultura científica que se extienda horizontalmente por toda ella; la formación científica de los ciudadanos es cada vez más necesaria.

Con el fin de aumentar esta curiosidad científica y tecnológica, hay que informar sobres sus efectos, mejorar en difusión, educación y formación desde pequeños, desde las escuelas, fomentar la ciencia y la tecnología desde la base.

Aurelio García de Sola y Arriaga
Presidente de Madrid Networt

1. La Comunidad de Madrid se consolida como la región más innovadora de España, y además se sitúa por primera vez entre las 25 regiones más prósperas (entre las más tecnológicas y las más competitivas) de Europa, lo que demuestra el liderazgo que la región madrileña ejerce también en el ámbito internacional. Además, nuestra región lidera la inversión tecnológica española, con el 38 por 100 del gasto empresarial en I+D español, e incluso va más allá: del total de empresas españolas que figuran en este indicador a escala europea, más de la mitad están ubicadas en la Comunidad de Madrid.

Y todo ello no es fruto de la casualidad, sino de la apuesta decidida de nuestras empresas por la innovación y el desarrollo tecnológico; una apuesta que, además, ha sido reforzada por diferentes instrumentos lanzados desde la Comunidad. El Plan Regional de I+D+i**,** dotado con 3.000 millones de euros, permitirá movilizar en las empresas más de 8.500 millones adicionales y generará 80.000 puestos de trabajo de alta cualificación. Pero sobre todo a través de instrumentos de colaboración público-privados como *Madrid Network*, cuyo objetivo es promocionar a las empresas como centro del proceso competitivo y dotando de los canales necesarios para aprovechar los activos, tangibles e intangibles, existentes en la Comunidad. Madrid Network es un instrumento para que las empresas hagan de la innovación y el desarrollo tecnológico la palanca de crecimiento de nuestra región.

Una de las principales ventajas de la apuesta de Madrid por el desarrollo tecnológico y la innovación es la creencia en la iniciativa privada como motor de la actividad económica de la región. Eso hace que concibamos que la Administración debe simplificar las barreras que obstaculizan la actividad privada, y reducir los costes de transacción.

La Comunidad de Madrid alberga a unas 6.800 empresas innovadoras con más de diez empleados, repartidas en un amplio número de sectores (especialmente en servicios de alta tecnología). Así, una de cada siete empresas innovadoras españolas se ubica en la Comunidad de Madrid, y ello es consecuencia, en gran medida, de que Madrid posee los activos necesarios para atraer y crear talento, para estimular y generar conocimiento. En consecuencia, la Comunidad de Madrid está cada vez más cerca de convertirse en una de las regiones más atractivas del mundo. Nuestras empresas se están dando cuenta de que ahora es el momento de la innovación en el sentido más amplio de la palabra, y son estos proyectos de innovación, desarrollados por nuestras empresas, los que generan actividad económica, pero sobre todo empleo. No debemos olvidar que, a su vez, esos proyectos tienen un *efecto arrastre* importantísimo sobre otras empresas, especialmente medianas y pequeñas empresas.

Si tuviera que señalar una posible inconveniente en todo este proceso innovador, sería la reticencia, en ocasiones, por parte de los sectores a acceder a nuevas formas de financiación. Considerando la crisis en la que estamos inmersos, las empresas sienten la tentación de buscar el camino más fácil para financiar sus proyectos, cuando todo indica que existen nuevas herramientas financieras, como los créditos reembolsables, que podrían otorgar mayor músculo financiero a las operaciones, tanto por las cuantías como por los retornos. Ahora bien, estoy convencido que las empresas están dispuestas una vez más a liderar este cambio de concepción cuando reconozcan las posibilidades de estos nuevos modelos.

2. Por supuesto, la financiación y la pérdida de confianza. En el contexto actual, las empresas se están enfrentando a reducciones drásticas del crédito, a una demanda mucho menor y más inestable, y a una importante crisis de confianza que minora considerablemente la propensión a desarrollar proyectos de futuro.

Es evidente que las administraciones deben de contemplar nuevas vías para apoyar a los sectores empresariales, reduciendo, en la medida de lo posible, las barreras que presentan estos retos e impiden a nuestras empresas funcionar de forma ópti-

ma (y, en consecuencia, dificultan que apuesten por la innovación en sus estrategias). No hay que olvidar que las empresas que apuestan por el futuro son aquellas que nó solo saben adaptarse a la situación actual, sino que además permanecen comprometidas con la innovación y el desarrollo.

En este sentido, la Comunidad de Madrid ha participado en un proyecto europeo, *CreaBusinessIdea*, en el cual se identificaron las principales barreras a escala regional para innovar en las empresas:

— *Barreras dentro de las propias empresas:* vinculadas principalmente a la falta de personal cualificado (especialmente en las PYME), la falta de sistemas de gestión y organización para la innovación (o que la favorezcan), la no existencia de mecanismos para canalizar las ideas y valorizarlas y, sobre todas ellas, la existencia de una cultura empresarial aún tradicional, no enfocada a «innovar» para competir.

— *Barreras del entorno:* tanto de tipo coyuntural (crisis económica financiera) como estructural (cambio de modelo competitivo). A pesar de la importancia que tiene la Comunidad como centro de localización de empresas de consultoría e ingeniería, en Madrid las empresas (en particular las PYME) no cuentan todavía con suficientes servicios avanzados de apoyo. De hecho, la promoción y la consolidación del sector de servicios avanzados sigue siendo uno de los retos de la Comunidad. *Este reto en parte se intentan cubrir con iniciativas como Madrid Network*, que trata precisamente de potenciar la iniciativa privada y facilitar el contacto entre los generadores de servicios y las empresas que los pueden utilizar. Por otro lado, en el entorno no hay una cultura generalizada que promueva la transferencia de los resultados de la I+D al mercado, y especialmente entre el sector de I+D público y el empresarial. Otra barrera del entorno es la no existencia de un mercado lo suficientemente sofisticado que tire del esfuerzo innovador en las empresas.

— *Barreras en la financiación:* se han agudizado como resultado de la crisis financiera internacional, pero también influyen los elementos tradicionales ampliamente conocidos, como son la falta de instrumentos adecuados para las iniciativas muy innovadoras, un mercado financiero sin cultura de financiación de riesgo, aversión social por iniciativas con alta potencialidad de innovación pero radicalmente innovadoras, etcétera.

— *Barreras en el funcionamiento de la Administración:* principalmente, en lo referido a la falta de fondos suficientes para actividades de innovación e investigación muy específicas, junto con la existencia de duplicidades y aparente descoordinación de los marcos de ayuda, lo que genera desconcierto, dificultando el acceso de las empresas (especialmente las más pequeñas), y produce lentitud y complejidad de los procesos administrativos, etcétera.

Es claro que, desde la perspectiva de Madrid Network, el esfuerzo desarrollado por las empresas en I+D+i debe enfocarse hacia los contenidos de sus proyectos y la valorización y comercialización de sus resultados, no a la preparación de propuestas y a la gestión o la justificación derivada de las subvenciones a tal efecto.

La Administración debe ser consciente de que las empresas son el beneficiario, y por lo tanto debe concebir las ayudas y su gestión de acuerdo con las necesidades y formas de funcionamiento empresariales. Por ello, una simplificación ayudaría a mejorar la eficiencia de las medidas de apoyo, y además levantaría más proyectos de I+D+i entre las empresas más pequeñas y con menos recursos, con lo que contribuiría a generalizar los procesos de innovación entre el conjunto del censo empresarial madrileño.

3. La apuesta decidida de las empresas madrileñas por la I+D y la innovación, así como la masa crítica que representan, hacen que la Comunidad de Madrid sea, cada día más, el verdadero polo tecnológico del Sur de Europa, donde se ofrecen grandes servicios de I+D+i, con gran calidad, gracias a la interconexión entre las empresas y la investigación. Para ello, juegan un papel fundamental tanto *Madrid Network* como los IMDEA, muestra de la relación entre la investigación de primer nivel internacional y la excelencia de la colaboración público-privada.

Madrid Network se ha convertido en la herramienta al servicio de las empresas para impulsar la economía del conocimiento, para potenciar la innovación y el valor añadido de productos y servicios. Esta red de parques y *clusters* pone en contacto a las empresas con los investigadores en procesos de creación de las empresas gacela en sectores estratégicos, en la detección de proyectos tractores y de demanda temprana y, lo que es más importante, en la búsqueda de socios y proveedores para la investigación, su desarrollo y comercialización.

De forma adicional, para apoyar a las empresas con recursos de conocimiento de excelencia a escala internacional, desde la Comunidad de Madrid

se han puesto en marcha los institutos madrileños de estudios avanzados, los IMDEA, institutos basados en la excelencia, que sirven para atraer más talento y para transferir el conocimiento. Son institutos que buscan conectar, junto con Madrid Network, la investigación con la innovación empresarial, la teoría con la práctica.

En definitiva, podemos decir que Madrid Network actúa como elemento de conexión entre el tejido empresarial, la comunidad investigadora y la administración, facilitando la interlocución entre ellos. Las grandes empresas, pero especialmente las PYME, tienen la posibilidad de participar en estos proyectos junto a universidades e institutos tecnológicos gracias al trabajo en red de Madrid Network.

4. Es fundamental. No se entiende el desarrollo sin innovación. Aunque en los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para potenciar la I+D+i, los mercados, sobre todo los internacionales, han ido más deprisa en materia de competitividad y desarrollo. La Comunidad de Madrid cuenta con algunas de las empresas más importantes del panorama español. Junto con éstas, existen otras muchas empresas innovadoras, vinculadas a sectores emergentes o bien que innovan en su actividad, bien sea de alta tecnología o de sectores tradicionales. Sin embargo, aún son mayoría las empresas que no se ven en la necesidad de innovar para competir.

Pero cuando, como ahora, los mercados se convierten en globales y aumenta su grado de sofisticación, ello implica la búsqueda del valor diferencial. Un tipo de valor que sólo puede alcanzarse a través del uso del conocimiento y la creatividad en la satisfacción de las necesidades de los mercados. Por esta razón, desde Madrid Network estamos potenciando la implicación de las empresas, incluyendo las PYME, de todo tipo de sectores para que vayan incorporando dinámicas de innovación en procesos, productos e incluso elementos organizativos y de *marketing*. La innovación a través de todos los aspectos es la única vía que actualmente tienen las empresas para poder acceder a los mercados internacionales y competir en ellos.

5. No hay duda de que uno de los elementos fundamentales para la mejora de las competencias, incluidas las tecnológicas, son los planes de formación de los trabajadores madrileños, que les permiten la adaptación y promoción ante los cambios de los sistemas productivos, adaptarse a lo que el mercado realmente necesita al mismo tiempo que se convierten en un factor importante para el incremento de la productividad empresarial. En este sentido, los planes de formación de nuestra región se articulan a través de convenios de formación con los representantes de los trabajadores y las empresas con el fin de desarrollar planes de formación diferenciados, ya que ellos conocen qué es lo que el mercado está demandando. Al mismo tiempo, la Comunidad de Madrid, a través del servicio regional de empleo, lleva a cabo una serie de análisis que tratan de detectar cuales son las competencias, entre las que se incluyen las tecnológicas, que las empresas necesitan de sus trabajadores y, en función de esos análisis, orienta los planes de formación.

El sistema educativo madrileño es el principal pilar en el campo de la formación, y a el que se unen, en aspectos más específicos, iniciativas desde asociaciones, *clusters*, parques, las cámaras, los servicios avanzados a empresas, etc. Este es precisamente uno de los objetivos prioritarios de Madrid Network.

6. *Madrid Network* es una iniciativa dinámica que, en su misión de acompañar a las empresas en su mejora competitiva constante, amplía los servicios que provee de forma continua. No todos los servicios que provee cuentan con el mismo recorrido, pero éste es uno de sus puntos fuertes: la revisión y reorientación hacia las soluciones que, en cada momento, las empresas demandan. En la actualidad, Madrid Network configura su actividad hacia las empresas en cinco áreas: 1) creación de empresas; 2) generación de conocimiento; 3) apoyo al desarrollo de proyectos colaborativos de innovación; 4) promoción internacional, y 5) servicios generales en materia de gestión y asesoramiento fiscal.

Actualmente, Madrid Network responde a una creciente demanda en la forma de medidas específicas en materia de creatividad y creación de empresas. La red ofrece asesoramiento a emprendedores en el acceso a financiación de capital riesgo, en la ejecución de proyectos de crecimiento, en la identificación de nuevos negocios y su evaluación, en el impulso de herramientas financieras específicas para el emprendedor, etc. Destacan iniciativas como el servicio de aceleración de empresas (consultoría personalizada a empresas de nueva creación para su consolidación a corto plazo) y Madrid Network Challenge (que ofrece como premio el asesoramiento para acceder a fuentes de financiación y para entrar en el mercado americano de la mano de inversores y socios del *Silicon Valley*).

En materia de creación empresarial, es preciso señalar cómo muchas de las iniciativas empresariales

participantes (sobre todo en los parques y en algunos *clusters* como el bio, audiovisual o energías renovables) son de nueva creación, donde estos servicios están probando ser de gran utilidad en el acompañamiento de los emprendedores en las etapas iniciales.

Otro de los servicios más demandados es el apoyo en el establecimiento de alianzas a escala internacional tanto para el desarrollo de nuevas líneas de investigación conjuntas como para buscar empresas complementarias en campos de nuevas tecnologías. Desde 2007, Madrid Network cuenta con la Red de Regiones Avanzadas, una iniciativa conjunta con algunas de las regiones más avanzadas del mundo para identificar proyectos que resulten mutuamente beneficiosos. Gracias a ello, los acuerdos y alianzas internacionales de nuestras empresas han ido creciendo.

7. Probablemente, el instrumento que más ha contribuido recientemente (y probablemente contribuya en el futuro) sea *la iniciativa Madrid Network*. En la actualidad, integra a más de 580 socios entre empresas, universidades, centros tecnológicos y de investigación y organismos públicos. Ha lanzado doce *clusters* y ha consolidado la actividad de cuatro parques científicos y tecnológicos (otros dos se encuentran en fase de desarrollo). Las asociaciones *cluster* representan a sectores con más del 40 por 100 de peso en la economía, y los parques, cuando estén a pleno funcionamiento, se espera que representen en tono al 3 por 100.

Además, Madrid Network ha obtenido fondos por más de 52 millones de euros de organismos nacionales y europeos, y recientemente se ha convertido en el instrumento para hacer operativo el préstamo de 80 millones de euros del MICINN a la Comunidad de Madrid. En total, se espera una inversión por parte de la Administración de unos 1.280 millones de euros que, como contrapartida, tengan un arrastre en fondos privados de 4.900 millones de euros adicionales. Ha contribuido también a que las empresas de Madrid hayan participado en 32 proyectos, algunos de ellos de carácter internacional, en sectores como imagen médica, seguridad, ahorro energético, tecnologías 3D, etcétera.

Madrid Network ha sido además un importante instrumento de sensibilización, con la celebración de numerosas conferencias y seminarios, así como de contacto con otras regiones avanzadas del mundo a través de la iniciativa Red de Regiones Avanzadas.

8. Las PYME son el principal soporte de la economía española. Desde hace muchos años llevan reclamando una mayor atención por parte de las administraciones en todo tipo de materias: financieras, fiscales, de gestión y, por supuesto, tecnológicas. Hoy, en el escenario de crisis, este apoyo es aún más necesario. No hay que olvidar que las PYME están realizando un gran esfuerzo por mantener la gestión de su actividad, con medidas muy dolorosas. Este sector merece, sin duda, una mayor atención y un mayor compromiso por parte de todos los actores de la economía de este país.

Sí, en torno al 97 por 100 de nuestras empresas son PYME, y de sectores muy diversos. Transformar nuestra economía en una innovadora tecnológicamente avanzada pasa por responder a las necesidades que en la materia presenta este colectivo.

9. En la actualidad, las deducciones fiscales por I+D+i son la opción más firme para financiar la innovación. Si bien han sufrido sucesivos recortes y reducciones a lo largo del tiempo, hoy por hoy todo apunta a su mantenimiento y, quizás, a la recuperación de sus porcentajes iniciales.

La segunda vía son las ayudas directas en forma de subvenciones, cada día menos frecuentes, y los préstamos a interés reducido. Con las subvenciones se financian proyectos futuros, buscando un efecto incentivador.

Muchas empresas desconocen aún las diferentes herramientas de financiación del I+D+i. Tanto el desconocimiento del marco de ayudas existentes para la innovación como la falta de capacidad y/o medios propios para gestionar procedimientos administrativos complejos pueden y deben superarse mediante la utilización de especialistas en esta materia. Desde Madrid Network se ofrece a las empresas madrileñas un completo y personalizado servicio de asesoramiento en las ventajas fiscales de la I+D+i.

Se está trabajando en este aspecto desde la Administración y, a través de iniciativas como las desarrolladas por la Consejería de Economía y Hacienda, y actualmente también por Madrid Network, se pretende minorar estas barreras en el futuro.

10. Aún queda camino por recorrer en la percepción real de la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación. Éste es aún un reto en la mayoría de las empresas, sobre todo en las más pequeñas y con menores recursos.

Las empresas deben superar una visión cortoplacista, donde la incertidumbre y los elevados costes

derivados del esfuerzo innovador dominan frente al potencial beneficio esperado. Pero es que, precisamente en estos tiempos de crisis, en un mundo globalizado y marcado por el aumento de la competencia, desarrollar actividades de ciencia y tecnología, y en definitiva innovar en sus diferentes aspectos, es la única vía para sobrevivir en el mercado. Innovar no es una opción, es un requisito del nuevo modelo competitivo imperante.

Las sociedades de los países más competitivos del mundo saben perfectamente que la garantía de un futuro sostenible en materia de creación de empleo (como ejemplo más significativo) pasa por una apuesta firme y decidida por el desarrollo científico y tecnológico. En España se han puesto en marcha distintas iniciativas para ofrecer un marco común de conocimiento sobre este entorno, pero es indudable que quedan muchas asignaturas pendientes por concretar, sobre todo en lo relativo a la necesidad de concienciar a los ciudadanos, y no sólo las empresas, de que buena parte del futuro de todos pasa por una apuesta decidida por la I+D+i.

Las empresas, que son a las que a menudo se las adjudica la necesidad de innovar, están dirigidas y formadas por personas y, por ello, son las personas las que, en última instancia, deben ser innovadoras, añadiendo esta cualidad como valor a cualquier actividad que desarrollen dentro de la empresa.

Esta preocupación está en la base de la actividad que llevamos desarrollando desde hace años en Madrid Network, y que llamamos comunidad del conocimiento. Consiste ésta en programar un conjunto de conferencias y de seminarios de algunas de las figuras más relevantes del mundo en lo que se refiere a la importancia de la investigación y de la innovación, no sólo para las empresas, sino para el conjunto de la sociedad.

Julio Linares López
Consejero Delegado de Telefónica

1. En los últimos veinte años, España ha incrementado su nivel de desarrollo científico alcanzado el noveno puesto mundial en algunos de los indicadores de referencia. El reto ahora es llegar a alcanzar un nivel de desarrollo tecnológico equivalente. En nuestra opinión, un punto fuerte del sistema nacional es la presencia de entidades relevantes de prestigio internacional (CSIC, algunas universidades, empresas como Telefónica). Pero esto no es suficiente si lo que se pretende es alcanzar a los sistemas más avanzados. Para ello, es fundamental que se incorporen nuevas empresas de base tecnológica a través del fomento del espíritu emprendedor. En esta línea, el punto débil más destacable sería la falta de una cultura emprendedora que permitiera aumentar la masa crítica del sistema.

2. Posiblemente, uno de los obstáculos más importante es la dificultad de gestionar los riesgos asociados a la innovación, que en ocasiones superan a los de otro tipo de inversiones. Esto origina, entre otras cosas, más dificultades a la hora de conseguir financiación.

3. En España existen universidades de prestigio (UPM, UPC,...). Y si bien la cooperación entre estos agentes y las empresas en proyectos conjuntos es estrecha, podría ser todavía mayor. Sería necesaria, por ejemplo, una mayor participación de las empresas en los programas docentes, científicos y tecnológicos de las universidades, así como fomentar una mayor rotación del talento investigador entre la universidad y la empresa.

4. El papel de la innovación en el incremento de la competitividad de las regiones españolas y en el proceso de internacionalización ha sido muy relevante. Y este efecto es especialmente interesante al tratarse de un tejido productivo integrado de forma mayoritaria por empresas de servicios.

5. La formación de los trabajadores es una de las claves para mejorar la capacidad tecnológica de las empresas y, por ende, la modernización de la sociedad en general. Por ejemplo, es necesario incorporar los avances en tecnologías de la información a los procesos empresariales. En esta materia todos debemos colaborar.

6. Telefónica innova en todas las regiones de España, y realiza específicamente actividades de investigación y desarrollo en varias comunidades autónomas. En todos los casos, existen estrechos lazos de colaboración con los agentes regionales de I+D, y en especial con la Administración.

Entre las políticas tecnológicas que se podrían destacar, están las líneas de subvención de proyectos de I+D en cooperación (como los promovidos por la Junta de Andalucía a través de la agencia IDEA), las políticas de apoyo a las PYME (por ejemplo, los programas del IMADE en la Comunidad de Madrid), las iniciativas de apoyo a la internacionalización de las actividades de I+D empresarial (como las lanza-

das por la Generalitat de Cataluña), las actividades de fomento de la gestión de la innovación (como los talleres organizados por la Junta de Castilla y León), etcétera.

7. Si tengo que señalar sólo un factor, me inclino a pensar que el instrumento del sistema público de I+D+i que más ha contribuido al desarrollo ha sido la disponibilidad de talento surgido en sus universidades.

8. Efectivamente, y así he tratado de destacarlo en alguna respuesta anterior. Las políticas tecnológicas de apoyo a la pequeña y mediana empresa son fundamentales, pero siempre teniendo en cuenta también el decisivo efecto tractor de las grandes empresas.

En el entorno actual, y con respecto a las políticas dirigidas al fomento de determinados sectores, es necesario seleccionar aquellos que se consideren más estratégicos (energías renovables, TIC...). Y, en su elección, es clave tener presente que no se puede ir contra las propias tendencias del mercado, intentando promover de forma artificial sectores en los que no exista la suficiente masa crítica.

9. En general, el uso de estos incentivos fiscales ha sido beneficioso para las empresas, si bien las dudas sobre su continuidad y las dificultades en la aplicación han obstaculizado, en ocasiones, su difusión entre las empresas pequeñas y medianas. Asimismo, es necesaria una evolución de la legislación actual para favorecer su aplicación en aquellas que no tienen beneficios, como es el caso de las nuevas empresas de base tecnológica.

En este sentido, por ejemplo, la certificación de proyectos de I+D+i puede ser un excelente instrumento para que las empresas accedan más, y con mayor seguridad, a esas deducciones fiscales. No obstante, un enfoque inadecuado puede tener el efecto contrario al deseado. El nuevo instrumento de certificación de proyectos es opcional, y no es imprescindible su aplicación para obtener beneficios fiscales. De acuerdo con ello, en la práctica, no tendría que existir discriminación entre empresas que certifiquen proyectos y las que no. Y estas certificaciones, al ser opcionales, no deberían suponer un coste adicional.

Respecto a las subvenciones, han sido el instrumento fundamental de apoyo a la I+D empresarial en programas nacionales y de la Unión Europea. En este punto, también sería necesaria una mejora en la gestión de sus programas para hacerlos más eficientes, sin necesidad de grandes incrementos presupuestarios.

10. Es clave seguir impulsando la relevancia de la ciencia y la tecnología para la sociedad española y potenciar cada vez más su valoración en todas las fases del proceso educativo. Gracias al impulso del talento científico y tecnológico podremos, a medio plazo, desarrollar decididamente el sistema español de I+D+i.

Una actuación concreta puede ser fomentar en las escuelas de negocios o en los cursos de postgrado la difusión de las ventajas de la innovación, así como facilitar a los interesados los mecanismos para alumbrar una nueva actividad empresarial. Las empresas identificadas como «excelentes» deberían participar como elementos de formación, reconociéndose su esfuerzo y compensándolo a través de los procedimientos que cada programa considere más adecuados.

En relación con los aspectos culturales, sería preciso promover una cultura de protección de resultados, dado que las empresas españolas protegen menos los suyos de I+D que las de otros estados de la OCDE. Y, adicionalmente, la Administración debería facilitar los trámites e incentivar la constitución de estas nuevas empresas creadas para explotar el conocimiento desarrollado.

Jordi Pascual
Director General del Institut Català de Nanotecnologia (ICN)

1. Por el número de habitantes, la extensión del territorio y el empuje que tradicionalmente ha tenido y continúa teniendo, Cataluña aspira a tener en un futuro próximo niveles de desarrollo científico y tecnológico semejante al de países europeos como Suiza y Holanda, entre otros.

Desde el punto de vista de desarrollo científico, podemos referirnos a algunos indicadores que avalan el progreso constante y la convergencia hacia estas metas. Así, en datos agregados de 2008, si tomamos como parámetros la producción científica por millón de habitantes y la calidad de la investigación, Cataluña se sitúa actualmente al nivel de Suecia y Finlandia, superando a países como Austria y Noruega. Este progreso se ve reforzado por la posición que Cataluña ocupa en la concesión de premios del Programa Ideas, del European Research Council (*Starting*

y Advanced Grands), destinados a premiar económicamente el desarrollo de proyectos científicos a los investigadores más brillantes del continente europeo. Si normalizamos al número de concesiones por millón de habitantes, Cataluña ocupa el cuarto lugar, a la par que Suecia, y sólo superada por Israel y Suiza (dos países no comunitarios). Asimismo, Cataluña cuenta con las dos únicas universidades españolas que aparecen en el ranking QS 2010 de las 200 mejores universidades del mundo. Esta posición aventajada de las universidades catalanas se corresponde también con las distinciones que han obtenido en las dos convocatorias del programa español CEI (Campus de Excelencia Internacional), con un total de seis de las once coordinaciones.

En cuanto al desarrollo tecnológico de Cataluña querría referirme a la integración en el contexto europeo, un barómetro del estado del desarrollo tecnológico y una necesidad de futuro que nos ha de llevar a ser actores en la economía basada en el conocimiento que se dibuja para el horizonte del 2020. En el estudio por regiones que publica la Comisión Europea sobre la participación de las PYME en el vigente VII Programa Marco, en el Programa de Capacidades (el más orientado a las PYME), Cataluña es la primera región junto con Lombardía en el número de participaciones, y la segunda (detrás de Lombardía) en la capacidad de retorno económico. Por el contrario, en el programa de Cooperación, más orientado a temas prioritarios y selectivos, Cataluña baja al 13º lugar en número de participaciones, pero se encarama al 8º lugar en el *ranking* de las regiones que consiguen mayores fondos. Dentro del contexto español, Cataluña atrae una parte muy importante de los fondos que se reciben, lo que da idea de la actividad e inmersión de nuestras PYME en el panorama global europeo en desarrollo tecnológico.

Los datos que acabo de exponer son alentadores pero distan todavía mucho de los objetivos propuestos. Como puntos fuertes más representativos, cabe indicar la capacidad de atraer talento, la alta calidad de los centros de investigación CERCA, de las universidades y de los centros tecnológicos, el alto nivel de creatividad y dinamismo, el disponer de buen nivel de infraestructuras científicas y el incremento significativo en inversiones gubernamentales. En cuanto a las debilidades, sobresalen el desajuste de los mercados financieros con la inversión en innovación, el bajo nivel de patentes y derechos de propiedad intelectual, y el bajo nivel de la colaboración público-privada.

2. Innovar en una empresa implica destinar una parte importante de recursos propios a tareas de I+D+i, y esto no siempre es factible en empresas PYME, ya que supone disponer de infraestructuras adecuadas, personal cualificado y un fondo económico para su desarrollo. Con todo, a día de hoy, me atrevería a afirmar que uno de los principales obstáculos para la innovación en muchas empresas radica en estar cerradas en sí mismas, en la propia incapacidad para abrazar las oportunidades que brinda la innovación abierta, una estrategia basada en la complementariedad entre actividades de innovación interna y externa. Pero, para abordar este reto, las empresas necesitan una estructura interna capaz de absorber los procesos de innovación externos; es decir, es esencial disponer de un buen proceso de organización de la innovación.

3. Durante los últimos años, se ha potenciado por las administraciones comunitaria, estatal y autonómica el desarrollo de proyectos científicos compartidos con centros tecnológicos y empresas que revierten en beneficios tangibles para la sociedad. A ello hay que añadir la creación de oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) en universidades y centros públicos de investigación, y la instalación de parques científicos. Ambas iniciativas han facilitado el tránsito de la generación de ideas a la comercialización de productos, la protección de la propiedad intelectual, la solicitud de patentes y la creación de empresas de base tecnológica (EBT). Este entorno ha promovido también las actividades de transferencia de conocimiento (*know-how*) entre centros de investigación y empresas, actividades «calladas», de no tanto impacto estadístico como las anteriores, pero muy importantes en el desarrollo de la innovación incremental de las empresas. Los centros de investigación y organismos públicos han sido los motores de estas iniciativas, ayudados por subvenciones y créditos blandos por parte de las administraciones.

Todas estas apuestas acortan el camino entre el mundo de las ideas y el mercado. En Cataluña todavía queda pendiente desarrollar el papel que pueden y han de jugar los centros tecnológicos como puentes naturales entre los centros de investigación y las empresas.

4. Es esencial. Con todo, una parte muy importante de la innovación tiene un carácter de «oculta», en el sentido de que no se traduce en patentes ni en derechos de propiedad intelectual, ni aparece en indicadores como los de inversión en I+D. Esta innovación, basada en un modelo de utilidad, tiene su fundamento en que el tejido industrial está básicamente formado por PYME, las cuales tradicionalmente cimen-

tan la evolución de sus productos en la innovación incremental. Según un informe de la OCDE, dentro del tejido español la contribución de Cataluña a este tipo de inversión es del orden del 30 por 100.

5. Toda innovación sobre productos ya desarrollados en las empresas y, más aún, todo cambio de estrategia en la línea de producción de una empresa se facilita y se mejora si la formación de los trabajadores tiene la capacidad de asumir los retos que se plantean. En términos generales, la formación de los trabajadores españoles es bastante deficiente si la comparamos con la de los trabajadores de países más desarrollados del continente europeo. Un reciente informe de la OCDE muestra que casi el 50 por 100 se encuadran dentro del sistema básico de enseñanza; por otro lado, si nos fijamos en el otro extremo del espectro, el de personas con estudios superiores (que supone el 28 por 100), casi la mitad de ellos no tienen empleos directamente relacionados con sus estudios (una cifra que es aproximadamente el doble de la media de la OCDE). Esta falta de formación o de implicación en trabajos que no se corresponden con los estudios realizados merma la capacidad de las empresas para implementar nuevos desarrollos tecnológicos, y es una de las razones por las cuales el modelo de crecimiento extensivo que hemos vivido en los últimos años ha traído asociada una disminución progresiva de la productividad laboral en Cataluña, disminución que ha ido pareja a la de las otras comunidades autónomas del estado español.

Contrariamente a lo arriba apuntado, una de las bases de las EBT que emergen con fuerza y tienen éxito en el mercado es la alta capacitación y selección del personal cualificado que trabaja en ellas. Las EBT de éxito son la punta de lanza de la necesaria transformación económica a que está abocado el país.

6. La estructuración y la gobernanza del sistema de I+D+i, que se ha llevado a cabo dentro del Pacto Nacional por la Investigación y la Innovación, aprobado en el 2008 con el apoyo de los agentes políticos, económicos y sociales de Cataluña; la focalización del I+D+i en nichos de valor diferencial, donde Cataluña tiene capacidades probadas y también la apertura de nuevas oportunidades de desarrollo; la captación y retención de talento científico, la apuesta por la implantación de centros de investigación ágiles en áreas estratégicas seleccionadas y la cohesión y fortalecimiento de las redes de centros tecnológicos; la internacionalización del sistema de I+D+i y la socialización de la ciencia y la tecnología, y por último, el alineamiento con las políticas de la Unión Europea en materia de I+D+i.

7. Sin duda, el instrumento que más va a contribuir es el que se está desarrollando en la actualidad y que se aprobó en 2008, el Pacto Nacional por la Investigación y la Innovación, que firmaron la práctica totalidad de agentes políticos, económicos y sociales de Cataluña. El Pacto traza una hoja de ruta con voluntad de ser refractaria a los vaivenes políticos. Propone ocho retos concretos que se estructuran en veintiseis objetivos para alcanzar la visión de futuro del Pacto.

8. Sí, sin duda. En Cataluña se está haciendo un esfuerzo por apoyar y priorizar determinadas actividades innovadoras del sector industrial que nos diferencien y capaciten para ser competitivos, y con base en esta especialización se está diseñando un mapa geográfico de la innovación. Se están creando polos y *clusters* de innovación que comparten servicios e infraestructuras, y también *clusters* abiertos de empresas muy diversas que se agrupan no en torno a una base tecnológica, sino en torno a las oportunidades de comercialización de un producto genérico.

Por lo que se refiere a las PYME, el gobierno de la Generalitat de Cataluña está potenciando el papel de los centros y redes tecnológicas como facilitadores de desarrollo de pruebas de concepto, escalado y prototipaje, y la transmisión de conocimiento de las universidades y de los centros de investigación a las empresas.

9. Ambos son necesarios para estimular el gasto en I+D, y más en el momento económico actual. La obligada política de recortes presupuestarios de las administraciones públicas y de contención de gasto de las empresas debe ir acompañada de incentivos que ayuden a las empresas a posicionarse en el mercado, activando sobre todo las exportaciones y el consumo interior.

Por lo que se refiere a las EBT, queda por resolver el *gap* que se genera entre las ayudas que se reciben durante la etapa de creación, el capital semilla, hasta que la empresa alcanza un nivel suficientemente maduro como para poder optar al capital riesgo y al *business angels*. Durante los dos a tres años posteriores a la creación transcurre el período de mayor mortalidad de las PYME, debido, en gran parte, a la falta de ayudas tanto públicas como privadas.

10. La sociedad considera la ciencia y el conocimiento, en general, como un activo importante, el más importante, como motor de las transformaciones tecnológicas que se viven y que suceden con ex-

traordinaria celeridad. Sin embargo, esta percepción intuitiva no se corresponde con el conocimiento y la educación que la sociedad ha adquirido para abordar los temas científicos.

La actuación más importante que tenemos pendiente no es tanto la de transmitir información de avances y beneficios sociales de la ciencia y la tecnología (lo cual se ha de continuar haciendo, aunque quede pendiente la mejora de la calidad de lo que se transmite) como el establecimiento del diálogo abierto, haciendo partícipe a la sociedad de las decisiones que se tomen en determinados ámbitos, sobre todo aquellas que comportan medidas éticas o en temas que puedan generar alarma social, esté ésta justificada o no.

COLABORADORES EN ESTE NÚMERO

AÑON HIGÓN, Dolores. Es doctora por The University of Warwick. En la actualidad es contratada doctor en la Universitat de València y Research Felow en ERI-CES. Previamente trabajó como *Lecturer in Economics* en Aston University. Su investigación se centra en el área de la economía industrial aplicada, y en particular en el papel de la innovación sobre los rendimientos empresariales. Sus artículos han sido publicados, entre otros, en *Information & Management*, *Research Policy*, *Review of World Economics* y *Scottish Journal of Political Economy*.

ARANA ULI, Lourdes. Es licenciada en Ciencias Empresariales por la Escuela Superior de Técnica Empresarial de la Universidad de Deusto (ESTE), con premio extraordinario fin de carrera, promoción XXI. Ha trabajado en labores de Consultoría con José Manuel Kutz (ESTE). En 1983 se incorporó al Departamento de Extranjero de la Caja de Ahorros Municipal de San Sebastián, para posteriormente ser la responsable del Departamento de Planificación. Tras la fusión de las cajas, en 1991, fue Jefa del Gabinete Técnico de Negocio de Kutxa. Entre 1995 y 2004, fue jefa de Administración de la Obra Social, y desde junio de 2005, jefa de la Obra Social. Desde 2009, es directora general de la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología). Forma parte del Comité de Dirección del Ministerio de Ciencia e Innovación, es representante nacional en el VII Programa Marco del Comite de *Science and Society*, y es miembro del Patronato de la Fundación OPTI y de la Fundación OESA.

BARAJAS IÑIGO, M.ª Ascensión. Doctora en Economía y licenciada en Ciencias Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid. Realizó estudios de postgrado en la Universidad de Kiel (Alemania), especializándose en gestión estratégica de la innovación. Máster en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la UAM. Desempeña su actividad profesional en el CDTI, donde ha ocupado diversos puestos en las áreas de estudios y de programas internacionales. Actualmente, su actividad investigadora se centra en la medición del impacto de políticas públicas de I+D, en el análisis de empresas innovadoras españolas de larga trayectoria y en los procesos de creación de nuevas empresas de base tecnológica.

BARGE-GIL, Andrés. Es doctor en Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica y licenciado en Economía y Administración y Dirección de Empresas. Actualmente, trabaja como profesor ayudante doctor en el Departamento de Fundamentos del Análisis Económico II de la Universidad Complutense de Madrid. Su investigación está relacionada con la economía de la innovación y la evaluación del impacto de las políticas de ciencia y tecnología. Ha publicado los resultados de sus trabajos en revistas como *Research Policy, Technovation, Journal of Technology Transfer, European Planning Studies, Environment & Planning C: Government and Policy, Research Evaluation, Technology Analysis & Strategic Management, Economía Industrial, y Ekonomiaz*. Ha sido galardonado con el premio Complutense Joven de Economía en 2006 y con el Premio de Investigación de la Cátedra UAM-Accenture en Economía y Gestión de la Innovación en 2010.

BENEITO, Pilar. Es profesora titular en el Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Valencia. Licenciada en Economía por la Universidad de Valencia, obtuvo el título de *Master of Science in Economics* en University College London, y es doctora en Economía por la Universidad de Valencia. Su tesis doctoral estuvo centrada en el análisis de los determinantes de las actividades innovadoras de las empresas y de sus efectos. Ha publicado numerosos artículos científicos en prestigiosas revistas tanto de carácter nacional, como *Investigaciones Económicas,* como de carácter internacional, como *Research Policy*, *Entrepreneurship and Regional Development* y *Applied Economics,* entre otras.

BUESA, Mikel (Guernica, Vizcaya, 1951). Catedrático de Economía Aplicada en la Universidad Complutense. Es investigador del Instituto de Análisis Industrial y Financiero de esta Universidad y dirige, desde 2006, la Cátedra de Economía del Terrorismo, promovida por la UCM y la Fundación Víctimas del Terrorismo. Ha publicado varios libros, tanto en solitario como en colaboración con Joost Heijs y Thomas Baumert.

CALLEJÓN, María. Es catedrática de Economía Aplicada en la Universidad de Barcelona. Sus principales áreas de investigación son la economía y la organización industrial, la política industrial, la economía y la política de la innovación, la demografía empresarial y las economías de aglomeración en la industria. Ha publicado numerosos artículos con impacto en su área de especialización. Ha sido profesora visitante en las universidades de Berkeley, Johns Hopkins, Wisconsin y Harvard. Ha sido directora general de Política de la Pequeña y Mediana Empresa.

CASSIMAN, Bruno. Es profesor de Estrategia en el departamento de Dirección Estratégica de IESE *Business School*, en Barcelona, y en el Departamento de *Managerial Economics, Strategy and Innovation*, en la Universidad K.U. Leuven (Universidad Católica de Lovaina, Bélgica). Su investigación se centra en la relación entre estrategia e innovación, con una especial atención en las conexiones entre ciencia e industria en el proceso de la innovación. Su trabajo ha sido publicado en varias de las revistas más importantes de economía. Además, es editor en el departamento Estrategia en los Negocios en *Management Science*, y es miembro del consejo editorial de *Strategic Organization*, *European Management Review* y *Review of Economics and Business*.

FARIÑAS GARCÍA, José Carlos. Doctor en economía por la Universidad Complutense de Madrid y M. Sc. en economía en la London School of Economics. Catedrático de Economía Aplicada en la Universidad Complutense de Madrid, donde es director del departamento de Economía Aplicada II de la Facultad de Ciencias Económicas. Editor de la Revista de *Economía Aplicada*. Ha sido subdirector del Programa de Investigaciones Económicas de la Fundación Empresa Pública. Sus áreas de especialización son la economía industrial y la economía internacional, con numerosas publicaciones en revistas nacionales e internacionales.

FERNÁNDEZ DOBLADO, Juan Carlos. Es ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), licenciado en

Economía por la Universidad de Londres y máster en Administración de Empresas por el Instituto de Empresa. Ha sido profesor en el Centro de Estudios de Postgrado de Administración de Empresas de la UPM. Inició su carrera profesional en AT&T Microelectrónica y posteriormente se incorporó al CDTI. En los últimos diez años ha sido director de Promoción, Estudios y Servicios Corporativos habiendo asumido, entre otras competencias, la puesta en marcha de la Iniciativa NEOTEC y del Programa NEOTEC Capital Riesgo.

GARCÍA, Abraham. Es licenciado en Economía por la Universidad de Sevilla (1998). En 2001 se adhiere al programa de doctorado de MERIT/UNU-INTECH (ahora UNU-MERIT), donde alcanza el grado de doctor en 2009. En UNU-MERIT ha estado trabajando como ayudante de investigación en una variedad de proyectos que han enriquecido su capacidad de análisis e investigación sobre políticas europeas de innovación, ciencia y tecnología. La gama de temas en los que ha estado involucrado varía desde estudiar el impacto del *Open Source Software* sobre una región poco desarrollada en España hasta la comprensión de la dinámica de la innovación sectorial en Europa. Sus otros intereses de investigación incluyen la econometría, la demanda, el consumo y los patrones de crecimiento. Tras terminar su doctorado, estuvo trabajando en EPFL (Suiza) como investigador asociado y, actualmente, trabaja para la Comisión Europea en IPTS (Sevilla).

GARCÍA, Emma. Es estudiante de doctorado en *Teachers College*, Columbia University y becaria de la Fundación Rafael del Pino. Anteriormente desarrolló funciones como economista, docente y ayudante de investigación en diversas instituciones en España, entre ellas FEDEA. En la actualidad, su área de especialización es la economía de la educación. Ha publicado trabajos en otras áreas de investigación en economía aplicada, tales como economía regional, internacional, laboral, salud y pensiones.

GARCÍA, Juan Ramón. Es economista *senior* de la unidad de España de BBVA *Research*. Es licenciado en Economía por la Universidad de Santiago de Compostela y ha sido ayudante de investigación en el Departamento de Análisis Económico de dicha Universidad y en FEDEA, desde donde se incorporó al Servicio de Estudios de BBVA.

GARCÍA-FONTES, Walter. Es profesor titular de Universidad en el Departamento de Economía y Empresa de la Universidad Pompeu Fabra. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Stanford en 1992. Su investigación se centra en el análisis de la generación de conocimiento tecnológico y la articulación de redes entre investigadores, así como el funcionamiento y resultados de consorcios entre equipos de investigación académicos y corporativos, y la generación de valor a través de las patentes a escala europea. Ha participado en la elaboración de informes sobre el sistema de ciencia y tecnología europeo y, en España, para el sistema de generación de conocimiento de Cataluña.

GARCÍA QUEVEDO, José. Es profesor de Economía Aplicada en la Universidad de Barcelona (UB). Es también investigador del Instituto de Economía de Barcelona (IEB). Sus principales líneas de investigación son la geografía de la innovación, las relaciones universidad-empresa, y el análisis y evaluación de las políticas de innovación y tecnológicas. Ha publicado sus trabajos en revistas de ámbito internacional y nacional, como *Kyklos, Regional Studies, Government and Policy, Small Business Economics, Economía Industrial* y PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA, entre otras. Ha sido investigador visitante en UNU-MERIT (Maastricht, Holanda).

GUTIÉRREZ, L. Fernanda. Es licenciada en Economía por la Universidad Nacional de Cuyo (Argentina) y máster en Economía por las universidades del Pais Vasco, Oviedo y Cantabria. Ha sido analista en FEDEA y también asistente de investigación en el Centro Sector Público-Sector Privado del IESE. Actualmente realiza los estudios de doctorado en la Universidad de Oviedo.

HEIJS, Joost (Holanda, 1963). Es profesor titular en Economía Aplicada, director del Instituto de Análisis Industrial y Financiero en la Universidad Complutense de Madrid y licenciado en Ciencias de Gestión y Organización de la Administración Pública por la Universidad de Tilburgo (Países Bajos). Trabajó durante más de 16 meses en el Fraunhofer Institute for System and Innovation Research (ISI), en Karlsruhe (Alemania). Ha publicado sus trabajos en revistas nacionales e internacionales como *Research Policy; Technovation; Science, Technology & Society*, y *Terrorism and Political Violence*. Sus principales líneas de investigación son: medición de sistemas nacionales y regionales de innovación, análisis, diseño y evaluación de las políticas de I+D e innovación, y economía del terrorismo www.ucm.es/info/ecap2/heijs_j/j_heijs.

HUERGO, Elena. Es doctora en economía por la Universidad Complutense de Madrid y profesora titular en el departamento de Fundamentos del Análisis Económico I de dicha universidad. Ha participado en proyectos financiados por la Fundación Empresa Pública, la Fundación Ramón Areces, la Fundación Cotec, la FECYT, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología y la Comisión Europea. Ha sido colaboradora externa del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial desde 2005 hasta 2010. Sus líneas de investigación se enmarcan en el campo de la economía industrial, con especial atención al estudio de la innovación, la competencia y la productividad empresarial. Sus últimos trabajos se han centrado en el análisis del impacto de la ayuda pública en la I+D+i.

IENTILE, Damien. Es estudiante de doctorado en Economía en la Ecole Normale Supérieure, Paris, y en la Paris School of Economics.

LÓPEZ SEBASTIÁN, Alberto. Es profesor de economía en la Universidad Complutense de Madrid. Es doctor en Economía por la Universidad Complutense de Madrid, tiene un máster en Economía Industrial por la Universidad Carlos III de Madrid y es licenciado en Economía por la Universidad de Zaragoza. Sus áreas de investigación son la economía industrial aplicada y la economía de la innovación. Sus trabajos han sido publicados en revistas internacionales como *International Journal of Industrial Organization* y *Economics of Innovation and New Technology*. Forma parte del Grupo de Investigación en Productividad, Innovación y Competencia (GRIPICO) de la Universidad Complutense de Madrid, y desde 2004 participa en el desarrollo de un panel de empresas innovadoras realizado por el INE y financiado por la Fundación COTEC y FECYT.

MAIRESSE, Jacques. Es profesor de Econometría Aplicada de la Investigación, Innovación y Productividad en la Universidad de Maastricht e investigador asociado en UNU-MERIT (Maastricht), CREST-INSEE (París) y el NBER (Cambridge). Ha realizado su trabajo de investigación básicamente en el campo de la economía de la producción y la econometría de datos de panel, centrándose en la medición del capital, la productividad y el

cambio técnico. Ha participado en varios estudios comparativos utilizando micro-datos de empresas de Francia, Estados Unidos y otros países, con el objetivo de analizar las actividades de I+D y su efecto sobre la productividad. Sus principales temas de interés se encuadran en la economía de la ciencia, la innovación y el conocimiento, con especial énfasis en la evaluación de los resultados a distintos niveles de análisis (empleado o científico individual, empresa o laboratorio, industria) y en la interacción del cambio técnico (especialmente en las tecnologías de la información y las comunicaciones) y del cambio organizativo.

MANJÓN ANTOLÍN, Miguel. Es profesor titular del Departamento de Economía de la Universidad Rovira i Virgili, universidad en la que ha desarrollado toda su carrera profesional con la excepción de algunos períodos como profesor visitante en el Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis y las universidades de Warwick (Reino Unido) y Tilburg (Holanda). Sus áreas de investigación incluyen la localización industrial, el gobierno de las corporaciones y la economía industrial aplicada. Sus artículos han sido publicados, entre otros, en *International Journal of Industrial Organization*, *International Review of Law and Economics*, *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, *Journal of Regional Science* y *Small Business Economics*.

MÁÑEZ CASTILLEJO, Juan Antonio. Es doctor por The University of Warwick. En la actualidad, es profesor titular de la Universitat de València y *Research Felow* en ERI-CES. Su investigación se centra en el área de la economía industrial aplicada. Sus artículos han sido publicados, entre otros, en *Journal of Industrial Economics, Journal of Economics and Management Strategy, Small Business Economics, The World Economy* y *Review of World Economics.*

MARTÍN BARROSO, David (Madrid, 1974). B.A. (*Economics*) *Honours degree*, The University of Manchester (1995), M.Sc. *Econometrics and Mathematical Economics,* The London School of Economics and Political Science (1997). Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Complutense de Madrid (2003) y, desde 2001, profesor en el Departamento de Economía Aplicada II de dicha universidad. Es miembro del Grupo de Investigación en Productividad, Innovación y Competencia (GRIPICO) desde 2007. Ha trabajado distintos aspectos en economía forestal, economía internacional y economía regional. Ha publicado en *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, *Moneda y Crédito: Segunda Época*, e *International Journal of Sustainable Development*; y ha participado en más de veinte proyectos de investigación competitivos, tanto de carácter nacional como internacional.

MENDI, Pedro. Obtuvo su doctorado en Economía en Northwestern University en 2001, año en el que se incorporó a la Universidad de Navarra, donde actualmente es profesor agregado-titular de la Facultad de Económicas y Empresariales y, desde 2010, investigador afiliado del Instituto Cultura y Sociedad de dicha universidad. Su principal área de investigación es la economía de la innovación, aunque ha realizado aportaciones en otros campos, como las relaciones verticales entre empresas. Sus publicaciones más destacadas incluyen artículos en revistas como *Journal of Economics and Management Strategy*, *Research Policy* y *Journal of Economics*.

MODREGO RICO, Aurelia. Es licenciada y doctora en Economía por la Universidad del País Vasco y licenciada en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza. Actualmente, es profesora titular en el Departamento de Economía de la Universidad Carlos III de Madrid y es directora del Laboratorio para el Análisis y la Evaluación del Cambio Técnico. Sus áreas de investigación son: la cooperación en innovación, la evaluación del impacto de las políticas de innovación y la relación entre economía, ciencia y educación. Ha publicado los resultados de sus trabajos en revistas internacionales como *Research Policy, Journal of Technology Transfer, European Planning Studies, Research Evaluation, Environment and Planning C: Government and Policy and Science and Public Policy*, y en revistas españolas, como *Revista de Economía Aplicada, Ekonomiaz e Iniciativa Emprendedora*.

MOHNEN, Pierre. Es profesor en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Maastricht, profesor en UNU-MERIT y miembro de CIRANO (Center for Interuniversity Research and the Analysis on Organizations). Es máster en Economía por la Universidad Católica de Lovaina y doctor en economía por la Universidad de Nueva York. Ha sido profesor de economía en la Universidad de Québec en Montreal (UQAM) de 1984 a 2001 y profesor/investigador visitante en varias universidades y centros de investigación. Sus áreas de investigación son la economía de la producción, la econometría aplicada, la productividad y la innovación. Actualmente, trabaja en proyectos relacionados con modelos estructurales que vinculan la I+D a la productividad a través de innovaciones que relacionan la competencia y la productividad, las complementariedades de las políticas de innovación, la economía de los derechos de la propiedad intelectual, y la estimación de las rentas informacionales en los contratos públicos.

MULET MELIÁ, Juan. Es doctor ingeniero en Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid y máster en Gerencia de Empresas (MBA) por el Instituto de Empresa. En la actualidad, es director general de COTEC; con anterioridad, ha sido consejero-director general de Amper Programas S.A., director general adjunto de Telefónica I+D y director de I+D de Telefónica. Ha pertenecido al Consejo de Administración de: Intelsa, Comet, AT&T Microelectrónica de España y preside AXON S.G.C.R. Ha sido profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid y profesor asociado de la Universidad Carlos III de Madrid. Forma parte del Consejo Asesor de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), del Consejo Científico Asesor de Telefónica I+D y del Consejo Social de Farmaindustria. Es académico de la Academia Europea de Ciencias y Artes y miembro del Alto Consejo Consultivo del Instituto de Ingenieros de España.

NÚÑEZ SERRANO, Juan Andrés (Segovia, 1981). Licenciado en Economía por la Universidad Complutense de Madrid y máster en Economía Industrial por la Universidad Carlos III de Madrid. Actualmente es profesor ayudante de la Universidad Autónoma de Madrid. Ha participado en proyectos de investigación financiados por el VI Programa Marco, el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Obtuvo el Premio de la Obra Social y Cultural de Caja Segovia en 2007 por un trabajo de investigación sobre el impacto de la globalización en la economía segoviana. Actualmente, se encuentra realizando su tesis doctoral sobre el impacto de las infraestructuras del transporte en la productividad y la localización de las empresas industriales.

ORTEGA-ARGILÉS, Raquel. Investigadora postdoctoral en IN+ Center for Innovation, Technology and Policy Research del Instituto Superior Técnico en Lisboa, Portugal. Anteriormente,

trabajó en el Instituto de Estudios de Prospectiva Tecnológica (Comisión Europea), en el Instituto Max-Planck de Economía en Alemania y en el Departamento de Econometría y Estadística de la Universidad de Barcelona, donde obtuvo su doctorado. Su investigación se centra en el papel de la innovación a escala de empresa; concretamente, en la productividad empresarial, la dinámica industrial y la política económica en Europa. Su trabajo ha sido publicado en revistas internacionales, entre otras, *Empirical Economics, Research Policy, Small Business Economics, Science and Public Policy* y *Annals of Regional Science*.

PUCH, Luis A. Es profesor titular de Análisis Económico de la Universidad Complutense de Madrid e investigador científico de FEDEA. Es doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid y ha sido profesor en CEPREMAP París, Universidad de Valencia, Universidad del País Vasco, European University Institute Florencia e IMT Lucca. Ha publicado artículos en *Journal of Economic Theory, Review of Economic Dynamics* y *BE Journals of Macro*, entre otras revistas de prestigio internacional. Su investigación más reciente se refiere a las consecuencias agregadas de las decisiones de inversión e innovación de las empresas, los procesos de adopción tecnológica, y sus implicaciones para el crecimiento económico, el uso de energía y el medio ambiente.

REDRADO MONFORTE, Pedro. Licenciado en Economía por la Universidad de Zaragoza. Cursó el máster de Economía Industrial en la Universidad Carlos III de Madrid, especializándose en economía de las telecomunicaciones y economía del transporte. Su experiencia profesional comenzó en la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, para pasar después a trabajar en Consultrans, como consultor en temas de estrategia y economía de la innovación. Tras su paso por la Universidad Politécnica de Madrid, donde desarrolló sus funciones en el área de creación de empresas de base tecnológica, comenzó a trabajar en el CDTI, donde actualmente es jefe del Departamento de Estudios.

ROCHINA BARRACHINA, María Engracia. Es profesora titular del Departamento de Estructura Económica de la Universidad de Valencia y miembro de la Estructura de Recerca Interdisciplinaria de Comportamiento Económico y Social (ERICES) de dicha Universidad. Licenciada en Economía por la Universidad de Valencia, obtuvo los títulos de máster (*Master of Science in Economics*) y doctorado (*PhD in Economics*) en University College London. Ha publicado numerosos artículos científicos en prestigiosas revistas de carácter internacional, tales como *Journal of Industrial Economics, The Econometrics Journal, Review of World Economics, The World Economy, Small Business Economics, Annales d'Économie et de Statistique, Applied Economic Letters and Applied Economics Quarterly,* entre otras. Asimismo, ha contribuido con diversos capítulos en varios libros colectivos. Su principal área de investigación es la microeconometría, la economía industrial aplicada y la economía internacional aplicada.

SANCHIS, Amparo. Es profesora titular del Departamento de Estructura Económica de la Universidad de Valencia, así como miembro de la Estructura de Recerca Interdisciplinaria de Comportamiento Económico y Social (ERICES) de la Universidad de Valencia. Licenciada en Economía por la Universidad de Valencia, obtuvo los títulos de máster (*Master of Science in Economics*) y doctorado (*PhD in Economics*) en la Universidad de Londres. Ha publicado numerosos artículos científicos en prestigiosas revistas de carácter internacional, como *Journal of Industrial Economics, The International Journal of Industrial Organization* y *The Review of Industrial Organization*, entre otras. Su principal área de investigación es la economía industrial aplicada.

SANTAMARÍA, Luis. Es profesor visitante del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Carlos III de Madrid. Imparte docencia en Contabilidad Financiera y Dirección Presupuestaria a licenciados y Estructura Organizativa y Gobierno de la Empresa a estudiantes de máster. Se licenció en Ciencias Económicas y Empresariales y se doctoró en Economía y Dirección de Empresas por la Universidad Autónoma de Barcelona, donde ejerció de profesor hasta el año 2003. Su investigación se centra, fundamentalmente, en la gestión de la innovación y la colaboración tecnológica. Otra línea de investigación abarca el control y la gestión de los sistemas de información contable. Algunos de sus trabajos más recientes han sido publicados en *Research Policy, Information & Management, Technovation, R&D Management, Journal of Small Business Management, Technology Analysis & Strategic Management* y *European Planning Studies*.

SANZ PINEDO, José Ramón. Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. M.B.A. por el I.E.S.E. Cofundador y 35 años presidente de Dalphimetal, empresa de componentes del automóvil. En la actualidad es presidente del Grupo NUMA, presidente de la Fundación NUMA y co-faculty director de *Private Wealth Management Spain*, programa organizado con la Universidad de Chicago Booth School of Business. Director del MBA "Máster de la Mediana Empresa" de la E.O.I. Profesor del IEB. Profesor del curso "Programa de Gestión de Empresas Familiares" del Instituto de Empresa. Presidente de 2002 a 2010 de la Comisión de Innovación y Nuevas Tecnologías de la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y de CEIM.

TURRIÓN SÁNCHEZ, Jaime. Doctor en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Ha realizado cursos de ampliación en la London School of Economics, la Universidad Pompeu Fabra y el Centro de Estudios Monetarios y Financieros del Banco de España (CEMFI). Ha sido ayudante de investigación en el Grupo de Economía Europea (GEE) de la UCM y en el Programa de Estudios Europeos de FUNCAS. Sus líneas de investigación son economía internacional, localización industrial, inversión extranjera directa, convergencia económica y ampliación de la UE. Ha publicado numerosos artículos sobre el proceso de ampliación de la Unión Europea y su impacto sobre la economía española, y sobre las estrategias de internacionalización de las empresas internacionales, en revistas españolas e internacionales. Actualmente, es investigador del grupo de investigación GRIPICO y profesor ayudante doctor en la Universidad Autónoma de Madrid, aunque está acreditado por la ANECA como contratado doctor desde mayo de 2008.

UBIERNA GORRICHO, Andrés. Es licenciado en Economía por la Universidad del País Vasco (1997) y doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid (2003). Ha sido profesor en la Universidad Carlos III de Madrid, la Universidad Europea de Madrid, la Universidad Politécnica de Madrid y CESMA Escuela de Negocios. Puntualmente, ha colaborado con el Instituto Universitario de Posgrado y CECO. Ha trabajado en Repsol YPF como analista de riesgos. Actualmente, es técnico dentro del Departamento de Estudios del CDTI, donde lleva la línea de investigación centrada en nuevas empresas de base tecnológica y temas relacionados con NEOTEC Capital Riesgo.

VALADEZ, Patricia. Actualmente es colaboradora externa del Instituto de Análisis Industrial y Financiero, y ha realizado in-

vestigación para el Instituto Complutense de Estudios Internacionales de la Universidad Complutense de Madrid. Es autora de un libro y coautora de diversos artículos en revistas científicas y documentos de trabajo. Participó en grupos de investigación y en proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Instituto de Estudios Fiscales, entre otros.

VELÁZQUEZ ANGONA, Francisco J. (Madrid, 1967). Doctor en Economía por la Universidad Complutense de Madrid (1997) y profesor titular de Economía Aplicada en dicha universidad (desde 2000). Es miembro del Grupo de Investigación en Productividad, Innovación y Competencia (GRIPICO) desde 2003. Ha sido investigador en la Fundación Empresa Pública (1989-1992), en FUNCAS (1992-2003) y en el Grupo de Economía Europea de la UCM (1998-2003). Ha publicado más de treinta artículos en revistas como *European Economy, Investigaciones Económicas, Economía Industrial,* PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA*, Economics Systems Research, Review of International Economics, Revista de Economía Aplicada, Economistas, Global Economy Quarterly, Public Choice, World Economy, Contemporary Economic Policy, Información Comercial Española, Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública y European Journal of Political Economy*. Igualmente, ha escrito casi cuarenta libros o capítulos y participado en más de 20 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales financiados por: Ministerio de Educación y Ciencia, Comisión Europea, Ministerio de Fomento, La Caixa, FUNCAS, Banco Mundial, AETIC y Academia Europea de las Artes y Ciencias.

CAJAS DE AHORROS CONFEDERADAS

BANCAJA (Caja de Ahorros de Valencia, Castellón y Alicante).

BBK (Bilbao Bizkaia Kutxa).

CAIXA LAIETANA (Caixa d'Estalvis Laietana).

CAIXA ONTINYENT (Caja de Ahorros y M. P. de Ontinyent).

CAIXA PENEDÉS (Caixa d'Estalvis del Penedés).

CAJA CANARIAS (Caja General de Ahorros de Canarias).

CAJA CANTABRIA (Caja de Ahorros de Santander y Cantabria).

CAJA CÍRCULO (Caja de Ahorros y M.P. del Círculo Católico de Obreros de Burgos).

CAJA DE ÁVILA (Caja de Ahorros de Ávila).

CAJA DE BADAJOZ (M.P y Caja General de Ahorros de Badajoz).

CAJA DE BURGOS (Caja de Ahorros Municipal de Burgos).

CAJA DE EXTREMADURA (Caja de Ahorros y M.P. de Extremadura).

CAJA ESPAÑA Y CAJA DUERO (Caja España de Inversiones, Salamanca y Soria, Caja de Ahorros y Monte de Piedad).

CAJA GRANADA (Caja General de Ahorros de Granada).

CAJA INMACULADA (Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón).

CAJA MADRID (Caja de Ahorros y M.P. de Madrid).

CAJA MURCIA (Caja de Ahorros de Murcia).

CAJA NAVARRA (Caja de Ahorros y M.P. de Navarra).

CAJA RIOJA (Caja de Ahorros de la Rioja).

CAJA SEGOVIA (Caja de Ahorros y M.P. de Segovia).

CAJASOL (M.P. y Caja de Ahorros de San Fernando, de Guadalajara, Huelva, Jerez y Sevilla).

CAJASTUR (Caja de Ahorros de Asturias).

CAM (Caja de Ahorros del Mediterráneo).

CATALUNYA CAIXA (Caja d'Estalvis de Catalunya, Tarragona i Manresa).

COLONYA CAIXA POLLENÇA (Caja de Ahorros de Pollença).

IBERCAJA (Caja de Ahorros y M.P. de Zaragoza, Aragón y Rioja).

KUTXA (Caja de Ahorros y M.P. de Guipuzkoa y San Sebastián).

LA CAIXA (Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona).

LA CAJA DE CANARIAS (Caja Insular de Ahorros de Canarias).

NOVA CAIXA GALICIA (Caixa de Aforros de Galicia, Vigo, Ourense e Pontevedra).

SA NOSTRA (Caja de Ahorros y M.P. de Baleares).

UNICAJA (M.P. y Caja de Ahorros de Ronda, Cádiz, Almería, Málaga, Antequera y Jaén).

UNNIM (Caixa d'Estalvis Unió de Caixes de Manlleu, Sabadell i Terrassa).

VITAL KUTXA (Caja de Ahorros de Vitoria y Álava).

PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

Últimos números publicados:

PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA

N.º 124. La reforma del mercado de trabajo
N.º 125/126. Claves actuales de la fiscalidad del futuro

PERSPECTIVAS DEL SISTEMA FINANCIERO

N.º 99. La dimensión en el sector bancario
N.º 100. Treinta años de análisis financiero

PANORAMA SOCIAL

N.º 11. Envejecimiento, adaptación y cambio social
N.º 12. Empleo, desempleo y pobreza

ECONOMÍA DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

N.º 22. Galicia y Norte de Portugal. Claves económicas de una eurorregión

CUADERNOS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA

N.º 219. Economía pública en coyuntura baja
N.º 220. 2010: Un proceso dispar de recuperación autonómica

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

En INTERNET: http://www.funcas.es/suscriptores/area.asp

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

Caballero de Gracia, 28. 28013 Madrid. Teléf. 91 596 54 81
suscrip@funcas.es

AÑO 2011

Deseo suscribirme a:

	Euros
☐ *Papeles de Economía Española*	55,00
Números sueltos	17,00
☐ *Perspectivas del Sistema Financiero*	48,00
Números sueltos	17,00
☐ *Cuadernos de Información Económica*	66,00
Números sueltos	13,00
☐ *Panorama Social* (dos números)	25,00
Números sueltos	15,00
☐ *Estudios de la Fundación* (un ejemplar)	13,00

(más gastos de envío)

El pago lo efectuaré:

☐ Contra reembolso del primer envío ☐ Giro postal núm ..... ☐ Cheque bancario

Nombre o razón social .....
Profesión, actividad o departamento .....
Domicilio ..... Teléfono .....
Ciudad ..... C.P. ..... Provincia o país .....
Fecha ..... Correo electrónico .....

☐ Domiciliación bancaria
Muy Sres. míos: Ruego carguen hasta nuevo aviso los recibos que les presentará LA FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS a mi nombre en la siguiente Cuenta corriente o Libreta de ahorros:

Firma o sello,

Entidad	Oficina	DC	Núm. de Cuenta
☐☐☐☐	☐☐☐☐	☐☐	☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Para mayor rapidez envíe su pedido por FAX: 91 596 57 96

9 778402 109102