

## 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.

# ¿QUIÉN GENERA EL CONOCIMIENTO EN ESPAÑA?

Walter GARCÍA-FONTES

*Universitat Pompeu Fabra y Barcelona Graduate School of Economics*

## 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 acaban 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 Cotech (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 conocimiento.

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).

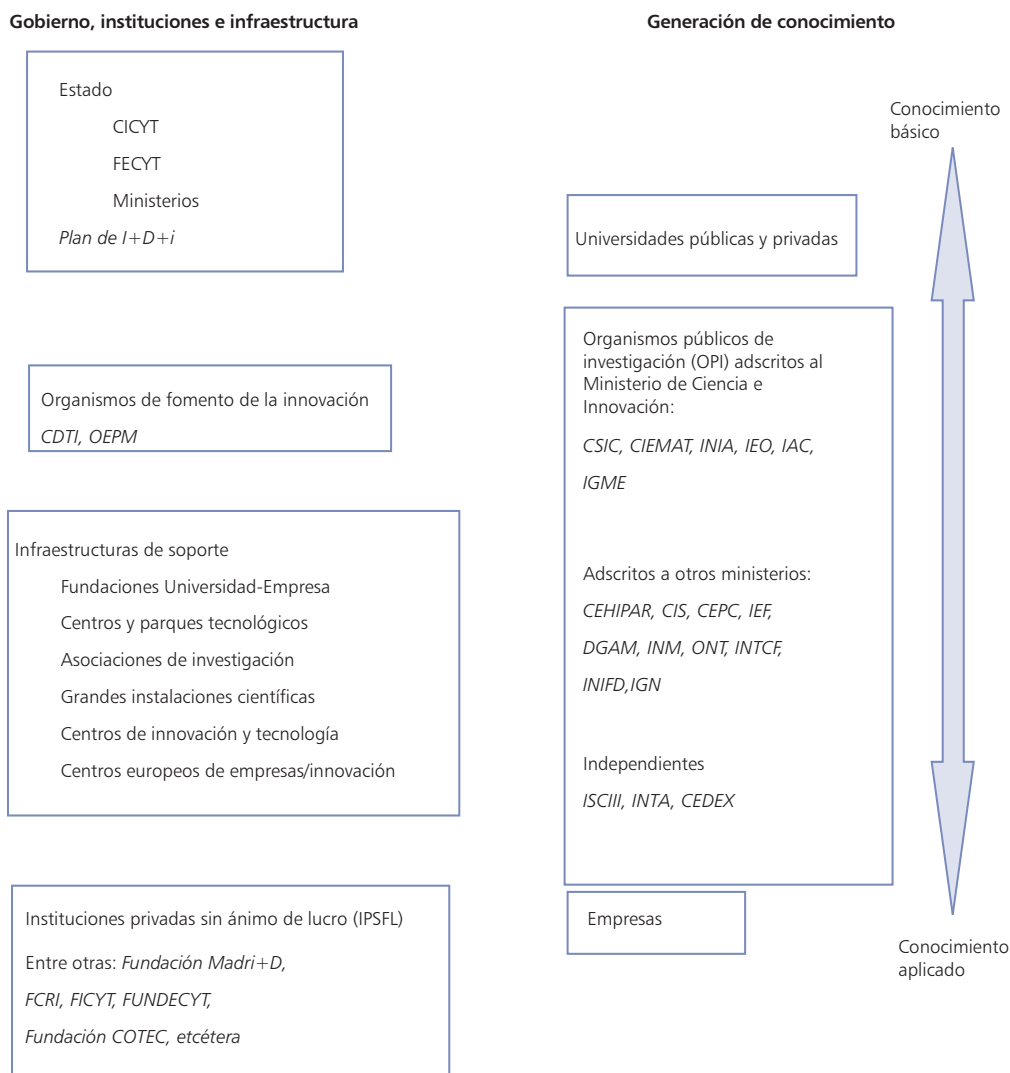
El sistema de innovación se puede describir a través de sus componentes, que se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo con la naturaleza de sus objetivos e incentivos. En primer lugar, tenemos al sector privado, que evalúa las inversiones necesarias para conseguir productos y procesos innovadores 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).

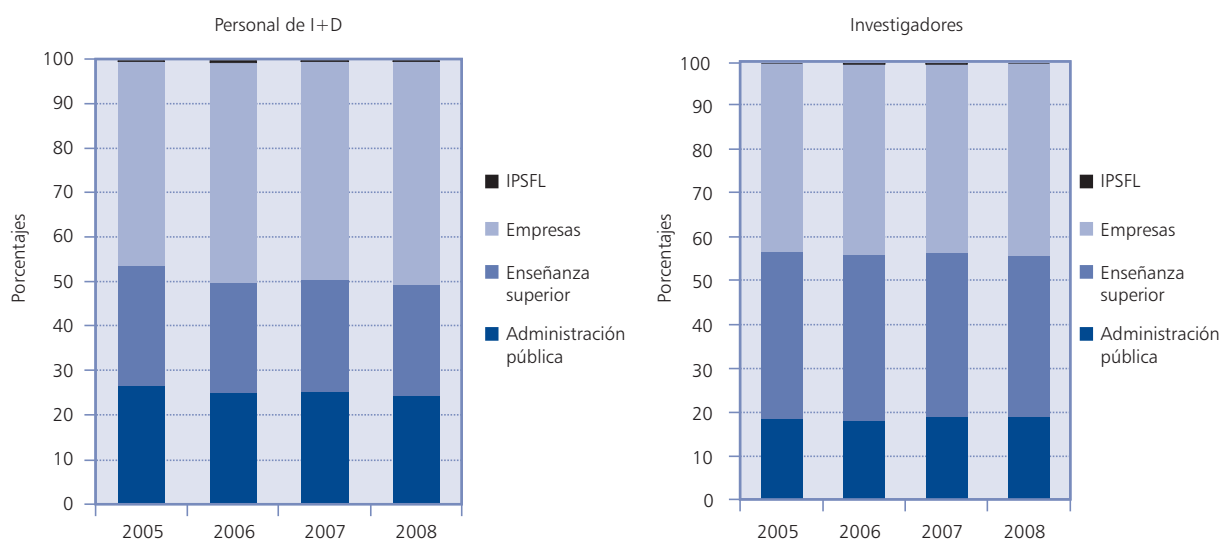
*Fuente:* FECYT.

sempañan 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 prácticamen-

te 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 conocimiento 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.

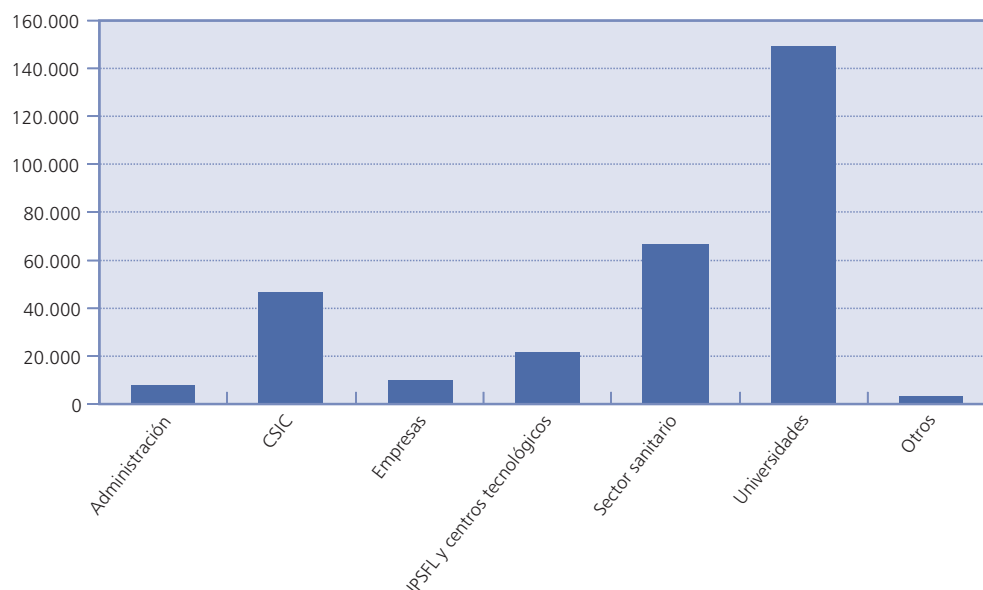
El principal generador de publicaciones científicas, que podemos asociar con el conocimiento de tipo básico son las universidades, que contabilizan, junto con el CSIC, prácticamente un 80 por 100 de las publicaciones, segui-

dos 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.

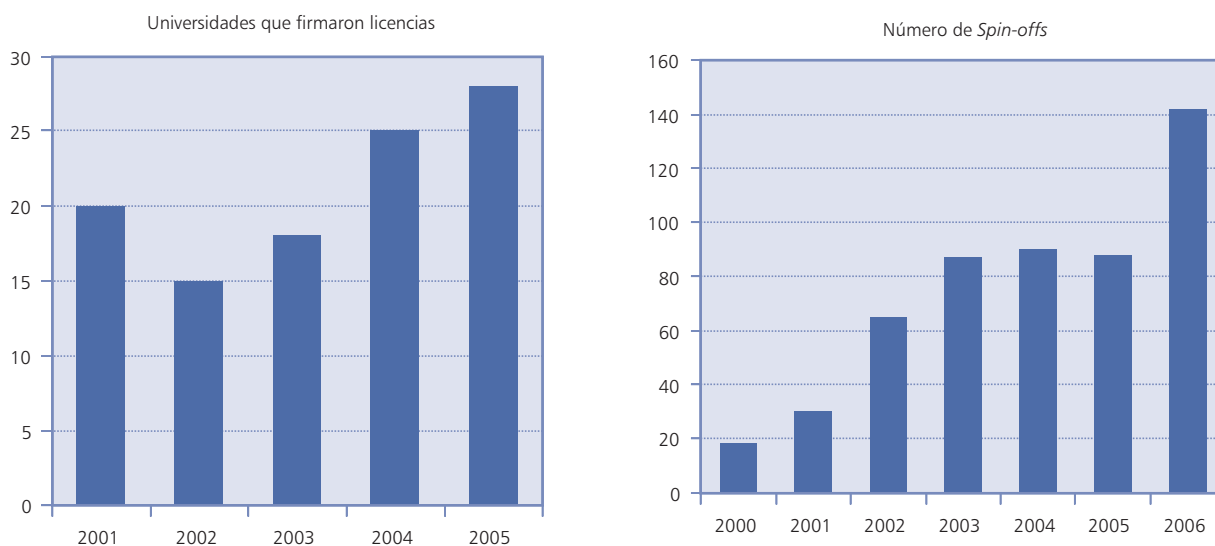
En el gráfico 5 se puede apreciar la evolución del registro de patentes por el sistema de ciencia

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

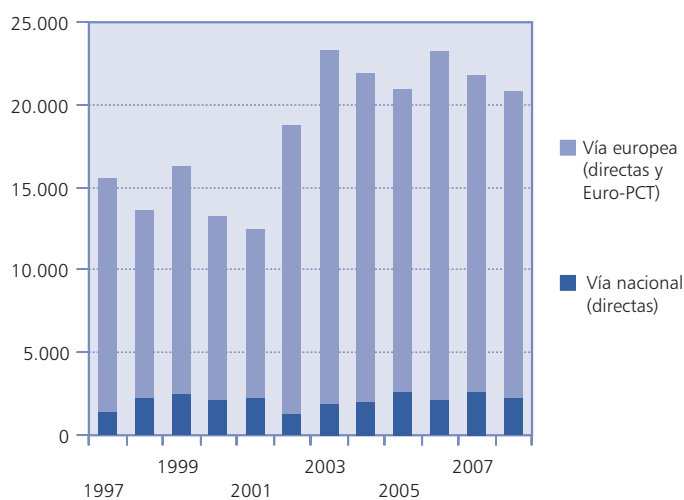
El nuevo conocimiento tecnológico queda en gran parte incorporado en nuevos productos, nuevos procesos productivos y nuevas formas organizativas y de gestión en las empresas. En la *Encuesta sobre innovación en las empresas 2008* del INE, un 18 por 100 de las empresas españolas declara-

GRÁFICO 4  
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO DESDE LAS UNIVERSIDADES



Fuente: Encuesta RedOTRI 2006.

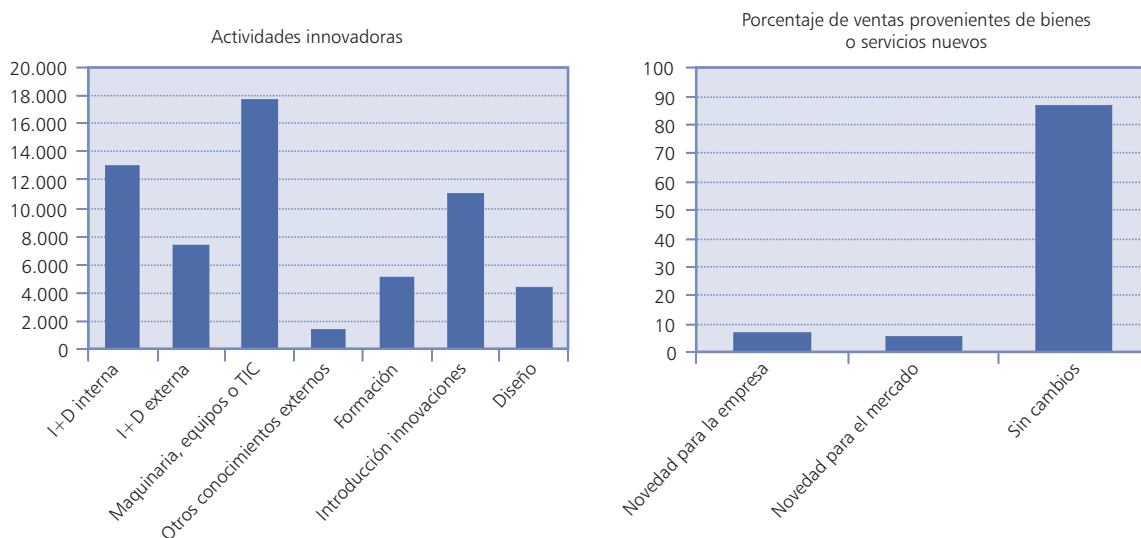
GRÁFICO 5  
PATENTES REGISTRADAS EN EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESPAÑOL (1997-2007)



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).



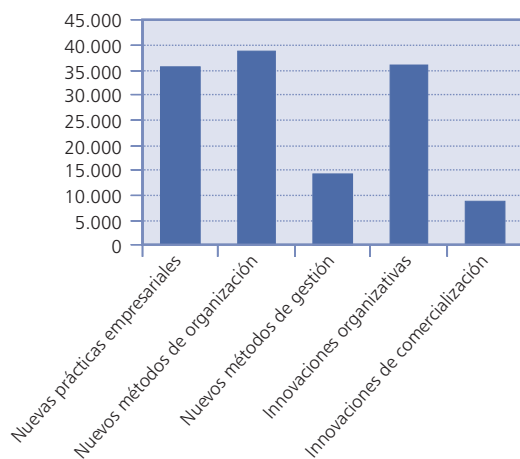
Fuente: Encuesta sobre innovación en las empresas 2008 (INE).

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 empresa-

rial, 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 caracte-

terísticas 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

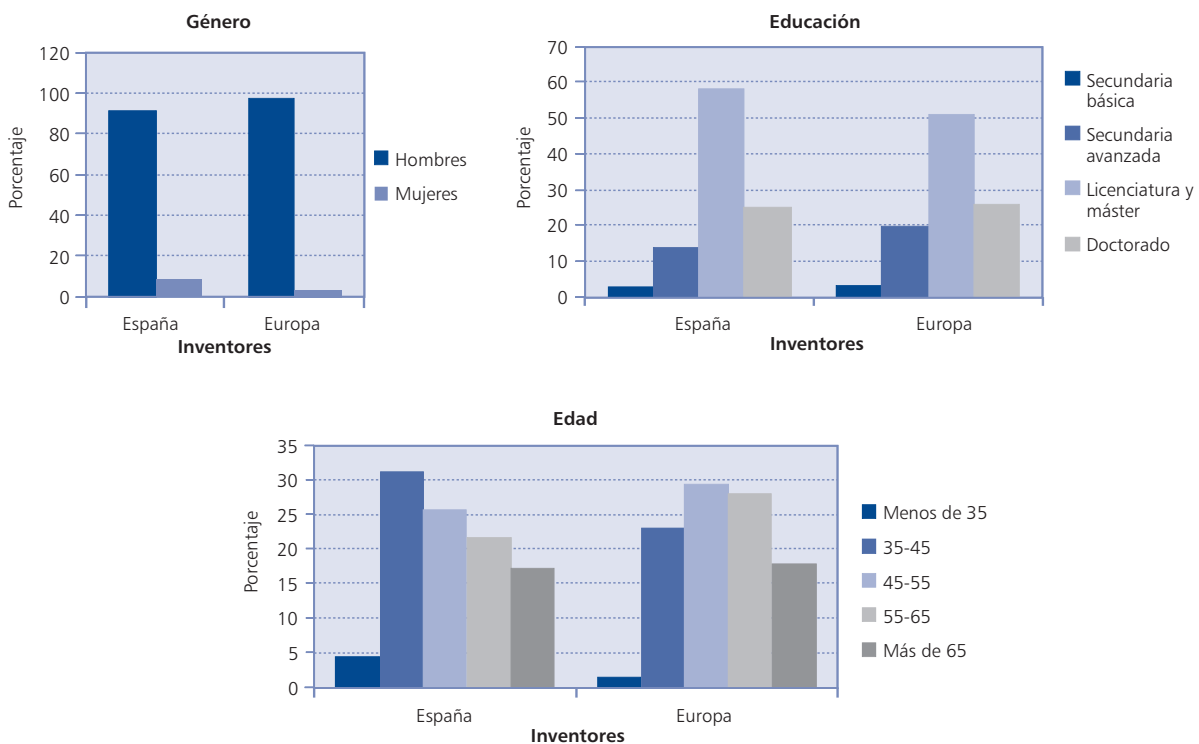
## ENCUESTA DE INVENTORES (2003)

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

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

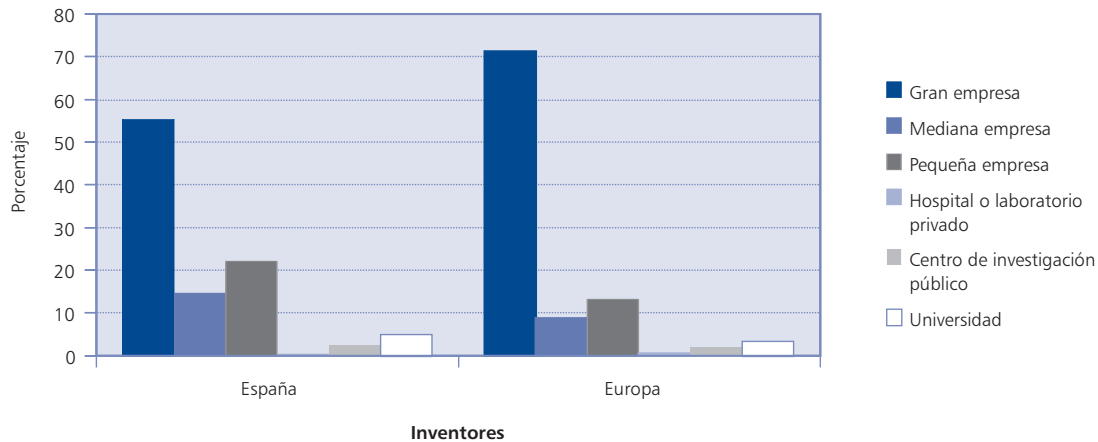


**GRÁFICO 8**  
**CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS INVENTORES**



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.

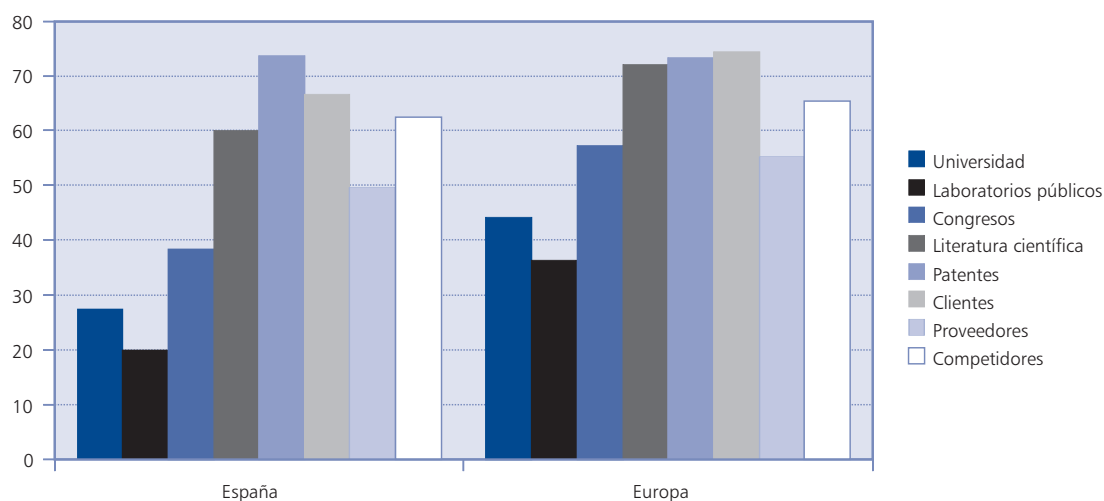
En cuanto a la financiación, podemos ver las principales fuentes de financiación en el gráfico 11. Como se puede apreciar, la fuente principal de financiación proviene de recursos propios, y la diferencia fundamental entre los inventores españoles y los inventores del resto de países europeos es que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

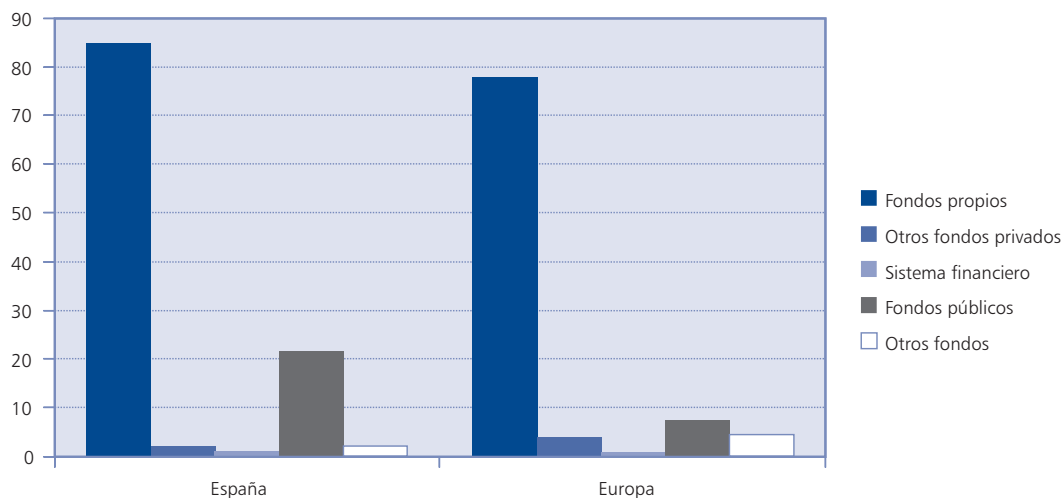
	España	Países europeos
Mínimo .....	1	1
Primer cuartil .....	25	15
Mediana.....	85	50
Tercer cuartil.....	300	150
Máximo.....	8.000	300.000
Mediana.....	351	416
Desviación estándar .....	913	5.213

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

GRÁFICO 10  
FUENTES DEL CONOCIMIENTO

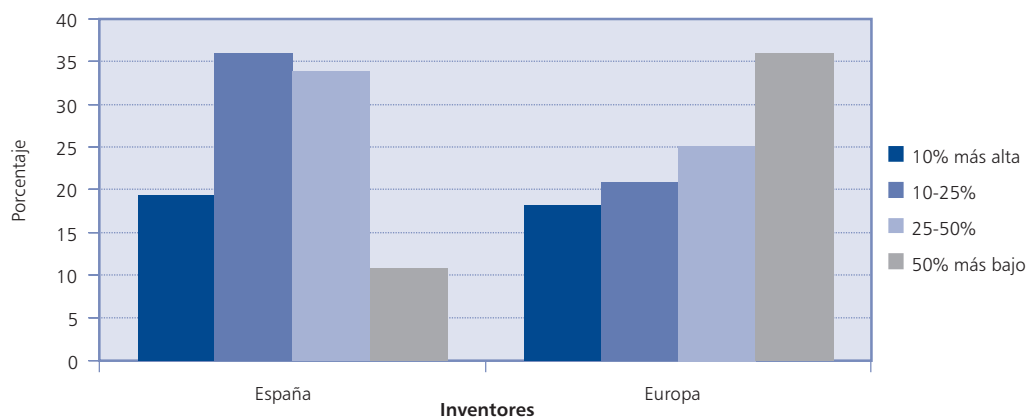
Fuente: Elaboración propia con base en *Encuesta de inventores* (2003).

GRÁFICO 11  
FUENTES DE FINANCIACIÓN



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

GRÁFICO 12  
VALOR DE LAS PATENTES



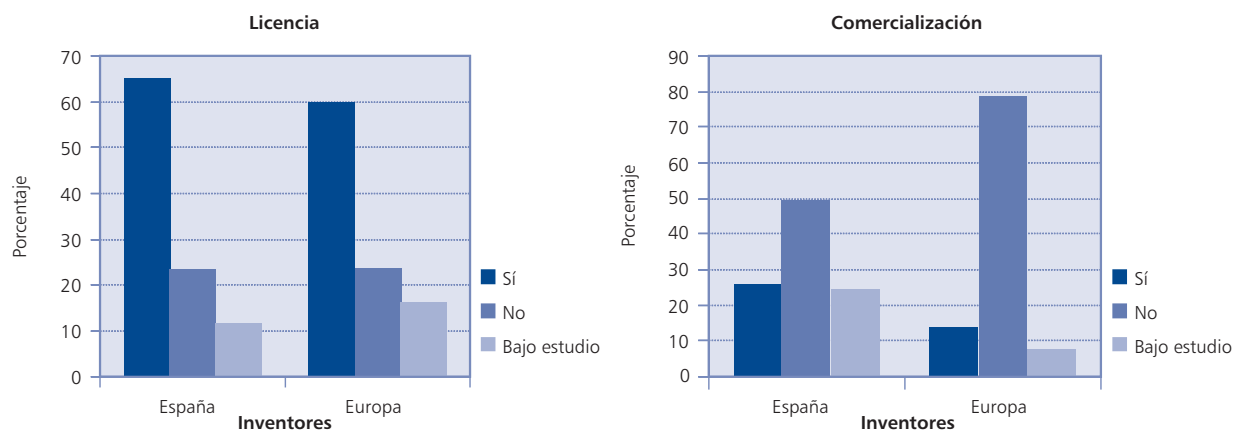
Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta de inventores (2003).

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 inven-

tores 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 con-

seguido 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 inves-

tigación 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. GAMBARDILLA; 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.
- LUNDEVALL, 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.