

Mikel Buesa\*

# EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN ESPAÑA: UN PANORAMA

*En este artículo se estudia la evolución reciente del sistema de innovación en España haciendo referencia a los aspectos globales de la asignación de recursos a esa finalidad durante el período 2000-2010. El autor examina las actividades de investigación científica aludiendo a su rendimiento y a sus resultados. Asimismo analiza las actividades tecnológicas de las empresas innovadoras, destacando la insuficiencia de su output para hacer frente a las necesidades del país. El artículo aborda también el papel de la política científica y tecnológica. Sus conclusiones señalan que, aunque España ha ido convergiendo hacia el modelo que configura el agregado de los países de la Unión Europea, presenta todavía una importante debilidad en cuanto al segmento de empresas innovadoras.*

**Palabras clave:** sistema nacional de innovación, innovación tecnológica, investigación científica, política científica, política tecnológica, España 2000-2010.

**Clasificación JEL:** 031, 032, 034, 038.

## 1. Enfoques teóricos sobre competitividad nacional

El sistema nacional de innovación (SNI) puede concebirse como el entramado de instituciones y empresas que, dentro de un país, orientan su actividad, total o parcialmente, al despliegue del conocimiento con la finalidad o bien de hacer progresar la ciencia o bien de incrementar el elenco de las tecnologías sobre las que se soportan las innovaciones que se encuentran en la base, como señaló tempranamente Schumpeter

(1911, cap. II; 1942, cap. 7), del desarrollo económico (Heijs, Buesa y Baumert, 2007). En el SNI participan las instituciones científicas —universidades y organismos públicos de investigación (OPI)—, que se ocupan preferentemente de la elaboración del conocimiento abstracto, y las empresas innovadoras, en las que se ubican sobre todo las tareas de investigación, diseño e ingeniería volcadas sobre el conocimiento concreto asociado a los problemas productivos. Y también pertenecen a él las instituciones públicas o privadas que ofertan servicios de intermediación entre las anteriores, facilitan los medios financieros que se requieren para el sostenimiento de los procesos de creación de conocimiento o ejercen un papel de ordenación del sistema.

---

\* Catedrático de Economía Aplicada. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Universidad Complutense de Madrid

Aunque sustentado sobre algunos elementos pre-existentes surgidos en la economía autárquica del franquismo<sup>1</sup>, en España hubo que esperar al final de ese régimen para que se formara un genuino SNI. Como puse de relieve en Buesa (2003) la configuración de ese sistema se sustentó sobre el proceso de liberalización de la economía española que acompañó a la reestructuración productiva ulterior a la crisis de mediados de los años setenta, sobre la ampliación del capital humano disponible en el país y sobre los cambios institucionales que, ya en el decenio de 1980, afectaron a la organización de la investigación en las universidades y en los OPI, a la protección de la propiedad industrial, y a la gestión y recursos de la política científica y tecnológica. Y así, a lo largo de dos décadas, los recursos destinados a financiar la I+D se multiplicaron por cuatro en términos reales y los efectivos de personal dedicado a la investigación lo hicieron por tres y medio; además, surgieron varios centenares de organismos y centros de investigación dependientes de las Administraciones Públicas, casi se duplicó el número de universidades y se consolidó un tejido empresarial innovador que multiplicó por seis el número de las firmas pertenecientes a él. El SNI era, de este modo, aunque con ciertas debilidades, una realidad indiscutible en la España que se asomaba al Siglo XXI.

Mi propósito en este artículo es entrar en el análisis de la evolución de ese sistema durante la primera década del siglo actual para comprobar cómo se ha configurado su dinámica de crecimiento y en qué medida se han resuelto o no los problemas estructurales que presentaba al comienzo de dicho período. Para ello, siguiendo una pauta metodológica ya consolidada en este tipo de estudios (Heijs, Buesa y Baumert, 2007),

atenderé a los cuatro aspectos que se enuncian a continuación:

— El entorno económico y productivo que delimita el ámbito en el que pueden desarrollarse las actividades de creación y difusión del conocimiento, pues éstas aparecen constreñidas por la demanda —lo que obliga a aludir al tamaño y configuración del mercado—, la disponibilidad de recursos y la estructura productiva en la que acaban albergándose las innovaciones tecnológicas.

— La configuración de las actividades de investigación científica a partir de las cuales se conforma la frontera del conocimiento abstracto y se fundamentan tanto la constitución del capital humano como una buena parte de las posibilidades del desarrollo tecnológico asociado a la producción.

— El papel específico de las empresas innovadoras tanto en lo referente a la creación de las tecnologías como en lo relativo a la adopción y difusión de éstas.

— Y las políticas de ciencia y tecnología que tratan de corregir los fallos de mercado a los que, por su propia naturaleza (Nelson, 1959; Arrow, 1962 y Heijs, 2001, cap. I), están sujetas las actividades de creación de conocimientos.

## 2. El entorno económico-productivo de las actividades de innovación

Siguiendo la pauta analítica marcada por el enfoque evolucionista de la economía de la innovación (Buesa, 2009), en el análisis del SNI ha de aludirse a las características del entorno que configuran el marco en el que los actores implicados en la creación de conocimientos, principalmente las empresas, asignan recursos a tal finalidad. Ello es así porque, en lo esencial, esos conocimientos residen dentro de las organizaciones que los generan y utilizan, y se difunden a través de los procesos de aprendizaje que se articulan por medio de las actividades de I+D, diseño, ingeniería y producción (Nelson y Winter, 1982 y Dosi, 1988). Las principales variables de ese entorno son, a los efectos

<sup>1</sup> Véase, para un panorama general de la organización de la política científica y tecnológica en el período final del franquismo, BUESA y MOLERO (1988, pp. 194-207); un estudio específico de la política de transferencia de tecnología se contiene en BUESA y MOLERO (1989, caps. 2 a 4); sobre la política científica versan los ensayos contenidos en ROMERO DE PABLOS y SANTESMASES (2008); el importante caso del Patronato Juan de la Cierva ha sido historiado por LÓPEZ GARCÍA (1997, 1998 y 1999).

que aquí interesan (Porter, 1991), las que se refieren a las condiciones de la demanda, la estructura productiva, la rivalidad competitiva y los recursos humanos e institucionales disponibles.

Por lo que concierne a la demanda, el primer aspecto a considerar es el tamaño del mercado. Éste es, por el volumen absoluto del PIB, el quinto entre los mercados nacionales europeos, lo que no obsta para que su dimensión solo alcance el 41 por 100 de la de Alemania, el 53 por 100 de la de Francia, el 61 por 100 de la de Reino Unido o el 67 por 100 de la de Italia, según revelan las Cuentas Nacionales de Eurostat. Sin embargo, debe añadirse inmediatamente que la capacidad adquisitiva de los españoles es bastante más limitada que la de los residentes en los países que se acaban de mencionar. Medida en paridades de poder adquisitivo y comparada con el promedio de los 27 miembros de la Unión Europea, se comprueba que, durante la década que aquí se estudia, el PIB por habitante se aproximó rápidamente a ese promedio, alcanzándolo en 2002 y superándolo en los años siguientes, de modo que en 2006 y 2007 lo sobrepasaba en un 5 por 100. Pero la crisis del final del decenio truncó esa trayectoria y en solo cuatro años el indicador volvió a caer hasta quedar por debajo de la referencia y situarse, en 2011, en el mismo nivel que diez años antes —el 98 por 100 del agregado europeo—. Si la comparación se hace con respecto a la media de la Zona Euro, se observa una trayectoria similar, aunque en este caso el nivel de España se ha mantenido siempre por debajo de ella: el 84 por 100 en 2000, el 95 por 100 en 2007 y el 91 por 100 en 2011<sup>2</sup>.

Por tanto, aunque el mercado español sea uno de los más grandes de Europa, parece claro que el nivel de sofisticación de la demanda —que queda reflejado en el PIB per cápita— no es tan elevado como el de los países más avanzados de la UE, lo que constituye una limitación estructural del sistema de innovación

que, en los años más recientes, con la crisis, se ha visto reforzada. Y a ella se añade, en el mismo sentido, la que se deriva de la trayectoria de la distribución personal de la renta, pues al haber disminuido el nivel de equidad entre 2004 y 2011, se ha empequeñecido la capacidad de demanda de una parte importante de la población y, con ello, el tamaño del mercado<sup>3</sup>.

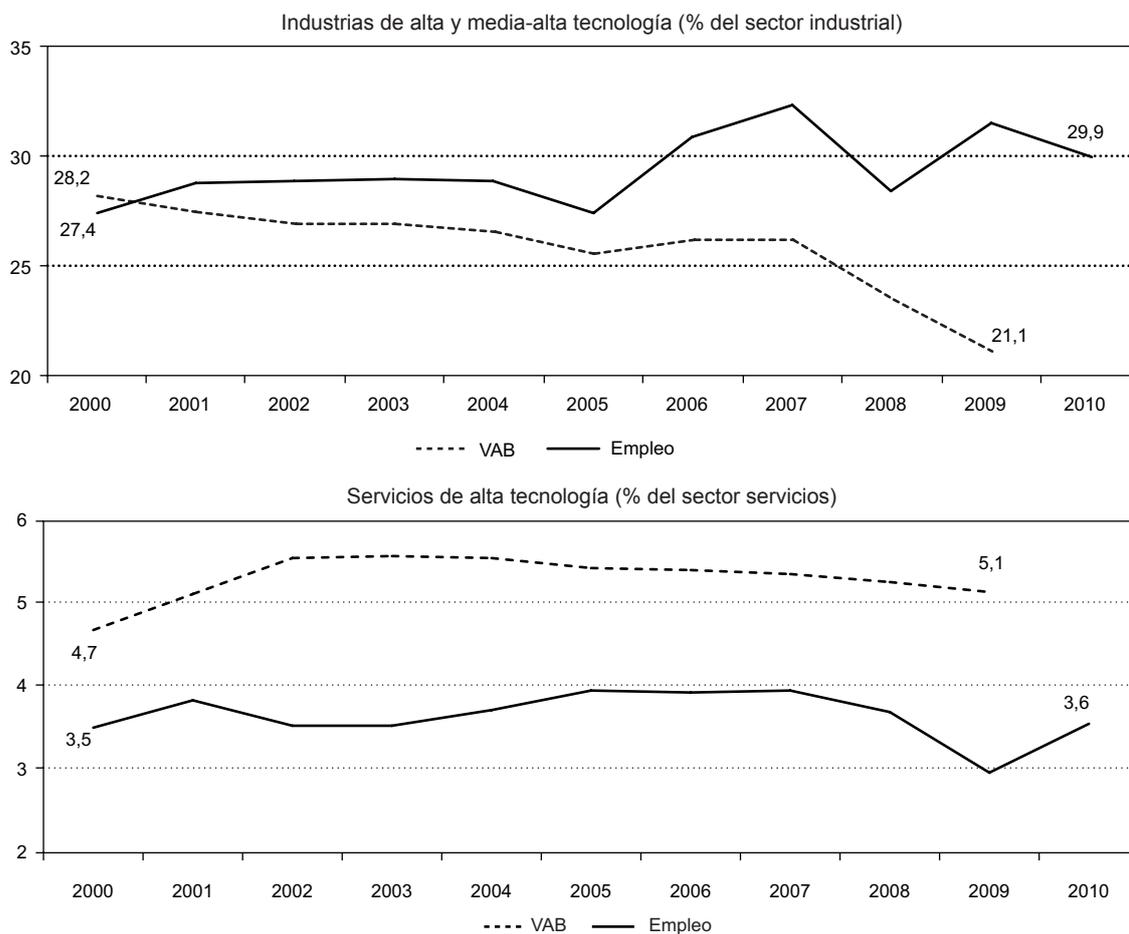
La estructura productiva es, por otra parte, un elemento esencial del entorno de la innovación, pues de su composición dependen los límites en los que se desenvuelven los procesos de adopción y difusión de las tecnologías. España se ha caracterizado tradicionalmente, a este respecto, por mostrar una participación relativa de los sectores de alta tecnología, dentro de su estructura productiva, baja y claramente inferior a la de los países europeos avanzados (Buesa y Molero, 1998, p. 43 y Buesa, 2003, p. 241). No obstante, esa participación fue creciendo, aunque de manera muy parsimoniosa, durante los tres últimos decenios del Siglo XX, acompañando así a la ampliación del núcleo de empresas innovadoras del país. Pero en la primera década del Siglo XXI parece que ese proceso se ha estancado e incluso, con la crisis actual, ha revertido.

En efecto, según se muestra en el Gráfico 1, las industrias de alta tecnología, aunque han incrementado un par de puntos porcentuales su participación en el empleo sectorial, no han logrado hacer lo mismo con el valor añadido, de manera que el porcentaje correspondiente bajó de un poco más del 28 a alrededor del 26 por 100 entre el comienzo del decenio y 2007, precipitándose después de esta fecha en una caída acelerada durante el bienio siguiente hasta quedar en el 21,1 por 100. Esta dispar trayectoria del empleo y

<sup>2</sup> La serie completa de datos se puede consultar en <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupModifyTableLayout.do>.

<sup>3</sup> De acuerdo con los resultados de la *Encuesta de Condiciones de Vida* elaborada por el INE, el índice de Gini referido a la distribución personal de la renta aumentó de 30,7 al 34 por 100 entre 2004 y 2011. A su vez, en igual período, el riesgo de pobreza o exclusión social se incrementó desde el 24,4 hasta el 27 por 100 de la población. Véase <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft25%2Fp453&file=inebase&L=0>.

**GRÁFICO 1**  
**VALOR AÑADIDO Y EMPLEO EN LOS SECTORES DE ALTA TECNOLOGÍA**



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

el valor añadido en el segmento industrial de alta tecnología sugieren la existencia de importantes pérdidas de productividad dentro de él, solo con una excepción,

en todas las ramas que lo forman se ha reducido el valor añadido en términos reales entre 2000 y 2010<sup>4</sup>. En cuanto a los servicios de alta tecnología, el mismo

<sup>4</sup> De acuerdo con los índices de volumen reflejados en la Contabilidad Nacional de España el VAB ha experimentado, en el conjunto de la primera década del siglo, una caída real del 7,5 por 100 en la industria química, del 16,4 por 100 en la de equipos informáticos, electrónica y óptica, del 19,5 por 100 en la de equipos eléctricos, del 5,8 por 100 en la de maquinaria mecánica y del 16,8 por 100 en la de material de transporte. En general, la trayectoria seguida por esos sectores ha sido

la de una pérdida más bien moderada entre 2000 y 2007, seguida de una brusca caída entre 2008 y 2010. Solo la industria farmacéutica ha escapado a esta pauta común del segmento de alta tecnología, pues su VAB aumentó en un 32,7 por 100 entre 2000 y 2010. Véase <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft35%2Fp008&file=inebase&L=0> en la web del INE.

gráfico refleja una notoria estabilidad de su participación en el empleo sectorial —entre el 3,5 y el 4 por 100 a lo largo del decenio— y también en el valor añadido, aunque en este caso, tras una ganancia inicial de casi un punto porcentual al comienzo del período, se ha producido un descenso paulatino hasta 2009, acumulándose una pérdida equivalente a la mitad de la cifra anterior. Señalemos, finalmente, que de acuerdo con Eurostat el indicador agregado del empleo en las ramas de alta tecnología ha alcanzado en España unos valores más bien bajos que, con respecto al conjunto de los 27 países de la UE, han oscilado entre un mínimo del 65 por 100 —en el año 2000— y un máximo del 76 por 100 —en 2007— del nivel europeo<sup>5</sup>.

En las circunstancias que se acaban de describir no sorprende que, como se verá más adelante, el segmento de empresas innovadoras sea en España más bien reducido por comparación con los países avanzados de Europa, pues es en las ramas de alta tecnología donde esas empresas encuentran mayores oportunidades para su desarrollo. Y tampoco extraña que, en el último quinquenio, se haya producido una importante reducción en el número de dichas empresas. Por ello, la insuficiencia del desarrollo del sistema productivo en los segmentos de mayor cualificación tecnológica es, seguramente, el mayor lastre que encuentra el SNI para lograr un despliegue comparable al de las naciones de nuestro entorno.

Entremos ahora en la cuestión de la rivalidad competitiva, un aspecto éste que ha sido destacado por Porter (1991) como favorecedor de la carrera de las empresas por la innovación, se concrete ésta en la oferta de nuevos productos y servicios o en la reducción de costes y la mejora de la eficiencia. Dicha rivalidad está determinada en buena medida por las instituciones reguladoras de los mercados y por la política de defensa de la competencia. A este respecto se puede señalar que, de acuerdo con la medición de la

libertad económica que realiza *The Heritage Foundation*, el índice correspondiente a España tuvo una progresión muy clara a raíz del proceso de desregulación y liberalización que se desplegó entre 1995 y 2004, estancándose su valor con posterioridad a esta fecha. La libertad económica en España —similar a la de los otros países de la UE pues se comparte con ellos una buena parte de las regulaciones de los mercados— ha mantenido en los años recientes un nivel intermedio situado aproximadamente un quinto por debajo del de los países más liberalizados del mundo<sup>6</sup>.

Sin embargo, a lo anterior debe añadirse, como elemento negativo, el creciente proceso de fragmentación del mercado interno español derivado de un muy desigual tratamiento regulador de numerosos ámbitos económicos<sup>7</sup>, así como de unas también diferentes políticas de gasto público, una vez completadas las transferencias competenciales a las Comunidades Autónomas (Cabrillo, Biazzi y Albert, 2011). Una fragmentación que conduce a la aparición de problemas de amplitud creciente en el tiempo en cuanto a la competencia entre empresas de distintas regiones (Buesa, 2010, cap. 2).

Finalmente, con respecto a los recursos humanos e institucionales sobre los que se asientan las actividades de generación de conocimientos, puede señalarse que el impulso que experimentaron éstos en el curso de los dos decenios que median entre 1980 y 2000 se debilitó con posterioridad a esta última fecha. Así, por

<sup>6</sup> Véase, para el detalle de la información, <http://www.heritage.org/index/ranking>.

<sup>7</sup> Es el caso de, al menos, los siguientes: comercio minorista, inspección técnica de vehículos, transporte por carretera, bebidas alcohólicas, publicidad y etiquetado de productos, despidos colectivos, inmigración, políticas activas de empleo, exhibición cinematográfica, emisión de billetes de transporte aéreo, servicios públicos sanitarios, energías renovables, fiscalidad de sucesiones y sobre entidades de crédito, telefonía móvil, líneas de transporte de energía eléctrica, almacenaje de residuos radioactivos, cuencas hidrográficas, parques naturales, caza y pesca, educación primaria y secundaria, universidades, administración del sistema judicial, protección medioambiental, vivienda protegida, juego, arrendamientos urbanos, medios de comunicación, licitación de obras públicas y programas de subvenciones a actividades económicas. He tratado este tema en BUESA (2010, cap. 2).

<sup>5</sup> Véase, para los datos concretos: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science\\_technology\\_innovation/data/database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/science_technology_innovation/data/database).

lo que concierne a los primeros, en la primera década del Siglo XXI se ha asistido a un claro retroceso del nivel educativo de los jóvenes<sup>8</sup> —derivado de la negativa influencia del fracaso escolar— solo parcialmente compensado por el aumento de ese mismo nivel en el segmento de la población adulta<sup>9</sup>. Y si se hace referencia a la población con mayor cualificación, dando cuenta de los recursos humanos en ciencia y tecnología<sup>10</sup>, se aprecia que su progresión solo llegó hasta 2006, estabilizándose después la importancia relativa de este segmento<sup>11</sup>.

En cuanto a los recursos institucionales que favorecen la innovación, referidos a las universidades y centros públicos de investigación, los programas de incentivos a la I+D+i, la protección de la propiedad industrial o la gestión de la política científica y tecnológica, debe señalarse que las principales reformas a este respecto se realizaron en las décadas de 1980 y 1990 (Buesa, 2003, p. 242), añadiéndose muy pocos elementos en la que nos ocupa en este artículo. Entre estos últimos pueden señalarse la promoción de los parques científicos, la aprobación de una nueva ley de universidades en 2001 —con pocas novedades en cuanto a la organización de la investigación— y otra

de la ciencia en 2011, así como la ley de la propiedad intelectual de 2006 —cuya incidencia en el SNI es claramente marginal—.

En resumen, los cambios del entorno que han tenido lugar en la última década no han sido, por lo general, fortalecedores del SNI. El mercado ha crecido, pero la estructura productiva no se ha orientado suficientemente hacia las ramas donde las oportunidades tecnológicas son mayores. Además, aunque la disponibilidad de recursos humanos en ciencia y tecnología se ha alineado con el promedio europeo, en el segmento de menor formación ha habido un retroceso debido a los altos niveles de fracaso escolar entre los jóvenes. Y, por otra parte, el impulso liberalizador de la economía se ha frenado, sin que tampoco se hayan añadido cambios importantes en cuanto al entramado institucional directamente relacionado con las actividades de creación de conocimiento.

### 3. Los recursos destinados a las actividades de generación de conocimientos: una consideración global

Efectuadas las consideraciones precedentes acerca de los factores de entorno que inciden sobre la configuración del SNI, se entra ahora en el análisis de éste comenzando por una descripción global de los recursos que se destinan en España a las actividades de creación de conocimiento y, más específicamente, a las que se engloban bajo el epígrafe de la I+D. Recuérdese que en él se alude a la investigación formal, sea de carácter científico o tecnológico, que realizan los agentes del SNI en laboratorios o centros organizados al efecto, sin que se tengan en cuenta otras actividades que, en el ámbito de las empresas, contribuyen a la formación del elenco de tecnologías que se emplean en la producción de bienes y servicios, como son la ingeniería, el diseño, la adquisición de bienes de equipo o las tareas de asistencia técnica. A estas últimas se hará referencia más adelante cuando se trate de la actividad de las empresas innovadoras.

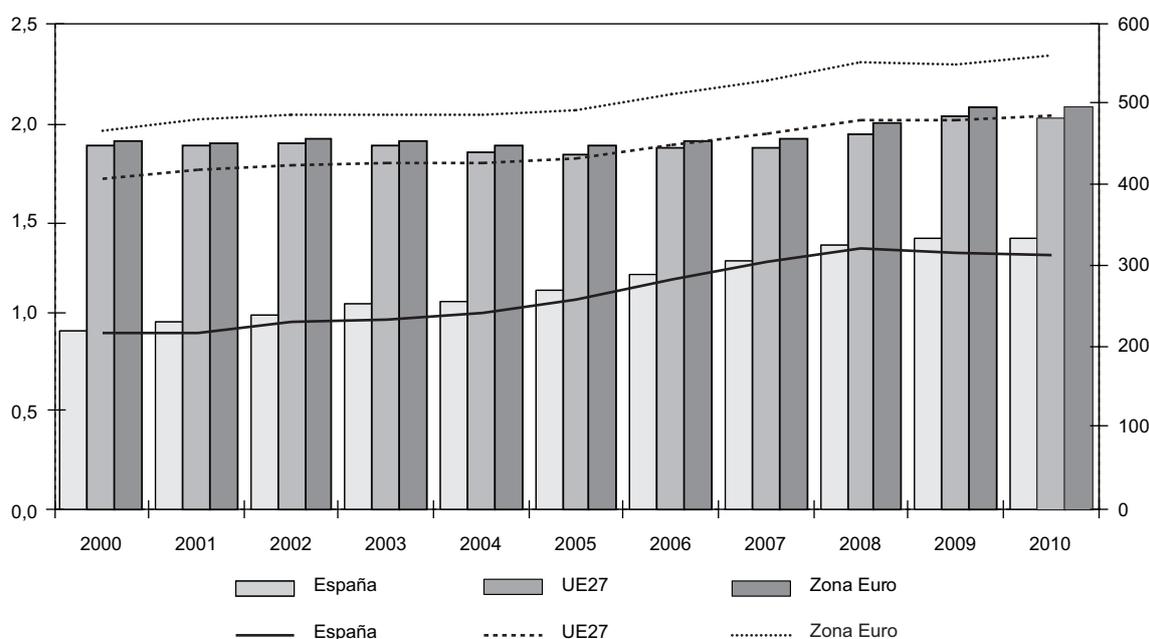
<sup>8</sup> De acuerdo con Eurostat [<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/education/data/database>] el porcentaje de la población de 20 a 24 años con al menos educación secundaria superior bajó del 66 al 60 por 100 entre 2000 y 2008, aumentando después hasta el 61,2 por 100 en 2010. En esta última fecha, el promedio de la UE se situaba en el 79 por 100.

<sup>9</sup> Siguiendo la fuente mencionada en la nota anterior, la población de entre 25 y 64 años con al menos educación secundaria superior pasó del 38,6 al 52,6 por 100 entre 2000 y 2010 gracias a que el relevo generacional retiró de ese segmento poblacional a una buena parte de las personas con menor formación. En 2010, el promedio europeo estaba en el 72,7 por 100, 20 puntos por encima de la cifra española.

<sup>10</sup> Este concepto hace referencia a las personas con formación de tercer grado (universitaria) o que ejercen una profesión científica o técnica. Véase OECD (1994) y, para la construcción de indicadores a partir de las fuentes disponibles, BUESA, NAVARRO y HEIJS (2007), pp. 102-104.

<sup>11</sup> De acuerdo con Eurostat, el porcentaje de la población de entre 25 y 64 años con educación terciaria superior o empleo equivalente pasó del 26,1 al 33,5 por 100 entre 2000 y 2006. Después se estabilizó en torno al 34 por 100 hasta 2010. Este último porcentaje está muy próximo al promedio europeo del 34,2 por 100 en 2010.

GRÁFICO 2  
GASTO EN I+D EN ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA  
(Procentajes sobre el PIB y euros por habitante a precios de 2008)



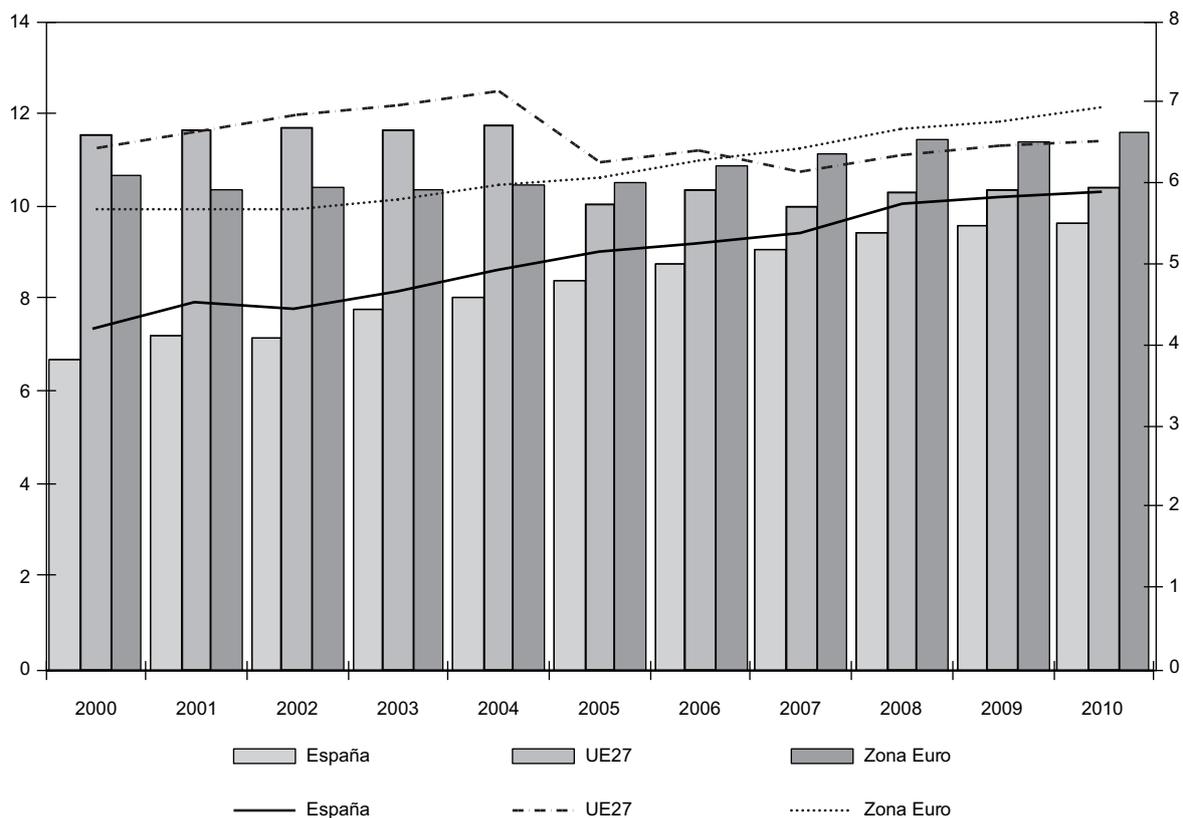
NOTA: Líneas (eje derecho): euros por habitante. Columnas (eje izquierdo): % del PIB.  
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

El gasto en I+D, que expresado en euros constantes de 2008 pasó de 8.774,8 millones en 2000 a 14.516,4 millones en 2010, creció en España, en ese período, a una tasa del 5,2 por 100 anual acumulativo. Un crecimiento éste muy acelerado, superior al del PIB y más amplio que el que se registró en los países europeos —2,1 por 100 en el agregado de los 27 países de la UE y 2,4 por 100 en la Zona Euro—. Ello propició un claro movimiento de convergencia de España con Europa, tal como se aprecia en el Gráfico 2. No obstante, debe añadirse que el horizonte de esa convergencia, en términos del gasto por habitante, está aún lejano, pues de mantenerse la dinámica descrita quedarían todavía 22 años para completarse con respecto a la UE27, y 30 con relación a la Zona Euro.

En todo caso, las diferencias actuales que muestran los indicadores son notables. El gasto en I+D alcanzó en 2010 el 1,39 por 100 del PIB cuando el promedio europeo era del 2 por 100 y el de la Zona Euro del 2,07. Y, en términos del gasto por habitante, los 315,1 euros —siempre a precios de 2008— de España contrastan con los 486,5 y 561,0 de esas áreas de referencia, respectivamente.

Sin embargo, cuando se tienen en cuenta los recursos humanos empleados en las actividades de investigación científica y tecnológica, se observa una aproximación mayor de España hacia Europa. En el Gráfico 3 se muestra así que, por lo que concierne al conjunto de los trabajadores ocupados en I+D, las cifras españolas progresaron desde un nivel del 6,7

**GRÁFICO 3**  
**PERSONAL\* EN I+D EN ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA**  
 (En tanto por mil sobre la población activa)



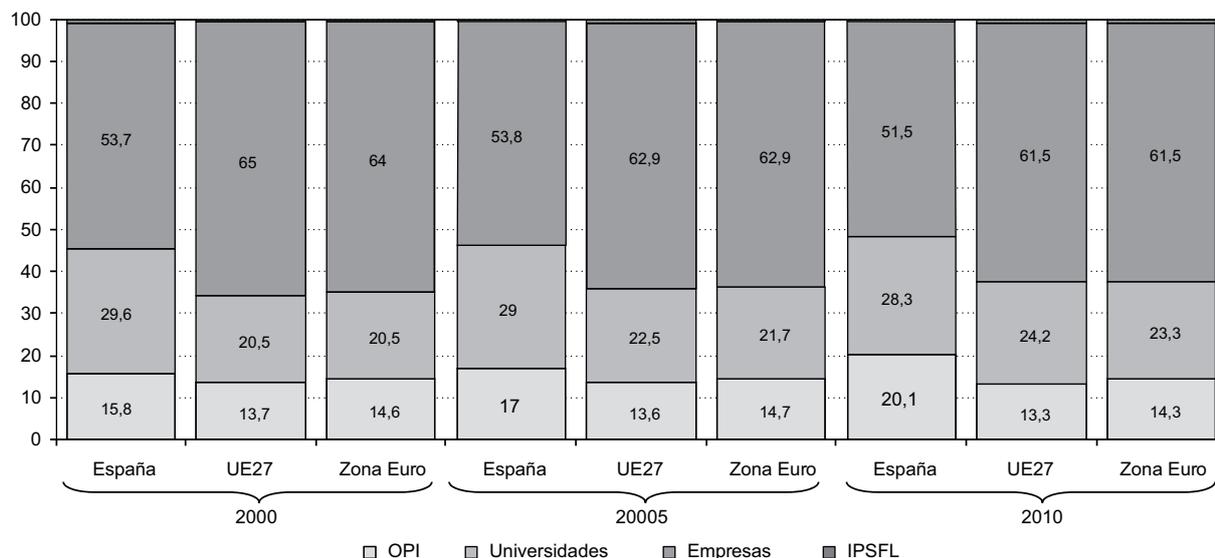
NOTAS: \* En equivalencia a jornada completa. Líneas (eje derecho): investigadores. Columnas (eje izquierdo): personal total.  
 FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

por 1.000 de la población activa en el primer año del período a otro del 9,6 por 1.000 en 2010. En términos absolutos, los ocupados correspondientes pasaron de 120.618 a 222.022 personas a lo largo del período, con un crecimiento acumulativo anual del 6,3 por 100, muy superior tanto al de la UE27 (2,2 por 100) como al de la Zona Euro (2,5 por 100). Como resultado de todo ello, el indicador anterior reflejó al final de la primera década del siglo una diferencia de tan solo ocho décimas con relación al agregado global europeo —donde los ocupados en I+D eran el 10,4 por 1.000 de la población activa— y a dos puntos con respecto a la Zona del Euro —donde esa ratio era del 11,6 por 1.000—.

Una consideración similar merece el indicador construido a partir de las cifras de investigadores. Éstas aumentaron en un 5,8 por 100 anual acumulativo en España, al pasarse de 76.670 en 2000 a 134.653 en 2010. De nuevo el crecimiento fue superior al de la UE27 (3,4 por 100) y al de la Zona Euro (3,6 por 100), con lo que la ratio que pone en relación esas cifras con la población activa —que pasó del 4,3 al 5,8 por 1.000— se aproximó, al final del período, a la del

blación activa— y a dos puntos con respecto a la Zona del Euro —donde esa ratio era del 11,6 por 1.000—. Estas aumentaron en un 5,8 por 100 anual acumulativo en España, al pasarse de 76.670 en 2000 a 134.653 en 2010. De nuevo el crecimiento fue superior al de la UE27 (3,4 por 100) y al de la Zona Euro (3,6 por 100), con lo que la ratio que pone en relación esas cifras con la población activa —que pasó del 4,3 al 5,8 por 1.000— se aproximó, al final del período, a la del

**GRÁFICO 4**  
**DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL GASTO EN I+D**  
(En %)



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

agregado europeo (6,5 por 1.000) y al de la Zona Euro (7,0 por 1.000).

Un aspecto relevante de las diferencias que aún separan al SNI de España con respecto al modelo que dibujan los indicadores promedio de la UE, es el que se refiere a la estructura del sistema tal como acaba reflejada en la distribución del gasto en I+D entre los distintos tipos de agentes que participan en él. Como se observa en el Gráfico 4, lo más notorio a este respecto alude al papel de las empresas innovadoras que, en España, se mantuvo relativamente estable en torno al 54 por 100 durante la primera mitad del decenio para incrementarse después en casi dos puntos porcentuales hasta 2007, año a partir del cual la crisis incidió muy negativamente sobre ella, de modo que en 2010 había retrocedido al 51,5 por 100. Esa participación de las empresas en el SNI es, de forma permanente,

diez puntos más elevada en el marco europeo, bien se mida agregadamente, bien se refiera a la Zona Euro, donde la crisis se ha reflejado también en un descenso apreciable. Puede decirse, por consiguiente, que éste es el aspecto que más distingue a España dentro del marco europeo, señalando así el elemento más débil de su sistema de innovación. Esta singularidad —y los indicadores de la actividad innovadora que se asocian con ella— es la que conduce a que, cuando se compara en detalle y de manera desagregada con el de los países europeos, el sistema español de innovación aparezca en una posición más bien retardada y que sea calificado como propio de un país «innovador moderado» (véase el Recuadro 1).

Lógicamente, la contrapartida de la debilidad comparada del segmento empresarial es la aparente fortaleza de las instituciones que se ocupan de la investiga-

## RECUADRO 1

## ESPAÑA EN EL CUADRO DE INDICADORES DE LA INNOVACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

La Comisión Europea elabora una batería de indicadores sobre la innovación para todos los países de la UE que se recogen actualmente en el European Union Scoreboard (IUS). Esos indicadores reúnen información acerca de tres tipos de variables que se refieren a los factores potenciadores de la innovación, las actividades empresariales en este campo y los resultados del sistema de innovación. En el cuadro adjunto se presentan los resultados del IUS 2011 para España. Esos resultados se han reflejado también de manera gráfica tomando como valor de referencia (100) el promedio europeo.

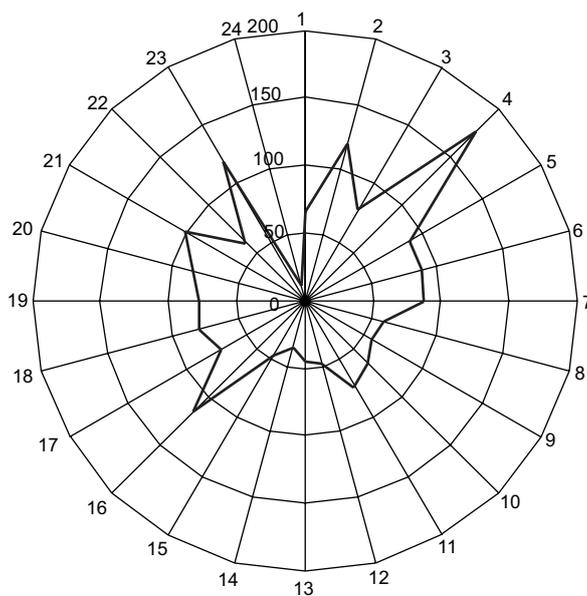
	Indicadores	UE27	España
Factores potenciadores de la innovación	1. Nuevos doctores por 1.000 personas entre 25 y 34 años	1,50	1,00
	2. Población con educación terciaria por 1.000 personas entre 30 y 34 años	33,60	40,60
	3. Jóvenes con educación secundaria superior por 1.000 personas entre 20 y 24 años	79,00	61,20
	4. Publicaciones científicas internacionales por 1.000.000 de habitantes	301,00	534,00
	5. Publicaciones científicas entre el 10% de más citadas como % del total	10,73	9,52
	6. Estudiantes de doctorado fuera de la UE como % del total	19,19	17,10
	7. Gasto público en I+D como % del PIB	0,76	0,67
	8. Capital riesgo como % del PIB	0,10	0,06
Actividades empresariales de innovación	9. Gasto de las empresas en I+D como % del PIB	1,25	0,72
	10. Gasto en innovación distinta de la I+D como % de la cifra de negocio	0,71	0,46
	11. Pymes que realizan innovación interna como % del total de pymes	30,31	22,06
	12. Pymes que innovan en cooperación con otras empresas como % del total de pymes	11,16	5,34
	13. Publicaciones conjuntas público-privadas por 1.000.000 de habitantes	36,20	15,90
	14. Solicitudes de patentes PCT por cada 1.000 millones de PIB en euros y PPC	3,78	1,34
	15. Solicitudes de patentes PCT en sectores de futuro por cada 1.000 millones de PIB en euros y PPC	0,64	0,30
Resultados innovadores	16. Marcas comerciales comunitarias por cada 1.000 millones de PIB en euros y PPC	5,59	6,48
	17. Diseños comunitarios por cada 1.000 millones de PIB en euros y PPC	4,77	3,39
	18. Pymes que introducen innovaciones de producto o proceso como % del total	34,18	27,50
	19. Pymes que introducen innovaciones organizativas o comerciales como % del total	39,09	30,35
	20. Empleo en actividades intensivas en conocimiento como % del total	13,50	11,50
	21. Exportaciones de productos de media y alta tecnología como % del total	48,23	49,16
	22. Exportaciones deservicios intensivos en conocimiento como % del total	48,13	29,55
	23. Ventas de innovaciones como % de la cifra de negocio	13,26	15,91
	24. Ingresos del exterior por licencias de patentes como % del PIB	0,51	0,06

Como se puede comprobar, si se exceptúan unos pocos indicadores en los que España alcanza o supera la media europea —referidos a la población con formación universitaria, las publicaciones científicas, las marcas comerciales, las exportaciones de media y alta tecnología y la incidencia de los nuevos productos en las ventas de las empresas innovadoras— en la mayor parte de ellos los valores españoles son bajos, singularmente en lo que atañe a la actividad de las empresas innovadoras —gasto en I+D y en innovación, actividades de cooperación con otros agentes, solicitud de patentes y obtención de ingresos por licencias sobre las patentes obtenidas—.

No sorprende, por todo ello, que el Índice Sintético de la Innovación (ISI) que estima la Comisión agregando los anteriores indicadores sitúe a España en un nivel más bien mediocre. Dicho índice adopta un valor de 0,41 para España, siendo su máximo de 0,83 (Suiza) y su mínimo 0,21 (Turquía). El valor promedio de la UE es 0,54. De las cuatro categorías en las que el IUS clasifica a los países europeos —líderes en innovación, seguidores en innovación, innovadores moderados e innovadores modestos— España aparece recogida en la tercera. El IUS 2011 señala, además, que en la dé-

### RECUADRO 1 (continuación)

cada de 2000 el incremento del ISI para España, lo mismo que para Grecia, ha sido más bien pequeño, separándose así del comportamiento de otros países de su misma categoría como Portugal, Malta, Hungría, Italia, República Checa, Polonia y Eslovaquia.



FUENTE: Elaboración propia a partir de European Commission (2012).

ción científica —los OPI y las universidades—. Éstas gastan actualmente en España 48,4 euros de cada 100 empleados en la I+D, superando en casi 11 puntos porcentuales los promedios de la UE27 y la Zona Euro. Pero lo más llamativo en esta comparación es la diferente importancia relativa de los OPI y las universidades en el empleo de los recursos de la investigación científica. En efecto, mientras en España el reparto de éstos guarda una proporción del 41,5 por 100 para los centros y organismos dependientes de las administraciones públicas, y de 58,5 por 100 para las universidades, las ratios correspondientes son, en el ámbito europeo, del 35,5 y 64,5 por 100, respectivamente; y del 38 y 62 por 100 en la Zona Euro.

Por tanto, aunque las proporciones que se acaban de señalar han variado algo a lo largo del primer de-

cenio del siglo, al haberse ampliado un poco el papel de las universidades, se puede señalar como otra singularidad del SNI español el excesivo peso que en él tienen los OPI, lo que, como más adelante se explicará con detenimiento siguiendo a Arrow (1962), no favorece la eficiencia en la asignación de recursos a la investigación.

#### 4. Recursos y resultados de la investigación científica

Las actividades de investigación científica —que se orientan preferentemente al desarrollo del conocimiento abstracto, sin excluir la cooperación con los agentes empresariales— debido a sus externalidades (Pavitt, 1991), son financiadas casi enteramente por

el sector público (Nelson, 1959; Arrow, 1962 y Foray, 1991) y se sujetan a reglas de comportamiento asentadas históricamente (Dasgupta y David, 1987) que, para asegurar la eficiencia (Nelson, 1959), conducen a la publicación completa de sus resultados—de manera que éstos pueden ser conocidos prácticamente sin coste por la comunidad científica y por los demás agentes del SNI— y al reconocimiento de su autoría como factor de mérito y, en su caso, de asignación de derechos de propiedad intelectual (Foray, 1991).

Esas actividades son desarrolladas fundamentalmente por las universidades y los OPI. Estas dos fórmulas institucionales no son equivalentes, en cuanto a la asignación de recursos, en la perspectiva de la eficiencia, pues al estar sometida la investigación científica a una fuerte incertidumbre en lo referente a sus resultados, puede ocurrir que la ausencia de éstos no pueda atribuirse a una deficiente o equivocada decisión de gasto. Arrow (1962) estudió este problema concluyendo que los centros y organismos públicos de investigación son, en la mayor parte de los casos, una mala solución institucional, frente a las universidades. Éstas basan su eficiencia en la complementariedad entre la enseñanza y la investigación, de manera que los profesores cobran su salario por la primera y obtienen recursos para la segunda solo si su currículum ofrece resultados. Pero en los OPI no se da esa circunstancia, por lo que puede ocurrir que la productividad de los investigadores sea baja, no debido a la dificultad de obtener resultados científicos, sino a la escasa intensidad de su trabajo. Por ello, Arrow consideró poco preferible la fórmula institucional de los OPI, excepto en los casos en los que sus investigaciones se encuentren vinculadas con la demanda —como ocurre con las investigaciones agrarias, relacionadas con los servicios de asistencia a los agricultores y ganaderos, las aeroespaciales, ligadas a los programas de defensa y exploración del espacio, y las biomédicas, asociadas al tratamiento de los enfermos en el sistema sanitario—, pues en ellos son los sectores demandantes los que deciden la financiación de los grupos de investigación teniendo en cuenta sus resultados.

En los Cuadros 1 y 2 se ha reunido la información disponible acerca del gasto en I+D de los OPI y las universidades, respectivamente, en España, la UE27 y la Zona Euro. Por lo que se refiere a los primeros, debe destacarse que, a lo largo de la primera década del siglo, se ha producido una extraordinaria multiplicación en su número, principalmente en el ámbito de las administraciones autonómica y local. Un fenómeno éste asociado a la culminación del proceso autonómico durante la séptima legislatura, entre 2000 y 2004. Esa proliferación de entes de investigación, unida a una decidida política de apoyo a su financiación, explica que el gasto en I+D de los OPI haya crecido en España a una tasa acumulativa anual del 7,7 por 100 entre 2000 y 2010. Tal dinámica cuadruplica ampliamente la observada en la UE27 (1,8 por 100) y multiplica por tres y medio la que corresponde a la Zona Euro (2,2 por 100). No sorprende, por ello, que en el período estudiado se haya producido la convergencia de este sector con los promedios europeos, tanto en los términos del porcentaje de PIB destinado a financiar la I+D como del gasto por habitante.

En cuanto a las universidades se debe anotar también la expansión del número de ellas, singularmente en el sector privado, en el que han aparecido, a lo largo de la década, nueve entidades adicionales con ese estatus, así como alrededor de 70 centros adscritos a las de carácter público. Sin embargo, el gasto en I+D en este sector creció más moderadamente que en el de los OPI, a una tasa del 4,7 por 100 anual, cercana a la de la UE27 (3,9 por 100) y a la de la Zona Euro (3,7 por 100). Ello ha hecho que apenas haya habido convergencia con el estándar europeo, de manera que, en términos relativos, la distancia que separa a las universidades españolas con respecto a éste se haya mantenido casi constante en términos del gasto por habitante y solo se haya reducido en unas pocas centésimas en cuanto al porcentaje del PIB.

Esta evolución de los recursos empleados por las instituciones científicas se ha acompañado de una cierta reestructuración de su orientación hacia los di-

**CUADRO 1**  
**INDICADORES DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN**

Año	Número de instituciones que hacen I+D		Gasto en I+D (millones de € a precios de 2008)			Gasto en I+D (€ per cápita a precios de 2008)			Gasto en I+D (% del PIB)				
	Del Estado	Autonómicas y locales	Otros centros	Total	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro			
2000	60	121	-	181	1.388,2	26.958,1	21.386,6	34,5	55,8	68,1	0,14	0,25	0,28
2001	58	135	-	193	1.361,0	26.601,0	21.789,0	33,4	55,0	69,1	0,15	0,25	0,27
2002	45	173	21	239	1.468,2	26.796,7	22.115,2	35,5	55,3	69,8	0,15	0,24	0,27
2003	47	195	31	273	1.508,1	27.192,9	21.948,4	35,9	55,9	68,8	0,16	0,24	0,27
2004	43	231	41	315	1.639,9	27.794,4	22.563,6	38,4	56,9	70,3	0,17	0,24	0,27
2005	49	251	57	357	1.913,6	28.962,3	23.411,1	44,1	59,0	72,5	0,19	0,25	0,27
2006	50	278	73	401	2.083,6	29.251,2	23.723,3	47,3	59,3	73,1	0,20	0,24	0,27
2007	53	300	75	428	2.404,6	29.406,5	24.040,7	53,6	59,4	73,6	0,22	0,24	0,26
2008	74	366	79	519	2.672,3	30.537,4	24.861,6	58,6	61,4	75,7	0,25	0,24	0,27
2009	68	387	87	542	2.923,9	31.815,3	26.013,5	63,7	63,7	78,8	0,28	0,27	0,30
2010	76	407	93	576	2.916,1	32.355,9	26.562,5	63,3	64,6	80,3	0,28	0,27	0,30

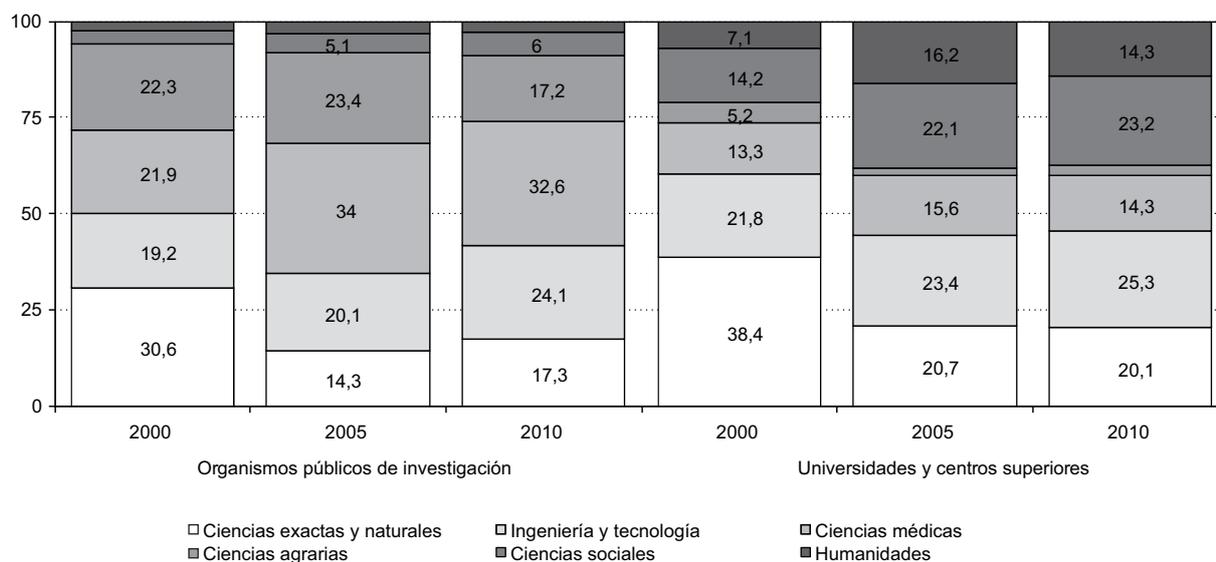
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

**CUADRO 2**  
**INDICADORES DE LAS UNIVERSIDADES Y CENTROS DE ENSEÑANZA SUPERIOR**

Año	Número de instituciones que hacen I+D		Gasto en I+D (millones de € a precios de 2008)				Gasto en I+D (€ per cápita a precios de 2008)				Gasto en I+D (% del PIB)				
	Universidades públicas	Otros centros privados	Total	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro
2000	48	16	64	2.599,0	40.454,1	30.150,7	64,5	83,8	96,0	0,27	0,38	0,39			
2001	48	18	66	2.648,6	43.387,2	32.377,5	65,0	89,7	102,7	0,28	0,40	0,40			
2002	49	20	83	2.838,7	45.842,0	33.859,3	68,7	94,6	106,8	0,29	0,42	0,41			
2003	49	19	92	2.978,5	46.795,6	34.508,0	70,9	96,2	108,2	0,32	0,42	0,42			
2004	49	21	104	3.034,7	46.779,4	34.242,2	71,1	95,7	106,7	0,31	0,41	0,41			
2005	49	20	115	3.258,8	47.749,7	34.570,6	75,1	97,2	107,0	0,33	0,41	0,40			
2006	49	23	122	3.452,5	49.614,1	35.788,8	78,3	100,6	110,3	0,33	0,41	0,41			
2007	49	23	131	3.602,2	51.722,0	37.199,3	80,3	104,4	113,9	0,33	0,42	0,41			
2008	49	24	137	3.932,4	55.021,7	40.248,9	86,2	110,6	122,5	0,36	0,44	0,44			
2009	49	25	143	4.054,5	57.812,8	41.985,1	88,3	115,7	127,2	0,39	0,48	0,48			
2010	49	25	154	4.102,8	59.060,1	43.271,7	89,1	117,9	130,8	0,39	0,48	0,48			

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

**GRÁFICO 5**  
**DISTRIBUCIÓN DEL GASTO EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA POR DISCIPLINAS**  
**(Porcentajes sobre el total)**



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

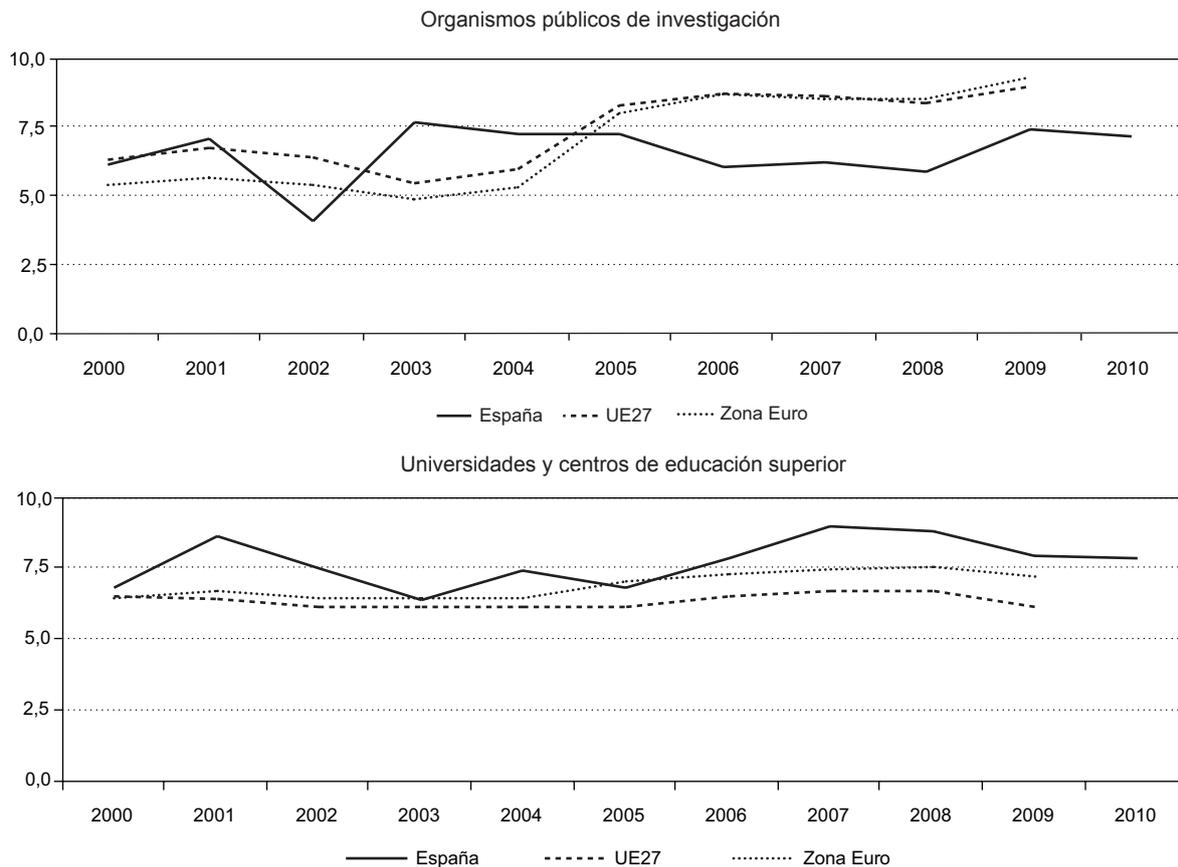
ferentes campos de la investigación básica y aplicada, tal como muestra el Gráfico 5. De esta manera, en los OPI se ha producido una importante reducción del papel que desempeña la investigación en ciencias exactas y naturales, y, en menor medida, en ciencias agrarias, para ampliar el de la biomedicina y el de la ingeniería y tecnología, así como, en un plano menor, el de las ciencias sociales y humanidades. El campo de las ciencias exactas y naturales también se ha contraído en las universidades, donde, por el contrario las ciencias sociales y humanidades han experimentado una notable expansión, permaneciendo prácticamente estables los demás tipos de disciplinas científicas.

Esta evolución de la estructura disciplinar de la investigación científica en España, como ya venía ocurriendo en el pasado, apenas guarda relación con las necesidades de aumento del conocimiento que se desprenden del sistema productivo. El hecho de que

las prioridades en la asignación de recursos estén determinadas por los demandantes académicos y que, en gran medida, la gestión de esos recursos, dentro de las Administraciones Públicas que los financian, esté encomendada a funcionarios procedentes de los OPI y las universidades, hace que la planificación de la investigación científica atienda preferentemente a los intereses de las entidades académicas y de los grupos de presión científicos.

Lo que se acaba de señalar no impide, sin embargo, que en España se haya asentado un modelo de cooperación entre las instituciones de investigación científica y las empresas, comparable al que existe en los otros países de la UE. Las reformas regulatorias que se realizaron en los años ochenta, referidas a la investigación contractual en las universidades y en los OPI, dieron como resultado, ya desde la década de 1990, un nivel de participación empresarial en la

**GRÁFICO 6**  
**RELACIONES CIENCIA-INDUSTRIA: FINANCIACIÓN EMPRESARIAL DEL GASTO EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE ESPAÑA Y LA UNIÓN EUROPEA**



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

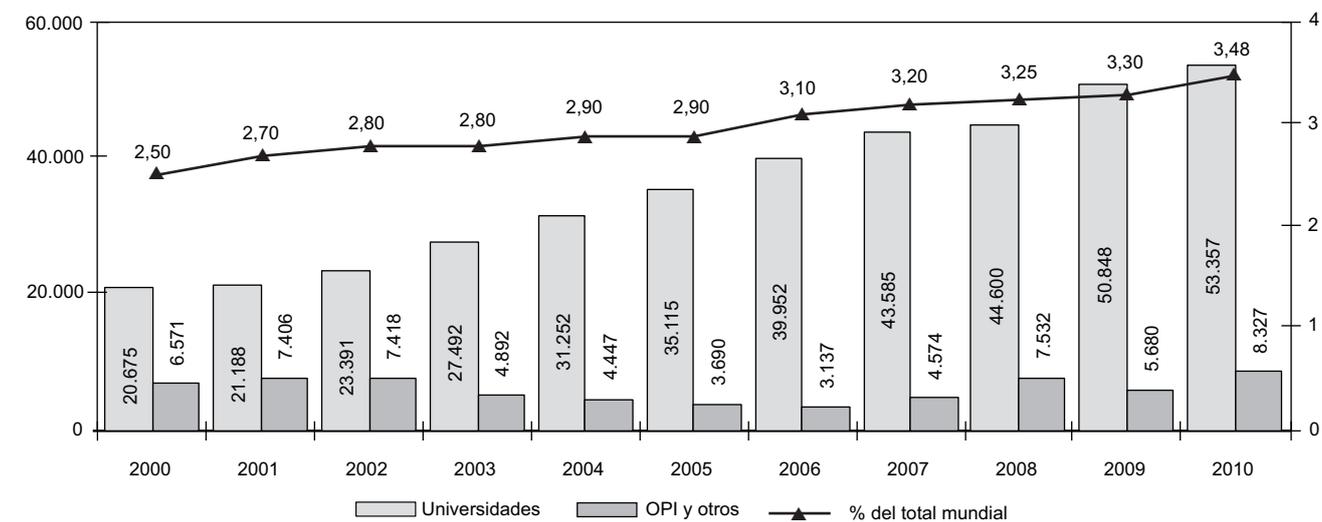
financiación de la investigación científica equiparable al de los países más avanzados (Buesa, 2003, pp. 251-252). El correspondiente modelo se ha mantenido en el período que aquí se estudia, tal como se muestra en el Gráfico 6, de manera que alrededor del 7,5 por 100 de los recursos empleados en I+D por los OPI y las universidades los aportan las empresas que contratan sus servicios o que desarrollan con ellos, de manera conjunta, proyectos de investigación. No se entiende por ello la persistencia, incluso

entre los actores del SNI, del tópico que atribuye un bajo desarrollo a las relaciones ciencia-industria en España<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Véanse, por ejemplo, las opiniones expresadas por el panel de expertos que consulta COTEC para su informe anual, cuando señalan, entre los principales problemas del SNI español, la ausencia de orientación de la investigación académica hacia las empresas, el suficiente aprovechamiento, por parte de éstas, del potencial investigador de las instituciones científicas o la escasa cultura de cooperación entre dichos agentes (FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, 2012, pp. 138-140).

GRÁFICO 7

## NÚMERO DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS INTERNACIONALES\* Y PORCENTAJES DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL



NOTA: \* Revistas indicadas en Science Citation Index (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) y Arts & Humanities (A&H).

FUENTE: Elaboración propia a partir del Grupo SCImago (tomados de FECYT, 2012 y Fundación CYD, 2012).

Entremos, por último, en los resultados científicos obtenidos por los OPI y las universidades. Aludiremos para ello a las publicaciones en revistas académicas de proyección internacional. Los indicadores correspondientes, que se han reflejado en el Gráfico 7, señalan, en primer lugar, una importante progresión de la participación española en la ciencia mundial, de manera que la correspondiente cuota ha subido un punto porcentual, al pasar del 2,50 al 3,48 por 100 a lo largo de la década. Esta trayectoria da continuidad a la dinámica ya observada durante los 20 años anteriores, pudiéndose considerar de manera satisfactoria.

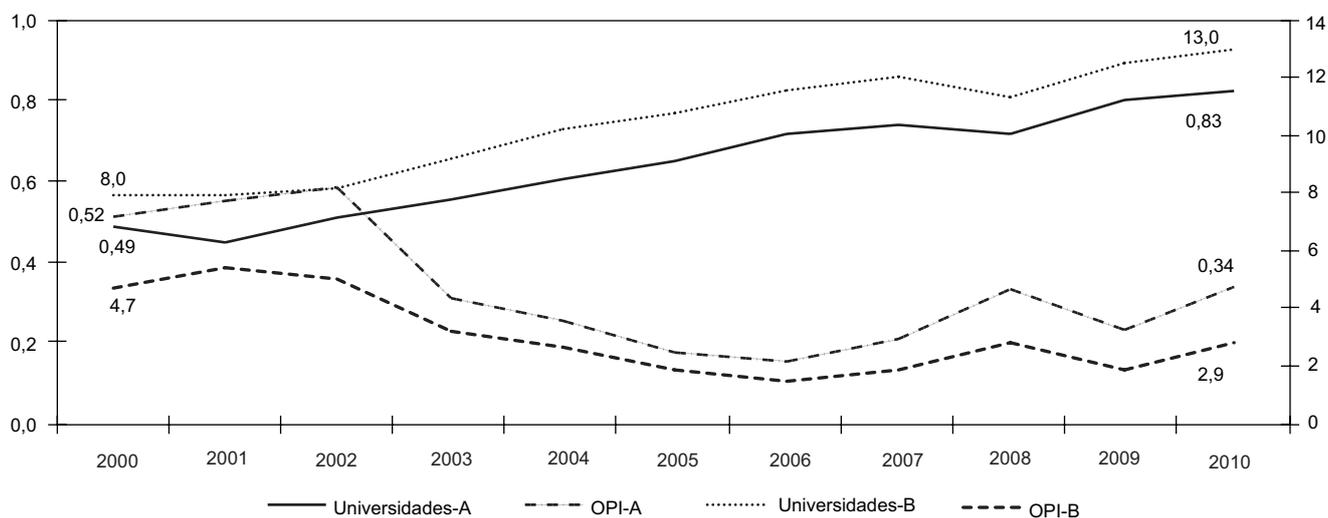
Sin embargo, el mismo gráfico muestra que la principal responsabilidad de la creciente proyección de la ciencia española en el mundo ha de atribuirse a las universidades, cuyo número de publicaciones no solo es notoriamente más elevado que el de los OPI, sino que además se ha ido incrementando todos los años

del período<sup>13</sup>. No ha sido así, en cambio, en los OPI, cuya producción científica ha sido más bien errática, con caídas muy profundas en algunos años.

Este comportamiento diferenciado de las universidades y los OPI en la producción científica revela la existencia de problemas relevantes de ineficiencia, especialmente en estos últimos. En efecto, si se confrontan los resultados en forma de publicaciones académicas internacionales con los recursos de que han dispuesto dichas instituciones para su actividad investigadora, tal como se hace en el Gráfico 8, se comprueba que la productividad agregada de las universidades ha crecido entre un 60 y un 70 por 100 —según sea el indicador empleado— a lo largo de la década

<sup>13</sup> Véase, en el mismo sentido, PÉREZ GARCÍA y SERRANO MARTÍNEZ (2012, pp. 224-226). Estos autores también destacan el aumento de la calidad de la producción científica universitaria.

GRÁFICO 8  
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



NOTAS: A: publicaciones por cada investigador en equivalencia a jornada completa. B: publicaciones por cada millón de € de gasto en I+D a precios de 2008.  
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del Grupo SClmago y del INE.

que aquí se analiza. Aún así, el nivel de esa productividad resulta inferior, alrededor del 20 por 100, a la de los países del entorno europeo (Hernández Armenteros y Pérez García, 2011, p. 129). Y por el contrario, la productividad de los OPI, tomada también agregadamente, se ha reducido entre un 35 y un 40 por 100, habiendo llegado a caer, en algunos años, más del 70 por 100 con respecto al máximo del período.

La mejora de la productividad en las universidades no debe ocultar que, en ellas, persisten problemas de eficiencia que se derivan del desequilibrio entre los recursos empleados en la prestación de servicios docentes en titulaciones con poca demanda, así como de la escasa actividad investigadora de una parte de los profesores. El análisis de estos elementos ha llevado a concluir que, en el primer caso, alrededor de un tercio de los recursos son redundantes; y en el segundo, que una cuarta parte del profesorado no logra justificar su función investigadora (Hernández Armenteros

y Pérez García, 2011, pp. 127 y 129). Pero las ineficiencias deben ser, a la luz de los datos que se acaban de exponer, mucho más amplias en los OPI, lo que se explica por sus deficiencias institucionales —a las que se ha aludido antes, siguiendo a Arrow— y por la preferencia que han mostrado hacia ellos, multiplicando sus recursos, los gestores de la política científica tanto del Estado como de las Comunidades Autónomas<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Más adelante se muestran los indicadores de la política científica que ratifican este aserto en el caso de las CC AA. Por lo demás, en el del Estado, especialmente en los últimos años de la década de 2000, ha habido una atención preferente hacia el Consejo Superior de Investigaciones Científicas —el mayor de los OPI existentes en España— que, al parecer, ha dado lugar a un importante despilfarro de recursos. Véase al respecto la noticia sobre un informe elaborado por la Inspección General del Ministerio de Economía y Competitividad acerca de la gestión del CSIC en la etapa del Gobierno socialista, en ABC del 26 de noviembre de 2012.

## 5. Las actividades de las empresas innovadoras

Las empresas son los agentes más relevantes de la innovación, de manera que sobre ellas gravitan las actividades que dan lugar a la introducción en el mercado y a la difusión de los nuevos productos o procesos de producción. Tales actividades pueden ser muy variadas y se concretan en el desarrollo del conocimiento tecnológico a partir de la I+D, el diseño y la ingeniería, la adopción de tecnologías adquiridas externamente, en especial mediante la compra de maquinaria y bienes de equipo, la obtención de asistencia técnica de otras empresas o instituciones, y la cooperación con los diferentes agentes del sistema de innovación.

Una aproximación a dichas actividades la proporcionan los datos de la estadística sobre I+D y la encuesta sobre innovación que, en lo que a los indicadores más generales se refiere, se han recogido en el Cuadro 3. Lo primero que se destaca en esa información es la importante expansión que ha experimentado el número de empresas innovadoras a lo largo de la primera década del siglo, de manera que llegaron a duplicarse hasta 2006, aunque posteriormente, por efecto de la crisis, se redujeron en un poco más de un tercio. Esta destrucción del tejido empresarial innovador durante los años recientes ha agudizado el problema del insuficiente desarrollo de la innovación en el sector de las empresas, al que se ha aludido con anterioridad y que también se refleja en el mencionado cuadro. Así, se comprueba que, con referencia a las empresas de diez o más empleados, la proporción de las innovadoras es, en España, aproximadamente la mitad de lo que reflejan los datos europeos, aunque haya que hacer la salvedad que anotan los datos correspondientes a 2008.

Por otra parte, entre las empresas innovadoras, las que desempeñan actividades formalizadas de I+D en los laboratorios y centros organizados al efecto, son actualmente un tercio del total, habiendo aumentado su número a lo largo del período. El retroceso de las unidades contabilizadas en esta categoría como con-

secuencia de la crisis es también apreciable, aunque su intensidad haya sido algo menor en este grupo que en el del conjunto total.

Los gastos en I+D realizados por estas empresas crecieron, en el conjunto de la primera década del siglo, a una tasa del 4,7 por 100 anual en términos reales, casi tres veces más que el promedio europeo (1,6 por 100) y dos veces y media por encima del de la Zona Euro (1,9 por 100). A su vez, el gasto total en innovación se incrementó en un 3,1 por 100 anual hasta 2008, experimentando después un retroceso muy amplio. Esta dinámica ha posibilitado una cierta convergencia de los indicadores de gasto en I+D de las empresas españolas con sus homólogas europeas. Tal aproximación —que se acerca al 60 por 100 del nivel europeo en lo que se refiere a la proporción del PIB que financia la I+D— es muy inferior a la que se ha anotado en el apartado anterior para las instituciones científicas, lo que vuelve a señalar que el de las empresas es el sector más débil del SNI español.

El proceso de expansión del gasto en I+D ha estado acompañado, por otra parte, de un cambio muy relevante en lo relativo a su distribución sectorial. En el Gráfico 9 se comprueba, en efecto, que todas las industrias, muy especialmente las de alta tecnología, han experimentado un retroceso en su participación; y lo han hecho principalmente a favor de las ramas de servicios —excluyendo las de alta tecnología, que se han mantenido estables— y, más secundariamente, de la energía y la construcción. Ello se relaciona con las dificultades que encierra el desarrollo de los sectores de alta tecnología en España, a la que se ha aludido al tratar sobre los elementos del entorno económico de la innovación.

Los resultados de las actividades innovadoras en las empresas pueden medirse a través de varios tipos de indicadores. El más empleado es el que reúne la información sobre las patentes solicitadas, aunque no todas ellas lo sean por empresas o inventores vinculados a la producción, pues también operan en este terreno las instituciones científicas. No obstante, son las empre-

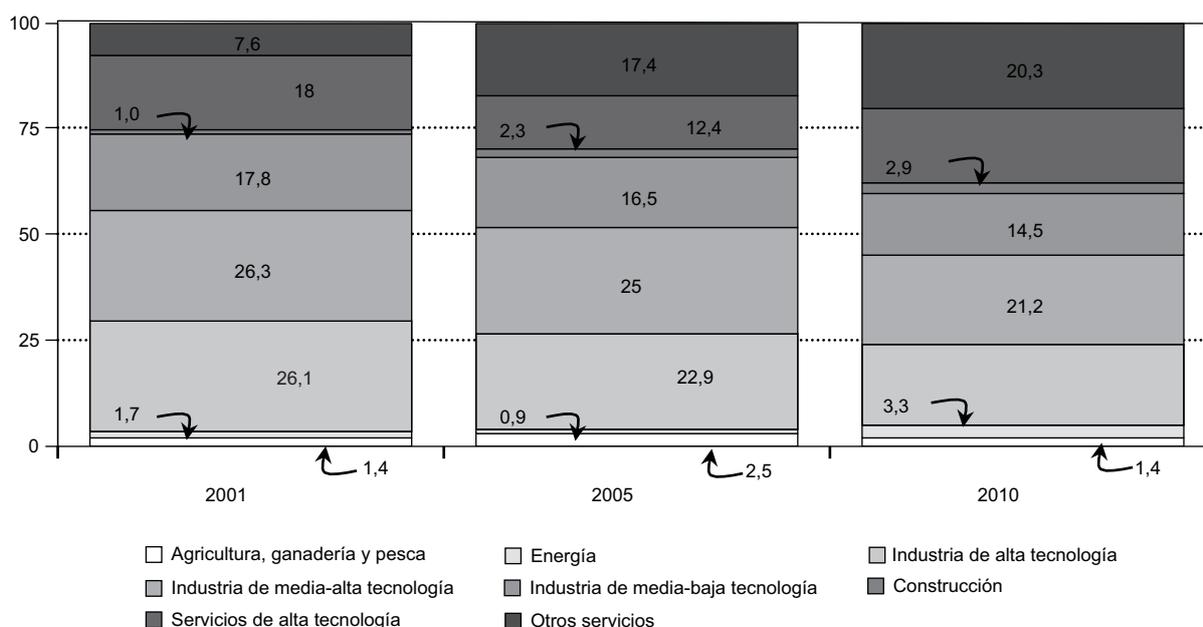
**CUADRO 3  
INDICADORES DE LAS EMPRESAS INNOVADORAS**

Año	Número de empresas*		Gasto en I+D (millones de € a precios de 2008)			Gasto en I+D (€ per cápita a precios de 2008)			Gasto en I+D (% del PIB)			Gasto de España en innovación				
	Que hacen I+D	Con actividades innovadoras	%	UE %	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	Millones € a precios 2008	Per cápita (€ de 2008)	% del PIB
2000	nd	29.228	19,8	38,7	4.708,8	128.235,4	94.494,3	116,9	265,6	300,8	0,49	1,21	1,22	15.610,7	387,7	1,62
2001	2.814	nd	-	-	4.855,2	130.829,6	96.967,9	119,2	270,4	307,4	0,52	1,21	1,20	nd	nd	nd
2002**	6.204	24.463	20,6	-	5.203,5	131.491,2	97.647,0	126,0	271,3	308,1	0,54	1,20	1,20	14.696,8	355,7	1,52
2003	7.963	31.711	19,4	-	5.311,0	131.986,7	97.851,7	126,4	271,2	306,8	0,57	1,19	1,19	13.384,9	318,7	1,43
2004	9.719	51.316	29,7	55,9	5.588,8	132.311,5	99.190,9	130,9	270,7	309,1	0,58	1,16	1,18	14.349,5	336,1	1,48
2005	10.953	47.529	27,0	-	6.038,9	133.737,8	100.262,9	139,2	272,3	310,4	0,60	1,15	1,17	15.012,8	345,9	1,50
2006	12.575	49.415	25,3	49,5	6.932,6	141.193,7	105.797,9	157,3	286,3	325,9	0,67	1,17	1,20	17.479,2	396,6	1,68
2007	14.669	46.877	23,5	-	7.630,9	146.219,7	110.055,0	170,1	295,2	337,0	0,71	1,18	1,21	18.524,4	412,8	1,72
2008	15.049	42.206	20,6	23,7	8.073,5	151.597,6	114.850,4	177,1	304,6	349,6	0,74	1,22	1,25	19.918,9	436,9	1,83
2009	13.603	39.043	20,5	-	7.560,3	148.267,3	112.296,0	164,6	296,7	340,3	0,72	1,24	1,27	17.619,7	363,6	1,68
2010	11.481	32.041	18,6	-	7.469,4	149.985,0	114.213,7	162,1	299,3	345,1	0,72	1,23	1,27	16.091,4	349,3	1,54

NOTAS: \* Porcentajes con respecto al total de empresas de 10 y más empleados. \*\* A partir de 2002 la cifra de empresas que hacen I+D recoge tanto a las que tienen una actividad continua como a las que realizan una actividad ocasional.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

**GRÁFICO 9**  
**DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL GASTO EN I+D EMPRESARIAL\***  
(En %)



NOTA: \* Se ha procedido a asignar el gasto del sector de servicios de I+D a las ramas de actividad receptoras de los mismos.  
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

sas los agentes más relevantes en la obtención de tecnologías patentables. Éstas pueden ser consideradas como representativas del conjunto de los conocimientos susceptibles de ser empleados y puestos en valor en las actividades de producción (Griliches, 1990). De entre las posibles fuentes de datos sobre patentes se emplearán aquí los elaborados por Eurostat acerca de las solicitudes presentadas ante la Oficina Europea de Patentes (EPO), pues reúnen las ventajas de referirse a las tecnologías de mayor valor económico y de ser susceptibles de comparación internacional. Esos datos son los que se muestran en el Cuadro 4.

Como se puede comprobar, siguiendo una trayectoria que se remonta a las dos décadas anteriores (Buesa,

2003, p. 260), las patentes europeas que corresponden a inventores residentes en España han experimentado un importante crecimiento durante el primer decenio del siglo. Así, su número total se ha incrementado en un 80 por 100, muy por encima del 5 por 100 que corresponde a los dos referentes europeos que aquí se toman en consideración. Ello es, sin duda, una de las principales consecuencias de la ampliación del número y las actividades de las empresas innovadoras, pues son éstas las que, junto a los factores del entorno que aluden a la estructura productiva, más influyen en este tipo de resultados (véase el Recuadro 2). Esta ampliación del número de patentes ha hecho progresar el indicador que las relaciona con la población, lo que, sin

**CUADRO 4**  
**SOLICITUDES DE PATENTES EPO**

Año	Total de solicitudes de patentes						Solicitudes de patentes de alta tecnología					
	Número de solicitudes			Por millón de habitantes			Número de solicitudes			Por millón de habitantes		
	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro	España	UE27	Zona Euro
2000	804	51.710	42.082	20,0	107,1	134,0	127	9.043	11.913	3,1	18,7	37,9
2001	880	51.393	42.365	21,6	106,2	134,3	156	9.615	12.188	3,8	19,9	38,6
2002	939	51.375	42.384	22,7	106,0	133,7	147	9.172	11.536	3,5	18,9	36,4
2003	961	52.720	43.503	22,9	108,3	136,4	138	8.381	10.618	3,3	17,2	33,3
2004	1.210	55.133	45.786	28,3	112,8	142,7	147	8.514	10.792	3,4	17,4	33,6
2005	1.353	56.620	47.023	31,2	115,3	145,6	176	8.159	10.405	4,1	16,6	32,2
2006	1.343	57.424	47.558	30,5	116,4	146,5	202	7.943	10.218	4,6	16,1	31,5
2007	1.371	57.103	47.095	30,6	115,3	144,2	208	7.825	10.133	4,6	15,8	31,0
2008	1.408	55.530	45.726	30,9	111,6	139,2	246	7.515	9.681	5,4	15,1	29,5
2009	1.426	55.167	45.294	31,1	110,4	137,3	113	3.891	4.765	2,5	7,8	14,4
2010	1.454	54.414	44.539	31,6	108,6	134,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd

FUENTE: EUROSTAT.

## RECUADRO 2

### LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE PATENTES

De acuerdo con Griliches (1979) la obtención de conocimientos susceptibles de valoración económica —que quedan adecuadamente representados en las patentes— se asocia con los recursos que se destinen a su producción, así como con otras variables expresivas del sistema de innovación. La correspondiente función de producción fue desarrollada más ampliamente por Furman, Porter y Stern (2002) introduciendo en ella elementos del entorno innovador. En Buesa *et al.* (2006) y (2010) hemos seguido esta estela para estimar sendas funciones referidas a las regiones españolas, en el primer caso, y a las europeas —146 regiones de 15 países—, en el segundo. Los modelos estimados tienen la siguiente forma general:

$$K = f(ENT, UNI, EMP, ADM)$$

donde:  $K$  designa las patentes obtenidas en cada sistema regional de innovación y  $ENT$ ,  $UNI$ ,  $EMP$  y  $ADM$  son factores obtenidos mediante la técnica de análisis factorial que sintetizan, respectivamente, diversas variables referidas al entorno regional de la innovación, y a las actividades de creación de conocimientos en las universidades, las empresas innovadoras y los OPI. Los modelos se han estimado partiendo de sendas bases de datos en las que se reúnen 35 variables, en el primer caso, y 26, en el segundo, en el que se ha añadido un factor adicional ( $NAC$ ) que recoge las variables del entorno nacional de los países europeos.

El modelo estimado por MCO para los *sistemas regionales de innovación españoles*, cuyos coeficientes son en todos los casos significativos al 99 por 100, es el siguiente:

$$K = 201,5 + 267,5 ENT + 106,3 ADM + 68,4 EMP + 45,1 UNI [R^2 = 0,96]$$

Y el modelo correspondiente a los *sistemas regionales de innovación europeos*, también estimado por MCO y en el que los coeficientes de  $UNI$  y  $ADM$  no son significativos, adopta la siguiente forma:

$$K = 325,0 + 601,1 ENT + 220,8 EMP + 27,1 NAC - 15,0 UNI + 4,7 ADM [R^2 = 0,76]$$

Estos modelos destacan el papel crucial del entorno productivo para la producción de patentes y, en el caso de las regiones europeas, el de la actividad de las empresas innovadoras, siendo menos relevantes los elementos del entorno nacional. Ni la universidad ni los OPI son elementos que influyen sobre las patentes. No obstante, en el caso de las regiones españolas, estos dos últimos factores juegan un papel significativo, siendo incluso los OPI más importantes que las empresas innovadoras. Ello señala, una vez más, que la principal debilidad del SNI de España está en estas últimas. Y, por ello, no sorprende que los indicadores españoles de patentes se encuentren muy distanciados del promedio europeo.

FUENTE: Elaboración propia.

embargo, no ha ocurrido en el caso de los agregados europeos. Tal progresión ha aproximado a España a estos últimos, aunque haya que añadir que la distancia que nos separa de ellos es aún muy grande, pues el indicador español adopta un valor, en el último año, que solo llega al 29 por 100 del que corresponde a la UE15 y al 23 por 100 del de la Zona Euro.

Esta positiva trayectoria de los indicadores generales sobre patentes se reproduce también en los que aluden a la alta tecnología<sup>15</sup>. El Cuadro 4 muestra, en efecto, que las cifras correspondientes han aumentado en más del 90 por 100 hasta 2008<sup>16</sup>, mientras que tanto en la UE27 como en la Zona Euro han experimentado un cierto retroceso. Sin embargo, su nivel relativo con respecto a la población está más alejado, en este caso, del promedio de la Zona Euro —pues solo llega al 18 por 100—, aunque no del de la UE27 —el 36 por 100—. Parece, por tanto, que el bajo desarrollo relativo de las ramas industriales y de servicios de alta tecnología tiene su correlato en unos resultados innovadores netamente inferiores a los que se obtienen en los países más avanzados de Europa.

Conocemos, por otra parte, a través de la encuesta sobre innovación, cuál es el impacto económico de la introducción de nuevos productos en el mercado. Dos son las categorías que se contemplan a este respecto. Por un lado, la de las innovaciones de tipo incremental o imitativo que, en dicha encuesta, aparecen reflejadas como novedad para las empresas que las adoptan, pero no para el mercado. Y por otro, la de las innovaciones radicales que sí son novedad para el mercado, con independencia del nivel de complejidad técnica que les caracterice<sup>17</sup>.

La incidencia de ambos tipos de innovaciones sobre la cifra de negocios de las empresas se ha represen-

tado en el Gráfico 10. En él se constata que, a lo largo de la última década, esa influencia se ha venido incrementando paulatinamente y que el principal impulso de tal aumento va de la mano de la innovación radical. Lógicamente, es en las empresas que introducen las innovaciones de producto donde se especifica su participación en la cifra de negocios. El gráfico muestra que, en 2002<sup>18</sup>, algo menos del 30 por 100 de esa cifra se debía a las innovaciones de producto, sobre todo a las incrementales o imitativas. Ocho años más tarde la incidencia había aumentado en diez puntos porcentuales, casi todos ellos debido al avance de las innovaciones radicales. Sin embargo, hay que añadir que la proporción de las empresas que, en España, adoptan esas innovaciones es bastante reducida, tal como se ha comentado más atrás. Y, por ello, la incidencia que tienen en las ventas del conjunto de las empresas españolas, sean o no innovadoras, es, como refleja el panel derecho del gráfico, muy modesto. En 2010 apenas rozaba el 15 por 100, aunque había casi duplicado el valor del año inicial.

En definitiva, ni la producción de nuevas tecnologías que se reflejan en las patentes, ni el impacto global de las innovaciones son demasiado importantes en España, a pesar de la progresión de los correspondientes indicadores de resultados en la primera década del Siglo XXI. Por ello, persiste en el país una dependencia tecnológica del exterior a la que se hace referencia a continuación.

Acerca de este último aspecto, se dispone de dos indicadores diferentes, uno referido a la adquisición de tecnología desincorporada y el otro a la tecnología materializada en los bienes de equipo. El primero de estos conceptos alude a los elementos inmateriales del conocimiento que se especifican en las patentes

<sup>15</sup> Se consideran patentes de alta tecnología, de acuerdo con Eurostat, las referidas a los ordenadores y equipos informáticos, microorganismos e ingeniería genética, aeronáutica, tecnología de comunicaciones, semiconductores y láser.

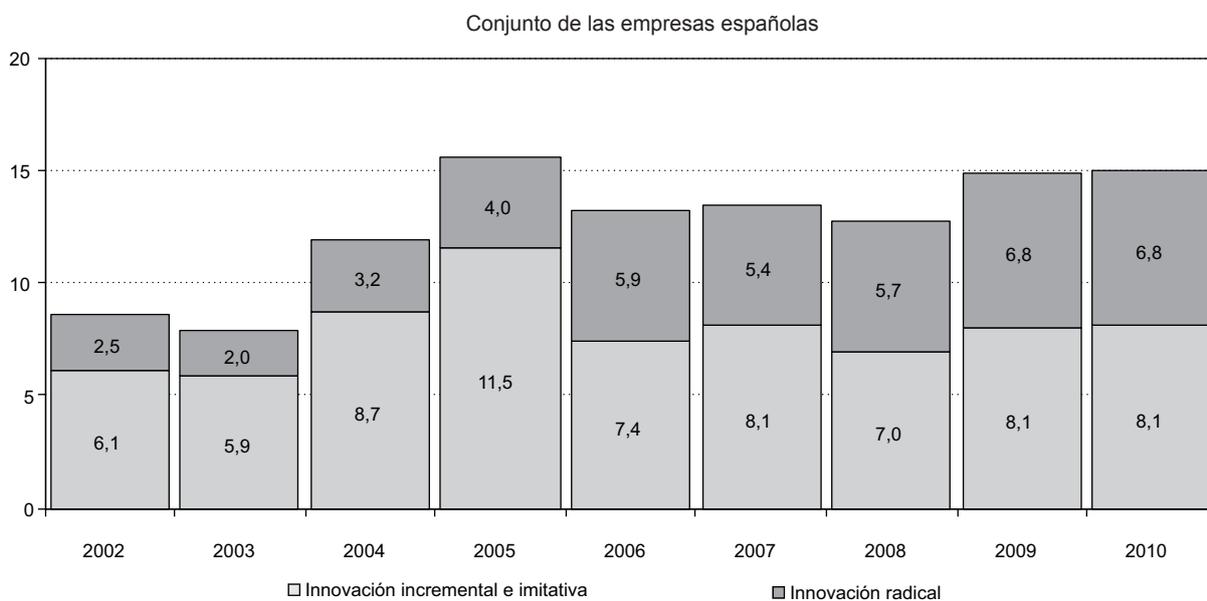
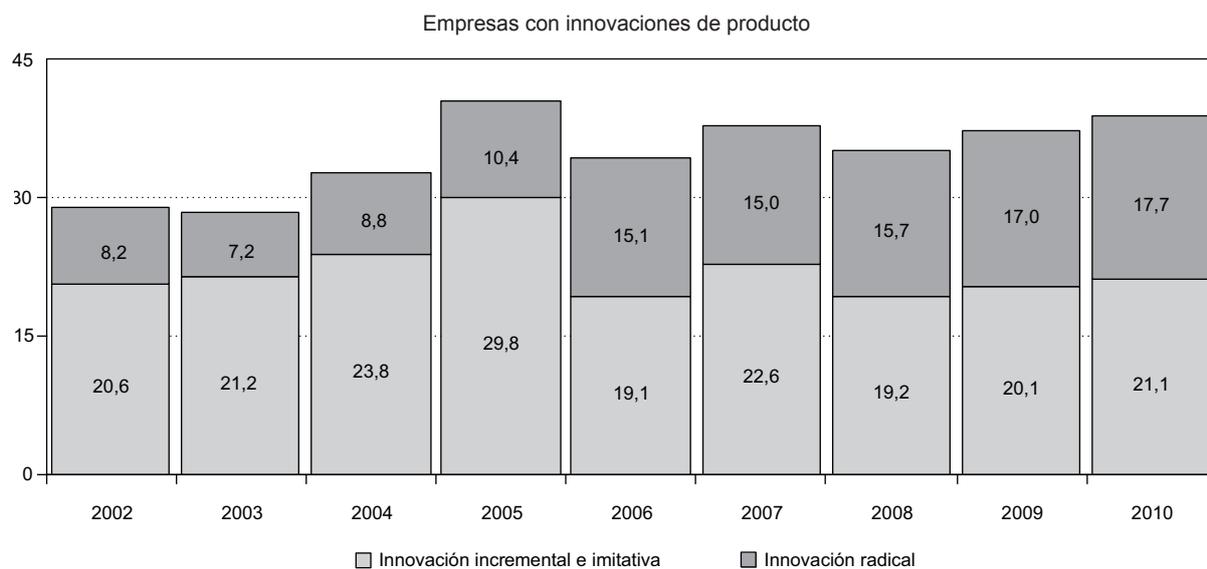
<sup>16</sup> Los datos de 2009 no deben ser usados como referencia pues son incompletos.

<sup>17</sup> El concepto de innovación radical alude a la ausencia de su presencia anterior en el mercado. No se trata, por tanto, de innovaciones necesariamente revolucionarias o de gran impacto sobre el sistema productivo que introducen un nuevo paradigma tecno-económico.

<sup>18</sup> La *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas* que elabora el INE no permite obtener este indicador, de forma homogénea, para los años anteriores a 2002.

GRÁFICO 10

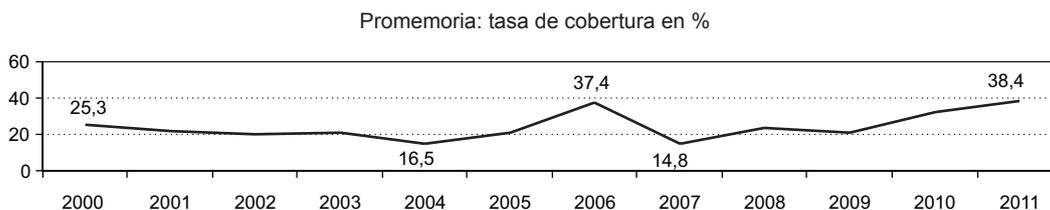
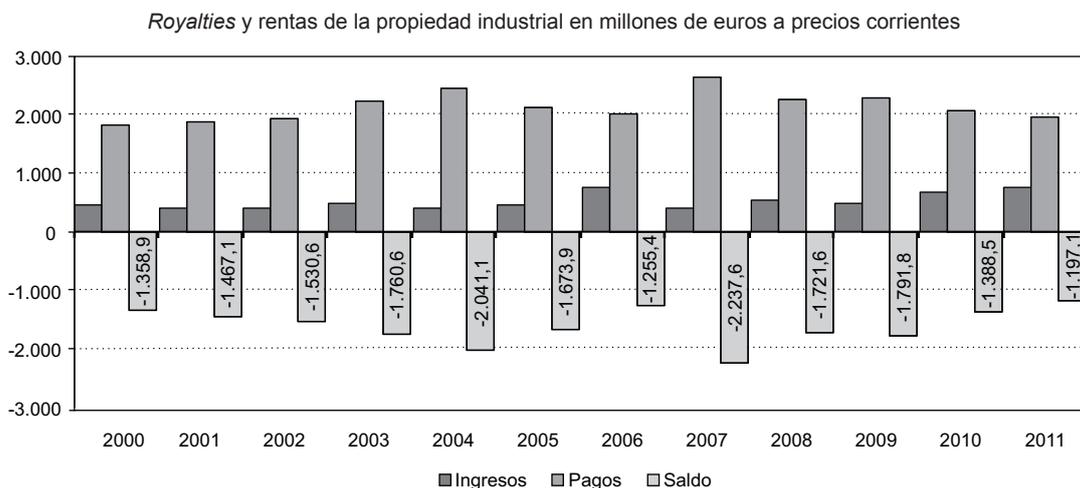
**IMPACTO ECONÓMICO DE LA INNOVACIÓN**  
(Porcentaje de la cifra de negocios debida a las innovaciones de producto en las empresas\*)



NOTAS: \* Empresas de 10 o más empleados.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

**GRÁFICO 11**  
**BALANZA DE PAGOS TECNOLÓGICOS**



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del Banco de España.

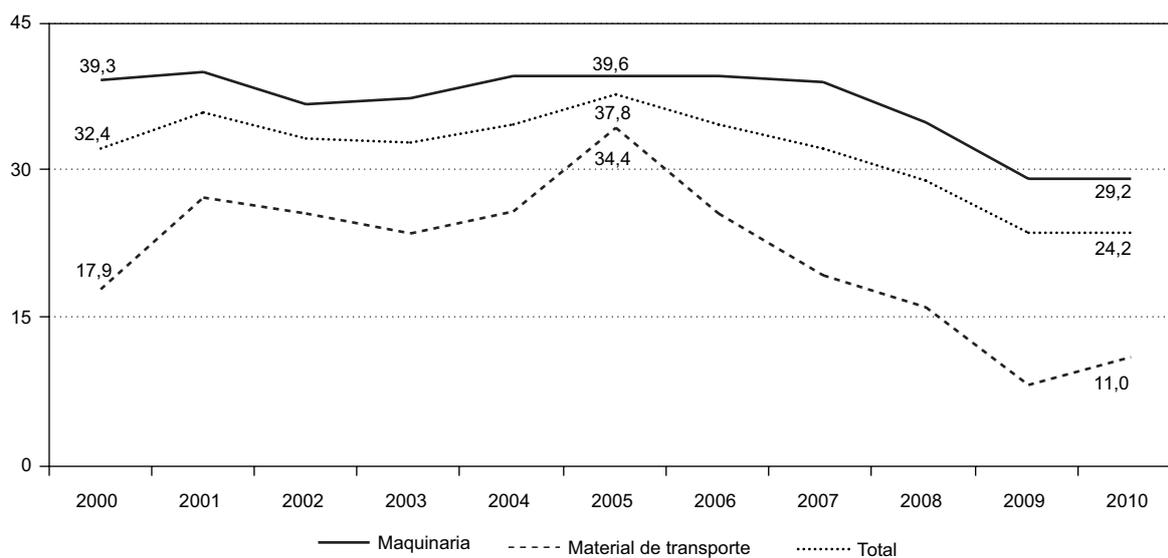
y otros títulos de propiedad industrial, así como en los servicios de asistencia técnica. La balanza de pagos, de acuerdo con la metodología del V Manual del FMI, singulariza las transacciones referidas a la propiedad industrial, pero no hace lo mismo con la asistencia técnica, por lo que, como se refleja en el Gráfico 11, aquí solo se pueden reunir los datos acerca de los *royalties* y rentas vinculadas a ella. Esos datos señalan que, en la última década, se han mantenido unas importaciones de tecnología valoradas en un promedio de 2.300 millones de euros al año. Es decir, una cifra más de cuatro veces superior a la de las exportaciones por el mismo concepto —550 millones anuales—, con lo que se ha mantenido un saldo ne-

gativo de alrededor de 1.750 millones en promedio. La correspondiente tasa de cobertura ha oscilado entre el 20 y el 40 por 100, aunque en general se ha mantenido más próxima al primero de esos niveles que al segundo.

En cuanto a la tecnología incorporada en los bienes de equipo, en el Gráfico 12 se recoge la estimación de un indicador que relaciona las importaciones de este tipo de bienes con la formación bruta de capital fijo por el mismo concepto. Y en él se comprueba que el nivel de dependencia exterior en este tipo de tecnologías se ha mantenido, hasta el desencadenamiento de la crisis, en un nivel cercano al 40 por 100 por lo que concierne a la maquinaria, y del 25 por 100 en cuanto al

GRÁFICO 12

**ÍNDICE DE DEPENDENCIA EXTERIOR EN TECNOLOGÍAS INCORPORADAS**  
 (Importaciones de bienes de equipo como porcentaje de la formación bruta de capital fijo en ese tipo de activos)



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE y del Banco de España.

material de transporte, aunque en este caso el indicador ha estado sometido a variaciones importantes. En todo caso, desde 2008, con la caída de la inversión, la participación de la importación en la FBCF ha experimentado un retroceso notable.

Esta evolución de las necesidades de importación de tecnología, que se caracteriza por una relativa estabilidad al menos hasta la irrupción de la crisis, contrasta con el aumento de los correspondientes indicadores durante las dos décadas finales del Siglo XX (Buesa, 2003, p. 261-263), lo que no obsta para considerar que el nivel de dependencia tecnológica es aún bastante elevado, poniendo así en evidencia, como reiteradamente se ha señalado en las páginas precedentes, la debilidad relativa del segmento empresarial dentro del sistema nacional de innovación.

## 6. La política científica y tecnológica

La asignación de recursos a las actividades de creación de conocimiento está sujeta a severos fallos del mercado (Nelson, 1959; Arrow, 1962; Foray, 1991 y Heijs, 2001) que justifican la intervención estatal para corregirlos. Esa intervención se orienta, por una parte, a la creación de instituciones destinadas a facilitar la apropiación de la tecnología, y de infraestructuras que faciliten la interacción de los agentes innovadores para el desarrollo de tareas de aprendizaje. Y, por otra, a la provisión de medios financieros para sostener la investigación científica y para complementar los recursos privados que se destinan a las funciones innovadoras dentro de las empresas. En lo que sigue se hará referencia a esto último.

El volumen total de los recursos utilizados por la política científica y tecnológica para la financiación de la I+D se refleja en el Cuadro 5. En él se puede comprobar, en primer lugar, que la política española ha experimentado una continua expansión en cuanto a su tamaño, de manera que las cifras correspondientes han crecido, en términos reales, a una tasa anual acumulativa del 6,8 por 100, lo que ha permitido su casi duplicación entre 2000 y 2010. En el ámbito europeo, la expansión fue mucho más moderada: un 2,2 y un 2,1 por 100 anual en la UE27 y en la Zona Euro, respectivamente. Y, en segundo término, se constata que, como consecuencia de dicho crecimiento, la dimensión económica de la política española ha llegado, a partir de 2007, al mismo nivel que la europea, pues en todos los casos se desenvuelve en torno al 0,70 por 100 del PIB. La convergencia de España con los referentes del entorno europeo ha sido, en este caso, prácticamente completa.

La economía de la investigación científica admite que, debido a la naturaleza de ésta, deben ser las Administraciones Públicas las que financien completa o, al menos, mayoritariamente las correspondientes actividades (Nelson, 1959 y Pavitt, 1991) lo que, en el caso de los OPI y las universidades españolas, se comprueba en la información contenida en el Gráfico 13. Por lo que corresponde a los primeros, se puede señalar que, en el decenio que aquí se estudia, se ha producido un descenso continuado de la incidencia de los recursos públicos en su financiación, al caer ésta desde el 91,8 al 79,5 por 100. Tal reducción se explica casi enteramente por la cada vez menor participación del Estado, lo que se explica tanto por el proceso de transferencias competenciales a las CC AA, como por la existencia de una política orientada a obligar a que los OPI estatales recurrieran a fuentes empresariales de financiación (Sanz y Cruz-Castro, 2002). Y también, aunque en menor medida, por el descenso en la capacidad de captación de recursos de la Unión Europea en programas competitivos de financiación. Por el contrario, los fondos aportados por las autono-

**CUADRO 5**  
**RECURSOS EMPLEADOS EN LA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**  
**(Millones de € a precios de 2008)**

Año	España		UE27		Zona Euro	
	Millones €	% PIB	Millones €	% PIB	Millones €	% PIB
2000	3.804,5	0,39	67.865,5	0,64	53.044,7	0,68
2001	3.847,1	0,41	68.822,3	0,64	54.426,1	0,67
2002	4.158,5	0,43	71.082,5	0,65	56.349,5	0,69
2003	4.462,5	0,48	73.196,0	0,66	56.930,3	0,69
2004	4.639,6	0,48	73.314,1	0,64	56.897,2	0,68
2005	5.288,9	0,53	73.019,3	0,63	56.107,5	0,66
2006	5.799,9	0,56	74.490,6	0,62	57.164,6	0,65
2007	6.418,0	0,60	76.368,3	0,61	58.705,4	0,64
2008	7.173,3	0,66	80.741,7	0,65	62.613,8	0,68
2009	7.364,8	0,70	83.817,9	0,70	64.431,7	0,73
2010	7.343,8	0,70	84.632,2	0,69	65.248,0	0,73

**FUENTE:** Elaboración propia a partir de datos del INE y EUROSTAT.

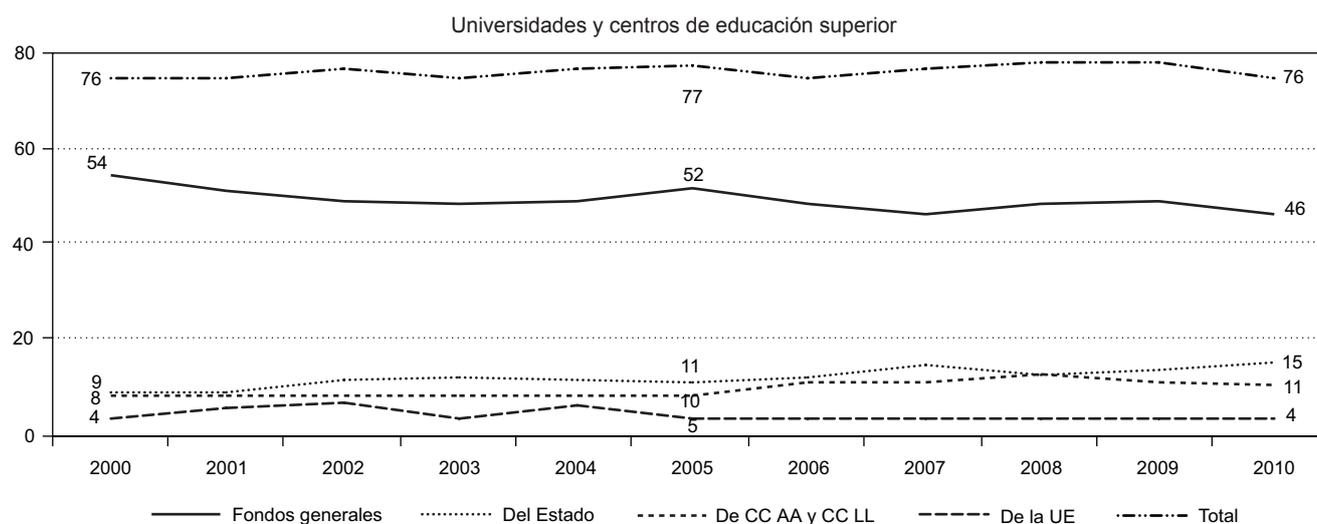
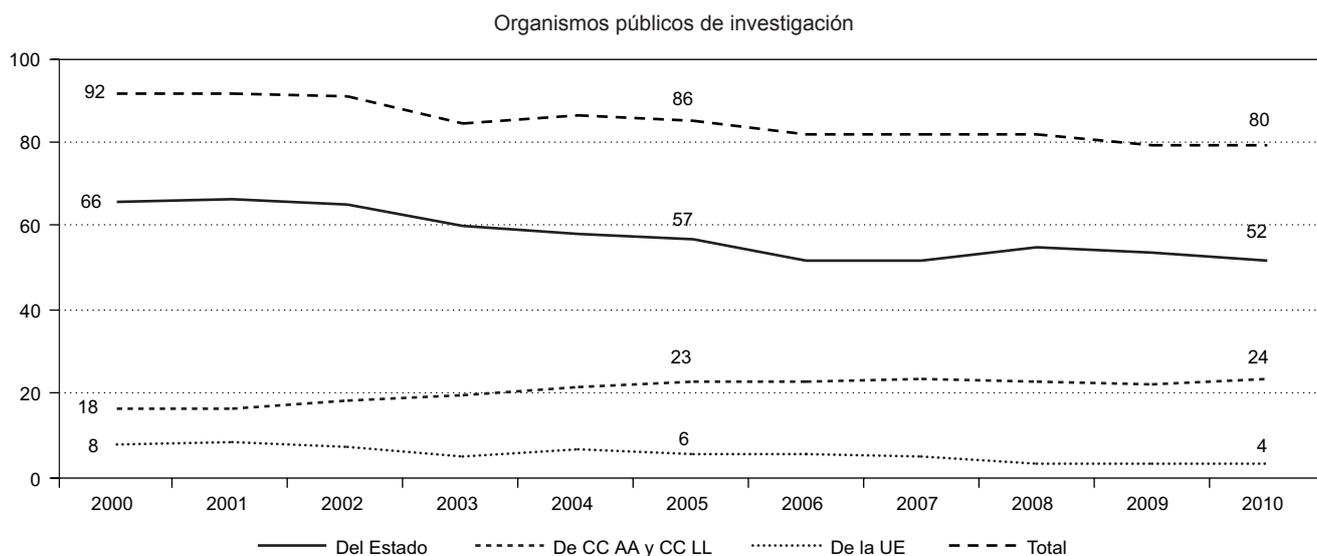
mías han sido cada vez mayores, lo que coincide con la proliferación de este tipo de organismos en el ámbito regional.

En lo que se refiere a las universidades, en cambio, ha habido una notable estabilidad en cuanto a la financiación de la investigación aportada por las Administraciones Públicas. La proporción correspondiente se ha mantenido próxima al 77 por 100 durante todo el período. Sin embargo, se han producido cambios reseñables en lo que atañe al papel de cada tipo de fuentes públicas, pues a un descenso de los fondos generales universitarios se ha añadido un aumento de los fondos para la financiación de proyectos específicos proporcionados tanto por el Estado como por las Comunidades Autónomas dentro de los programas que recoge el Plan Nacional de I+D y los planes autonómicos. La financiación europea se ha mantenido, en cambio, bastante estable en torno al 5 por 100 del total. Este giro hacia la financiación competitiva con

GRÁFICO 13

LA POLÍTICA CIENTÍFICA

Incidencia de la financiación pública española y europea sobre el gasto en I+D de las instituciones de investigación científica (En %)



FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

cargo a las políticas de I+D es probable que haya inducido la mejora de la productividad de las instituciones universitarias a la que se ha aludido en un apartado anterior<sup>19</sup>.

La financiación pública de la investigación e innovación en las empresas se ha desarrollado a partir de los diferentes programas de política tecnológica que se iniciaron a mediados de la década de 1980 en el Ministerio de Industria, y que, finalmente, se integraron en el Plan Nacional de I+D. Las Comunidades Autónomas también desarrollaron este tipo de políticas, principalmente a partir de la década de 1990, de manera que sus actuaciones se han superpuesto con las del Estado, así como con las de la Unión Europea, inscritas éstas, sobre todo, en el Programa Marco. Durante el período que aquí se analiza la evolución de todas estas fuentes de recursos para las empresas es la que se ha reflejado en el Gráfico 14.

Lo primero que se destaca en dicho gráfico es que la incidencia de los recursos públicos sobre la financiación de la I+D empresarial ha sido creciente a lo largo de la década hasta que se desencadenó la crisis económica internacional, momento a partir del cual la ratio correspondiente experimentó un pequeño retroceso. Debe hacerse notar que el papel de la política tecnológica en esos años fue netamente superior al que se registró en los dos decenios anteriores (véase Buesa, 2003, pp. 265-267). Indudablemente, han sido las actuaciones de las Administraciones Públicas españolas las impulsoras de ese proceso —sin que, con la información que publica el INE, pueda delimitarse qué parte le corresponde al Estado y cuál a las

CC AA—, pues los fondos europeos han sido, además de escasos, cada vez menos relevantes. No obstante, como muestra el Gráfico 14, en lo que se refiere al número de empresas receptoras de las ayudas estatales, se constata que la mayor frecuencia corresponde a las administraciones regionales, seguidas de la estatal y, a gran distancia, de la europea. En conjunto, con variaciones anuales importantes, alrededor de una quinta parte de las empresas innovadoras han contado con fondos públicos para la financiación de sus proyectos de creación y adopción de nuevos conocimientos.

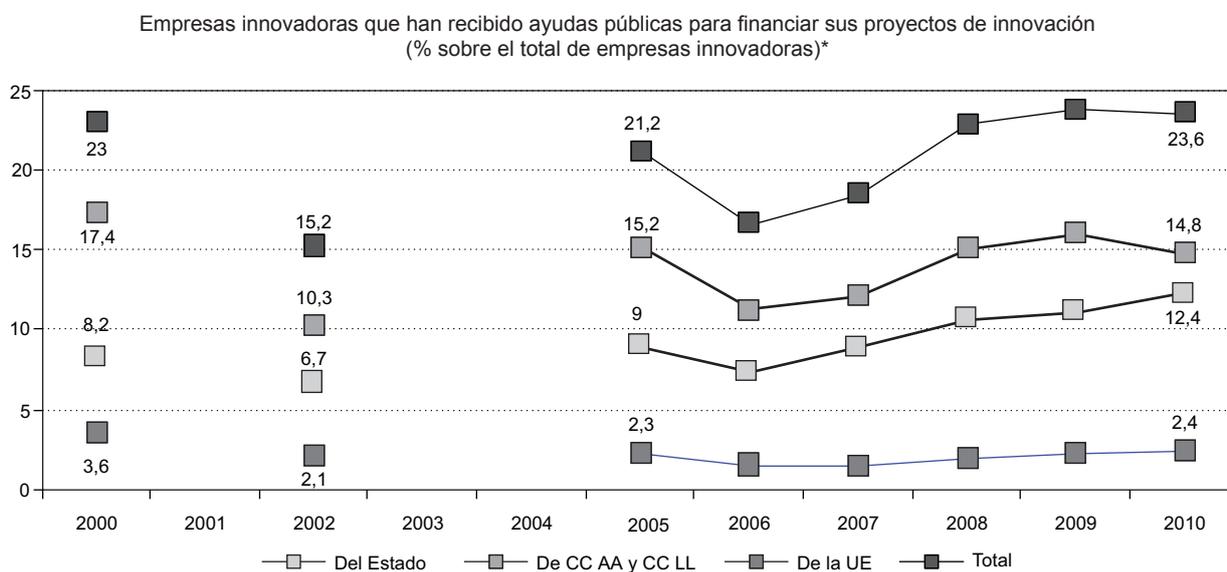
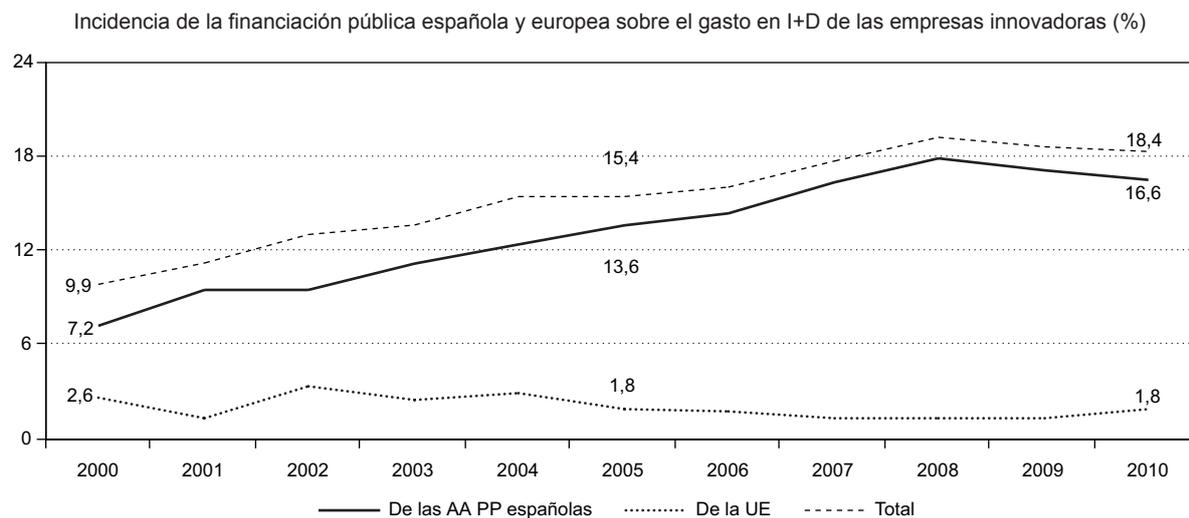
La política tecnológica ha adoptado diferentes modalidades de ayudas y distintos objetivos en su formulación. Las primeras se han concretado en la concesión a las empresas de incentivos fiscales, subvenciones y créditos en condiciones privilegiadas, tanto en lo que se refiere a los tipos de interés, como sobre todo al hecho de que se conceden sin la exigencia de garantías reales a sus receptores —lo que implica la participación de la administración en los riesgos de los proyectos financiados—. Y los segundos se extienden desde el desarrollo de tecnologías en sectores concretos o inespecíficos a la realización de actividades de cooperación entre empresas o entre éstas y las instituciones de investigación científica. En los estudios de evaluación de estas políticas han destacado, de entre sus principales resultados, los siguientes:

— La obtención de ayudas públicas ha estado asociada positivamente al tamaño de la empresa, a su nivel de inversión, a su facilidad para financiar la innovación y a su capacidad organizativa para el desarrollo de tecnologías exitosas en el mercado. En definitiva, se ha incentivado a las empresas que pudieran garantizar la viabilidad técnica y financiera de los proyectos de I+D+i (Herrera y Heijs, 2007). Se ha potenciado así a los innovadores establecidos, pero no se ha facilitado la emergencia de empresas capaces de asumir el riesgo de la innovación.

— Por otro lado, la mayor parte de los estudios han encontrado la existencia de adicionalidad finan-

<sup>19</sup> No se dispone de estudios de evaluación de las políticas referidas a la investigación científica más allá de algunos trabajos referentes a los intereses determinantes de la orientación seguida por algunas CC AA (véanse FERNÁNDEZ MELLIZO-SOTO, SANZ MENÉNDEZ y CRUZ CASTRO, 2003; ROMERO, CRUZ y SANZ MENÉNDEZ, 2003 y SANZ MENÉNDEZ y CRUZ CASTRO, 2005) o de los resultados de algún programa específico, como la concesión de becas de formación de investigadores (véase FERNÁNDEZ ESQUINAS, 2002). Esta carencia impide valorar la eficiencia con la que han asignado los recursos a la financiación de la I+D en los OPI y las universidades.

**GRÁFICO 14**  
**LA POLÍTICA TECNOLÓGICA**



NOTA: \* Los porcentajes referidos al total no coinciden con la suma de los ítem parciales debido a que una misma empresa puede recibir ayudas a la innovación de varias administraciones públicas.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos del INE.

ciera en las políticas evaluadas, de manera que los recursos públicos implicados en ellas han complementado el esfuerzo realizado por las empresas. Ello ha sido así tanto en lo que respecta a los programas de subvenciones —evaluados desde una perspectiva sectorial (Callejón y García Quevedo, 2002) y también microeconómica (Herrera y Heijs, 2007 y González y Pazó, 2008)— como en lo que se refiere a los incentivos fiscales (Valadez, Heijs y Buesa, 2011) y a los créditos (Heijs, 2001). Ello no obsta para que, en algunos sectores o tipos de empresas se hayan podido constatar efectos de sustitución entre la financiación pública y la privada de los proyectos de I+D+i.

— Los programas de política tecnológica también han tenido efectos positivos de adicionalidad sobre los comportamientos y resultados de las empresas. Por ejemplo, los incentivos fiscales incrementan en un 20 por 100 la probabilidad de innovar (Valadez, Heijs y Buesa, 2011). Asimismo, la participación de las empresas en el Programa Marco de la UE ha tenido efectos intensos sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en ellas al incrementarse su inmovilizado inmaterial un 40 por 100 por encima del de las firmas que no han obtenido recursos europeos. Esas capacidades tecnológicas han determinado, a su vez, al cabo de cinco años, un incremento del 12 por 100 en la productividad de las empresas beneficiarias de la política europea (Barajas, Huergo y Moreno, 2009). También las políticas estatales de ayudas a las empresas han favorecido la cooperación de éstas en I+D con sus competidores, y las políticas regionales han hecho lo mismo en cuanto a la cooperación universidad-empresa, aunque los efectos de ambas han sido más bien modestos (Heijs y Buesa, 2007).

— Estos resultados favorables de las políticas tecnológicas, que avalan su existencia, no impiden reconocer en ellas fallos de diseño que limitan su impacto. Es el caso, por ejemplo, de los incentivos fiscales que se muestran ineficaces para una décima parte de las empresas innovadoras que podrían obtener deducciones del impuesto de sociedades pero no lo hacen (Va-

ladez, Heijs y Buesa, 2011). Del mismo modo, el diseño de las políticas de cooperación en I+D ha dejado fuera de su ámbito la colaboración vertical de las empresas innovadoras con sus proveedores y clientes (Heijs y Buesa, 2007). O en el caso de las subvenciones, no se encuentra adicionalidad financiera en los sectores de alta tecnología (Callejón y García Quevedo, 2002).

En síntesis, se puede afirmar que la política tecnológica que se ha venido aplicando durante los últimos años presenta un balance en general positivo, aunque pudiera mejorarse su diseño instrumental para explotar toda su potencialidad y también para inducir la entrada de nuevos agentes en el conjunto de las empresas innovadoras del país, aunque esto último, seguramente, solo podrá ser resultado de su coordinación con una política industrial que promueva la emergencia de nuevas líneas de producción en las manufacturas y en los servicios.

## 7. Conclusiones

Durante la primera década del Siglo XXI el sistema nacional de innovación en España ha alcanzado una madurez, dimensión y complejidad claramente superior a la registrada en los dos decenios precedentes. El número de los agentes de ese sistema, tanto en el ámbito de la investigación académica como en el de las empresas, ha crecido considerablemente. También lo han hecho los recursos empleados en las actividades de investigación e innovación, de manera que, en el caso de los OPI, han alcanzado una dimensión relativa muy próxima al promedio europeo; y en el de las universidades se han acabado ubicando muy próximos a éste. Sin embargo, no ha sido así en el caso de las empresas innovadoras, pues aunque la dimensión de sus actividades también ha crecido muy por encima de la media europea, al correspondiente proceso de convergencia le quedan aún muchos años para culminar. Puede afirmarse, por ello, que el SNI español adolece todavía de una importante debilidad en este segmento empresarial.

La madurez del sistema en lo que concierne a la investigación científica se refleja en las relaciones que mantienen las universidades y los OPI con las empresas, de manera que la financiación de la investigación científica por éstas tiene dimensiones similares a las que se constatan en los países europeos. El tópico que afirma la insuficiencia de las relaciones ciencia-industria en España carece, por ello, de fundamento. Esa madurez se plasma también en la gran ampliación que ha experimentado la participación española en la producción científica mundial. Pero debe anotarse inmediatamente que tal logro lo ha sido principalmente de las universidades, al haberse incrementado de manera muy apreciable su productividad. Pero no ha sido así en el caso de los OPI, donde, en términos agregados, la productividad científica ha ido en retroceso durante un buen número de años. Ello denota la existencia de importantes ineficiencias en este sector, lo que no sorprende si se tiene en cuenta que, como se ha señalado desde la economía de la innovación, salvo en unas pocas áreas y disciplinas científicas, la creación de centros y organismos de investigación dependientes de las Administraciones Públicas es una mala solución institucional. Por lo demás, las ineficiencias también afectan, a pesar de sus resultados crecientes, a las universidades.

El sector empresarial innovador es, en España, débil, principalmente porque el país no ha logrado consolidar una ampliación de los sectores de alta tecnología en la generación de valor añadido, y cuenta, por ello, con un elenco de firmas innovadoras que, en términos relativos, se desenvuelven en torno a la mitad del promedio europeo. Las empresas también han realizado un esfuerzo considerable para ampliar los recursos que destinan a la creación de conocimientos. Y, como fruto de ese esfuerzo, han mejorado sus resultados en términos de patentes o de participación de las innovaciones, sobre todo de las de carácter radical, en su cifra de negocios. Pero tales resultados son aún muy inferiores a los que se refle-

jan en los indicadores europeos sobre esta materia. En consecuencia, España mantiene un importante nivel de dependencia tecnológica del exterior que se expresa en los pagos por *royalties* y rentas de la propiedad industrial, así como en la participación de las importaciones de bienes de equipo en la formación bruta de capital fijo.

La maduración del Sistema Nacional de Innovación en España se ha reflejado también en la política científica y tecnológica. Los recursos utilizados por ésta, que casi se han duplicado en la última década, alcanzan ya un nivel relativo asimilable al del promedio europeo. Pero el centro de sus prioridades aparece anclado en la financiación de las instituciones científicas, sin atender suficientemente a las empresas. Ello no significa que éstas no hayan visto crecer las ayudas que, bajo diferentes programas nacionales y regionales de política tecnológica, reciben de las Administraciones Públicas. Pero el problema estriba en que la acción de los poderes públicos no ha atendido al objetivo de hacer emerger nuevas empresas innovadoras y se ha centrado en subsanar los fallos de mercado que afectan a la asignación de recursos en las ya existentes. Por lo demás, los estudios de evaluación que se han realizado en estos años muestran que los efectos de esa política tecnológica han sido, en general, positivos para el sistema, sin que ello oculte algunas deficiencias de diseño que pueden mejorarse. No ha habido, en cambio, estudios de evaluación sobre la política científica. Ésta se ha desarrollado bajo la premisa de que todos los recursos destinados a la financiación de las instituciones científicas están justificados, sea cual sea el esfuerzo que se haga para proveerlos. Sin embargo, las ineficiencias que se han podido estudiar en el caso de las universidades, por una parte, y la disminución de la productividad de los investigadores en los OPI, a la que ya se ha aludido, desmienten esa premisa, y hacen urgente un replanteamiento del modo de cómo se asignan los recursos públicos en este terreno.

## Referencias bibliográficas

- [1] ARROW, K. (1962): «Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention»; incluido en el libro del autor *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, Princeton University Press. Se cita de la traducción española: «El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención», incluido en N. Rosenberg: *Economía del cambio tecnológico*, 1979, pp. 151-167, México, Fondo de Cultura Económica.
- [2] BARAJAS, A.; HUERGO, E. y MOREMO, L. (2009): «Impacto económico de la participación en el Programa Marco de I+D. Evidencia empírica para el caso de las empresas españolas», *Documento de Trabajo* 08, Madrid, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.
- [3] BUESA, M. (2003): «Ciencia y tecnología en la España democrática: la formación de un sistema nacional de innovación», *Información Comercial Española. Revista de Economía*, n.º 811, diciembre, pp. 235-272, Madrid.
- [4] BUESA, M. (2009): «Economía de la innovación. Enfoque evolucionista», en BOTE, V.; ESCOT, L. y FERNÁNDEZ, J. A.: *Pensar como un economista. Homenaje al profesor Andrés Fernández Díaz*, pp. 605-634, Madrid, Delta Publicaciones.
- [5] BUESA, M. (2010): *La crisis de la España fragmentada. Economía política de la era Zapatero*, Madrid, Ediciones Encuentro.
- [6] BUESA, M. y MOLERO, J. (1988): *Estructura industrial de España*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- [7] BUESA, M. y MOLERO, J. (1989): *Innovación industrial y dependencia tecnológica de España*, Madrid, Eudema.
- [8] BUESA, M. y MOLERO, J. (1998): *Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización*, Madrid, Civitas.
- [9] BUESA, M.; HEIJS, J.; MARTÍNEZ PELLITERO, M. y BAUMERT, T. (2006): «Regional Systems of Innovation and the Knowledge Production Function: The Spanish Case», *Technovation*, vol. 26, n.º 4, abril, pp. 463-472, Nueva York.
- [10] BUESA, M.; HEIJS, J. y BAUMERT, T. (2010): «The Determinants of Regional Innovation in Europe: A Combined Factorial and Regression Knowledge Production Function Approach», *Research Policy*, vol. 39, n.º 6, julio, pp. 722-735, Brighton.
- [11] BUESA, M.; NAVARRO, M. y HEIJS, J. (2007): «Medición de la innovación: indicadores regionales», en M. BUESA y J. HEIJS (coords.), *Sistemas regionales de innovación. Nuevas formas de análisis y medición*, pp. 91-142, Madrid, Fundación de las Cajas de Ahorros.
- [12] CABRILLO, F.; BIAZZI, R. y ALBERT, R. (2011): *Libertad económica en España 2011*, Zizur Menor (Navarra), Civitas y Thomson Reuters.
- [13] CALLEJÓN, M. y GARCÍA QUEVEDO, J. (2002): «Las ayudas públicas a la I+D empresarial. Un análisis sectorial», *Document de Treball* 2002/6, Barcelona, Institut d'Economia de Barcelona
- [14] DASGUPTA, P. y DAVID, P. (1987): *Priority, Secrecy, Patents and the Socio-economic of Science and Technology*, Stanford, Center for Economic Policy, Stanford University Research, Publication n.º 127.
- [15] DOSI, G. (1988): «Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, n.º 3, septiembre, pp. 1120-1171, Pittsburgh. Se cita de la traducción española: «Fuentes, métodos y efectos microeconómicos de la innovación», *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, n.º 22, 1992, pp. 269-331, Bilbao.
- [16] EUROPEAN COMMISSION (2012): *Innovation Union Scoreboard 2011*, Bruselas, European Union. Disponible en [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf)
- [17] FECYT (2012): *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología 2012*, Madrid, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- [18] FERNÁNDEZ ESQUINAS, M. (2002): *La formación de investigadores científicos en España*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas.
- [19] FERNÁNDEZ MELLIZO-SOTO, M.; SANZ MENÉNDEZ, L. y CRUZ CASTRO, L. (2003): «Diseño institucional y preferencias políticas: o cómo equilibrar los intereses académicos en la política de ciencia, tecnología e innovación gallega», *Inguruak. Revista Vasca de Sociología y Ciencia Política*, n.º 35, mayo, pp. 33-68, Bilbao.
- [20] FORAY, D. (1991): «Économie et politique de la science: les développements théoriques récents», *Revue Française d'Économie*, vol. 6, n.º 4, pp. 53-87, París.
- [21] FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (2012): *Tecnología e Innovación en España. Informe Cotec 2012*, Madrid, Fundación Cotec.
- [22] FUNDACIÓN CYD (2012): *Informe CYD 2011*, Barcelona, Fundación Conocimiento y Desarrollo.
- [23] FURMAN, J. L.; PORTER, M. y STERN, S. (2002): «The Determinants of National Innovative Capacity», *Research Policy*, vol. 31, n.º 6, agosto, pp. 899-933, Brighton.
- [24] GONZÁLEZ, X. y PAZÓ, C. (2008): «Do public Subsidies Stimulate Private R&D Spending?», *Research Policy*, vol. 37, n.º 3, abril, pp. 371-389, Brighton.
- [25] GRILICHES, Z. (1979): «Issues in Assessing the Contribution of R&D Productivity Growth», *Bell Journal of Economics*, vol. 10, n.º 1, pp. 92-116, Santa Mónica.
- [26] GRILICHES, Z. (1990): «Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey», *Journal of Economic Literature*, vol. XXVIII, diciembre, pp. 1661-1707, Pittsburgh. Se cita de la traducción española: «Estadísticas de patentes como

indicadores económicos: una panorámica», *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, n.º 23, 1992, pp. 265-320, Vitoria.

[27] HEIJS, J. (2001): *Política tecnológica e innovación. Evaluación de la financiación pública de I+D en España*, Madrid, Consejo Económico y Social.

[28] HEIJS, J. y BUESA, M. (2007): *La cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, Madrid, Instituto de Estudios Fiscales.

[29] HEIJS, J.; BUESA, M. y BAUMERT, T. (2007): «Sistemas nacionales de innovación: conceptos, perspectivas y desafíos», en M. BUESA y J. HEIJS (coords.), *Sistemas regionales de innovación. Nuevas formas de análisis y medición*, pp. 17-64, Madrid, Fundación de las Cajas de Ahorros.

[30] HERNÁNDEZ ARMENTEROS, J. y PÉREZ GARCÍA, J. A. (2011): «Problemas de eficiencia del sistema universitario público español», en Fundación CYD: *Informe CYD 2010*, pp. 121-132, Barcelona, Fundación Conocimiento y Desarrollo.

[31] HERRERA, L. y HEIJS, J. (2007): «Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación», *Revista de Economía Aplicada*, n.º 44, otoño, pp. 177-197, Zaragoza.

[32] LÓPEZ GARCÍA, S. (1997): «El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). I Parte: Las instituciones precedentes», *Arbor*, n.º 619, julio, pp. 201-238, Madrid.

[33] LÓPEZ GARCÍA, S. (1998): «El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). II Parte: La organización y la financiación», *Arbor*, n.º 625, enero, pp. 1-44, Madrid.

[34] LÓPEZ GARCÍA, S. (1999): «El Patronato Juan de la Cierva (1939-1960). III Parte: La investigación científica y tecnológica», *Arbor*, n.º 637, enero, pp. 1-32, Madrid.

[35] NELSON, R. (1959): «The Simple Economics of Basic Scientific Research», *Journal of Political Economy*, n.º 67, junio, pp. 297-306, Chicago. Se cita de la traducción española: «La economía sencilla de la investigación científica básica», en N. ROSENBERG: *Economía del cambio tecnológico*, 1979, pp. 136-150, México, Fondo de Cultura Económica.

[36] NELSON, R. R. y WINTER, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass.), Belknap Press/Harvard University Press.

[37] OECD (1994): *Manual on the Measurement of Human Resources devoted to S&T*. Canberra Manual, Paris.

[38] PAVITT, K. (1991): «¿Dónde reside la utilidad económica de la investigación básica?», *Arbor*, n.º 546, junio, pp. 31-56, Madrid.

[39] PÉREZ GARCÍA, F. y SERRANO MARTÍNEZ, L. (dirs.) (2012): *Universidades, universitarios y productividad en España*, Bilbao, Fundación BBVA.

[40] PORTER, M. E. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*, Barcelona, Plaza & Janés Editores.

[41] ROMERO, M.; CRUZ, L. y SANZ MENÉNDEZ, L. (2003): «Estabilidad y cambio en las políticas andaluzas de ciencia, tecnología e innovación», *Revista Internacional de Sociología*, tercera época, n.º 35, mayo-agosto, pp. 7-51, Córdoba.

[42] ROMERO DE PABLOS, A. y SANTESMASES, M.J. (eds.) (2008): *Cien años de política científica en España*, Bilbao, Fundación BBVA.

[43] SANZ, L. y CRUZ-CASTRO, L. (2003): «Coping with Environmental Pressures: Public Research Organizations Responses to Funding Crisis», *Research Policy*, vol. 32, n.º 8, septiembre, pp. 1293-1308, Brighton.

[44] SANZ MENÉNDEZ, L. y CRUZ CASTRO, L. (2005): «Explaining the Science and Technology Policies of Regional Governments», *Regional Studies*, vol. 39, n.º 7, octubre, pp. 939-954.

[45] SCHUMPETER, J. A. (1911): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, Leipzig, Duncker-Humboldt. Se cita de la traducción española: *Teoría del desenvolvimiento económico*, 1944, México, Fondo de Cultura Económica.

[46] SCHUMPETER, J. A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, Nueva York, Harper & Brothers. Se cita de la traducción española: *Capitalismo, socialismo y democracia*, 1984, Barcelona, Folio.

[47] VALADEZ, P.; HEIJS, J. y BUESA, M. (2011): «La incidencia de los incentivos fiscales a la I+D+i: el caso de la industria manufacturera española», *Papeles de Economía Española*, n.º 127, pp. 243-261, Madrid.

Nueva colección

manuales  
**ICEX**  
**CECO**

# AMPLIAR LOS MERCADOS EXTERIORES



La obra es una guía para cualquier empresa y profesional que desee participar en los proyectos financiados por los organismos multilaterales de desarrollo (OMD).

Se detallan los mecanismos para la identificación de oportunidades, los sistemas de contratación para las diferentes vertientes (proyectos de asistencia técnica, suministros u obras) y la estrategia para acceder con éxito a este mercado especializado.

Con esta publicación se inicia la colección Manuales ICEX-CECO fruto de la colaboración editorial entre el Instituto Español de Comercio Exterior y el Centro de Estudios Económicos y Comerciales.

624 páginas  
Formato: 210 x 250 mm  
PVP: 32 € (IVA incluido)  
ISBN: 978-84-7811-721-5

*Encuentre nuevas oportunidades en las instituciones multilaterales*

Puede adquirir la obra en las principales librerías y en el ICEX.

**Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX)**  
Pº. de la Castellana, 14 - 28046 MADRID - tel.: 91 349 1888  
c.e.: [libreria@icex.es](mailto:libreria@icex.es) - [www.icex.es/publicacionesicex-libreria](http://www.icex.es/publicacionesicex-libreria)

**ICEX**

*El mundo es tu mercado*