



INGENIO WORKING PAPER SERIES

*Ingenio*

CSIC-UPV

INSTITUTO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO



## El Sistema Español de Innovación

Carolina Cañibano Sánchez, Elena Castro Martínez

Working Paper N° 2010/09

# El Sistema Español De Innovación

Carolina Cañibano Sánchez, Elena Castro Martínez

Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento, INGENIO (CSIC-UPV)

Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n - 46022 Valencia

## Resumen

Este trabajo aborda la descripción y estudio comparado del Sistema Español de Innovación. El análisis revela que España ha hecho un esfuerzo significativo por poner su sistema científico a la altura de los de los países de nuestro entorno europeo más desarrollado y ha cosechado algunos éxitos como el crecimiento de los recursos de I+D y el crecimiento en volumen y producción de calidad del sistema científico. El esfuerzo realizado en la formación de recursos humanos y, por tanto, en dotar al sistema de innovación de una buena capacidad de absorción y difusión de conocimiento, ha sido también notable. En el otro lado de la balanza, encontramos, sin embargo, el bajo nivel educativo de una proporción todavía demasiado alta de la población y un tejido empresarial español con características estructurales que lo predisponen a una dinámica innovadora deficiente como el reducido tamaño de la mayoría de las empresas o la estructura productiva. Los datos ponen de manifiesto que los esfuerzos realizados desde las políticas públicas no se ven reflejados, al menos no de momento, en un incremento significativo de actividades innovadoras en ninguno de los sectores económicos clave (ni el industrial, ni el de la construcción, ni el de los servicios). La canalización de estos esfuerzos y de la inversión pública en I+D hacia rendimientos innovadores es pues una de las principales tareas pendientes dentro del Sistema Español de innovación.

## 1 Introducción

El presente capítulo aborda la descripción y análisis comparado del Sistema Español de Innovación. El proceso evolutivo de aprendizaje al que están sometidos los Sistemas de Innovación (SI) implica una sucesión casi permanente de cambios difícilmente previsibles. No hay un comportamiento ideal del Sistema que pueda ser definido a priori, por lo que la valoración del rendimiento y desempeño de los SI pasa generalmente por la realización de comparaciones entre los mismos (Edquist, 2000), fundamento sobre el que reposa la justificación del presente libro. Siguiendo pues esta línea del “aprendizaje por la comparación” (Lundvall y Tomlinson, 2001) y el análisis de la evolución temporal en caso de no disponer de datos comparativos, nos disponemos a valorar la situación y posición del Sistema de Innovación Español en el contexto europeo, a partir de fuentes estadísticas solventes, nacionales e internacionales.

Empleamos para estructurar el trabajo la metodología descrita en Fernández de Lucio y col., (1996) y analizamos seis aspectos principales del Sistema: (i) los Recursos, que hacen referencia al potencial humano y económico con que cuenta el Sistema para llevar a cabo actividades de I+D e innovación; (ii) la Estructura, elemento que analiza la tipología de los diferentes agentes que interactúan en el sistema, agrupándolos en cuatro Entornos: productivo, científico, tecnológico y financiero; (iii) la Capacidad de absorción, que estudia el nivel de cualificación y capacitación de la mano de obra con que cuenta el Sistema; (iv) la Articulación, que hace referencia a las relaciones que se producen entre los diferentes elementos o actores que integran el Sistema de Innovación, con el fin de buscar sinergias y complementariedad entre ellos en el desarrollo de los procesos de I+D e innovación (Landabaso y col. 2000); (v) el Marco legal e institucional en el que operan los agentes y relaciones que componen el Sistema; y finalmente (vi) los Resultados científicos, tecnológicos y de Innovación. La estructura

del capítulo estará por tanto guiada por los anteriores puntos. A modo de introducción, y antes de abordarlos, nos detenemos brevemente sobre algunos aspectos socioeconómicos básicos de España en el siguiente apartado.

## **2 Aproximación a los aspectos socioeconómicos que caracterizan España en el contexto de la Unión Europea**

España, con más de 45 millones de habitantes y un PIBpm de casi 1,1 billones de euros en 2008, aporta a la Europa de los 27 en torno al 9% de la población y los recursos (ver cuadro 1). La tasa de actividad es ligeramente superior, en valor medio, a la de la UE27; lo más llamativo ha sido el gran incremento de la tasa de actividad de las mujeres, más de 20 puntos en el último decenio. España, como otros muchos países europeos (Hungría, Islandia, Malta, Eslovaquia, Eslovenia, Austria, Estonia, Letonia, Luxemburgo, Lituania, Chipre, Bulgaria, Italia, Portugal, Rumanía, Polonia, Grecia, Francia y Reino Unido), tiene una balanza comercial negativa aunque en muchos de estos países el desequilibrio no es tan elevado; sólo el Reino Unido presentó en 2008 una balanza comercial con saldo negativo superior al español. En otros países la balanza es positiva (Alemania, Holanda, Irlanda, Suecia, Dinamarca, Bélgica, República Checa o Finlandia).

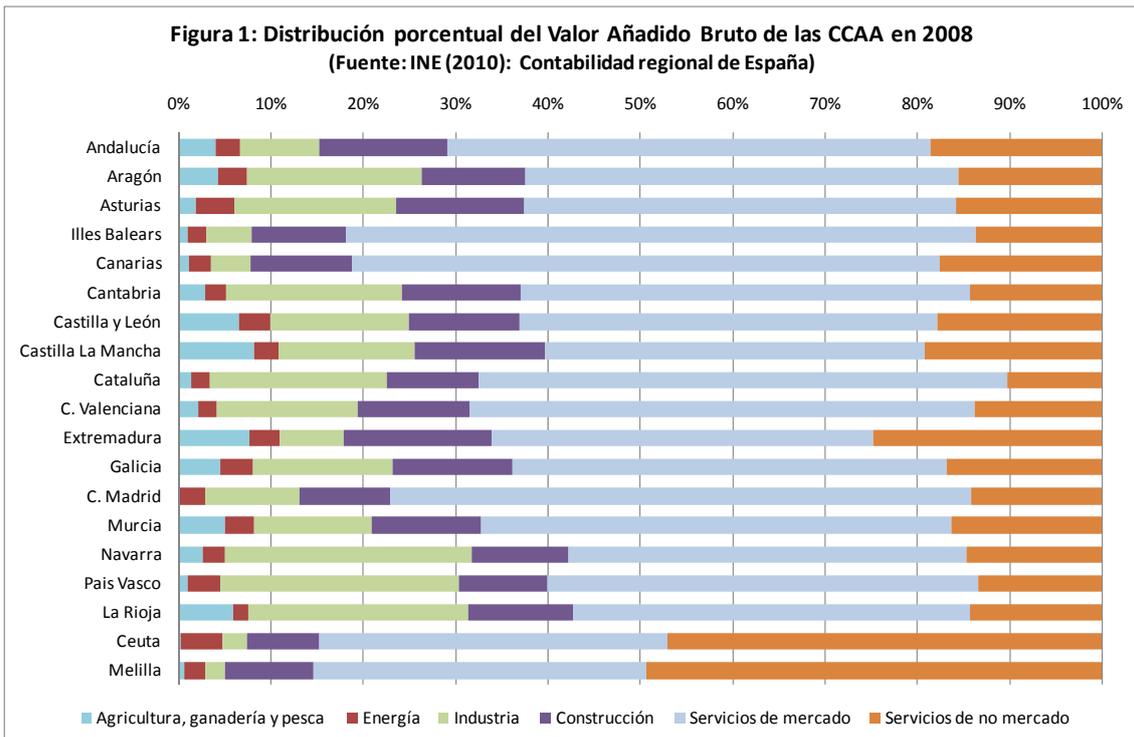
El PIB per cápita es algo inferior a la media europea (UE 27). Hay, además, una gran disparidad entre las diferentes Comunidades Autónomas. Las Comunidades Autónomas del nordeste peninsular, Madrid y las Islas Baleares tienen un PIB per cápita superior a la media Europea y nacional y las demás inferior.

**Cuadro 1. Principales magnitudes socioeconómicas de España (2008)**

	<b>España</b>	<b>UE 27</b>	<b>%</b>
Población (miles de habitantes)	45.329	490.592	9,2
Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )	89,5	113,0	79,2
PIBpm (millones de euros)	1.088.502	12.506.038	8,7
PIB per cápita (euros/año)	24.014	25.492	94,2
Población activa (miles)	22.848	238.437	9,6
Población ocupada (miles)	20.258	221.670	9,1
Tasa de actividad de los hombres (15-64 años)	81,8	78,0	104,9
Tasa de actividad de las mujeres (15-64 años)	63,2	63,9	98,9
Tasa de paro (%)	11,3	7,0	161,4
Productividad (PIB en paridad del poder de compra por persona ocupada respecto a la media de la UE27)	102,6	100,0	
Exportaciones (millones de euros)	188.184,3		
Importaciones (millones de euros)	282.251,3		

*Fuente: EUROSTAT*

Respecto a la estructura productiva, España evoluciona, como la mayoría de las economías desarrolladas, hacia una economía de servicios, pues éste sector representa más del 60% del PIB y casi el 70% de la población ocupada. En particular, hay que destacar la paulatina disminución del peso del sector agrícola y de la industria en la economía en los últimos años y el aumento del peso de la construcción, muy por encima del valor relativo que este sector tiene en otras economías y que ha sido responsable, en gran medida, del crecimiento de la economía española de los últimos años, pero también de la gravedad de la situación actual. Como se aprecia en la figura 1, la estructura productiva de las CCAA es muy diversa. Salvo Madrid y Baleares, las comunidades con mayor porcentaje de industria (superior al 18%), son las que presentan una mayor renta per cápita.



### 3 Los Recursos y la estructura del Sistema español de Innovación

En el cuadro 2 se recogen los principales indicadores de las actividades de I+D e innovación en España en comparación con el conjunto de la UE27. Se puede apreciar que el esfuerzo en actividades de I+D representa algo más del 6% del gasto europeo en actividades de I+D, el 7,4% del personal de I+D y el 8,8% de los investigadores (porcentajes inferiores a su contribución al PIB y la población). La estructura del gasto y del personal difiere de la media europea: el peso del sector público en España (universidades y Administración) es superior, en detrimento de las empresas, que están por debajo de la UE27 casi en 10 puntos en términos de gasto y más en recursos humanos. El sector empresarial realiza un esfuerzo relativo sensiblemente inferior al de las empresas de los países más desarrollados de la UE, mientras que el sector científico (universidades y organismos de investigación) está en valores próximos a la media. Esto

da lugar a un esfuerzo respecto del PIB inferior al valor medio europeo (1,35 frente a 1,9). La diferencia estructural en el esfuerzo en actividades de I+D se debe, en gran medida a la estructura productiva española, como se verá más adelante.

**Cuadro 2. Principales magnitudes de las actividades de I+D e innovación tecnológica en 2008**

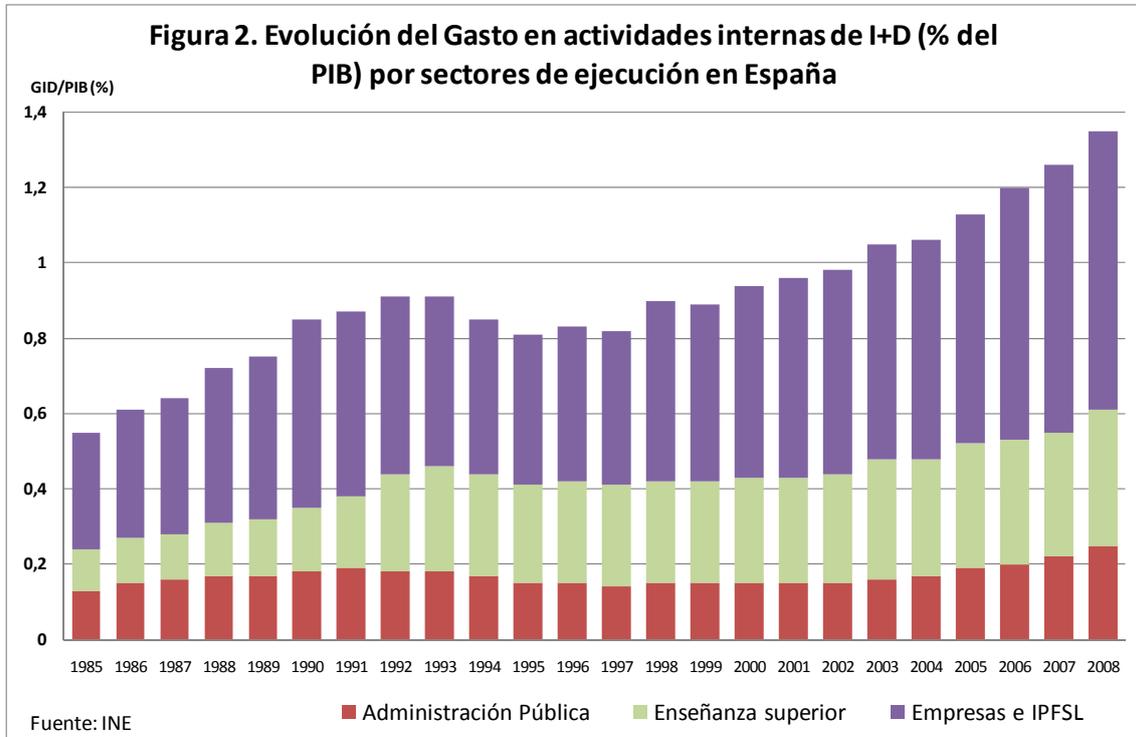
<b>Indicador</b>	<b>España</b>	<b>UE27</b>
<b>Gasto total en I+D (millones de euros)</b>	<b>14.701</b>	<b>237.001</b>
<i>Administración (% del total)</i>	18,2	12,7
<i>Enseñanza superior (% del total)</i>	26,7	22,4
<i>Empresas (% del total)</i>	54,9	63,9
<i>IPSFL(% del total)</i>	0,2	1,0
Gasto total en I+D (% del PIB)	1,35	1,9
Gasto total (Millones\$ ctes 2000)	14.775	199.029
<b>Personal de I+D (en EDP*)</b>	<b>215.676</b>	<b>2.455.192</b>
<i>Administración (% del total)</i>	19,1	13,9
<i>Enseñanza superior (% del total)</i>	36,6	33,0
<i>Empresas (% del total)</i>	44,1	52,0
<i>IPSFL(% del total)</i>	0,2	1,2
Personal I+D (EDP)/1000 de Población Ocupada	10,6	11,1
<b>Investigadores (en EDP*)</b>	<b>130.986</b>	<b>1.504.575</b>
<i>Administración (% del total)</i>	17,2	12,5
<i>Enseñanza superior (% del total)</i>	47,1	40,5
<i>Empresas (% del total)</i>	35,4	45,9
<i>IPSFL(% del total)</i>	0,2	1,2
Investigadores (EDP)/1000 de Población Ocupada	6,5	6,8
Gasto en I+D por investigador (euros/investigador en EDP)	<b>112.236</b>	<b>157.520</b>
<b>Gasto total en innovación (millones de euros)</b>	<b>19.919</b>	*
Gasto total en innovación (% del PIB <sub>pm</sub> )	1,8	*

*PIB<sub>pm</sub> : Producto Interior Bruto a precios de mercado. \*EDP: Equivalente a Dedicación Plena.*

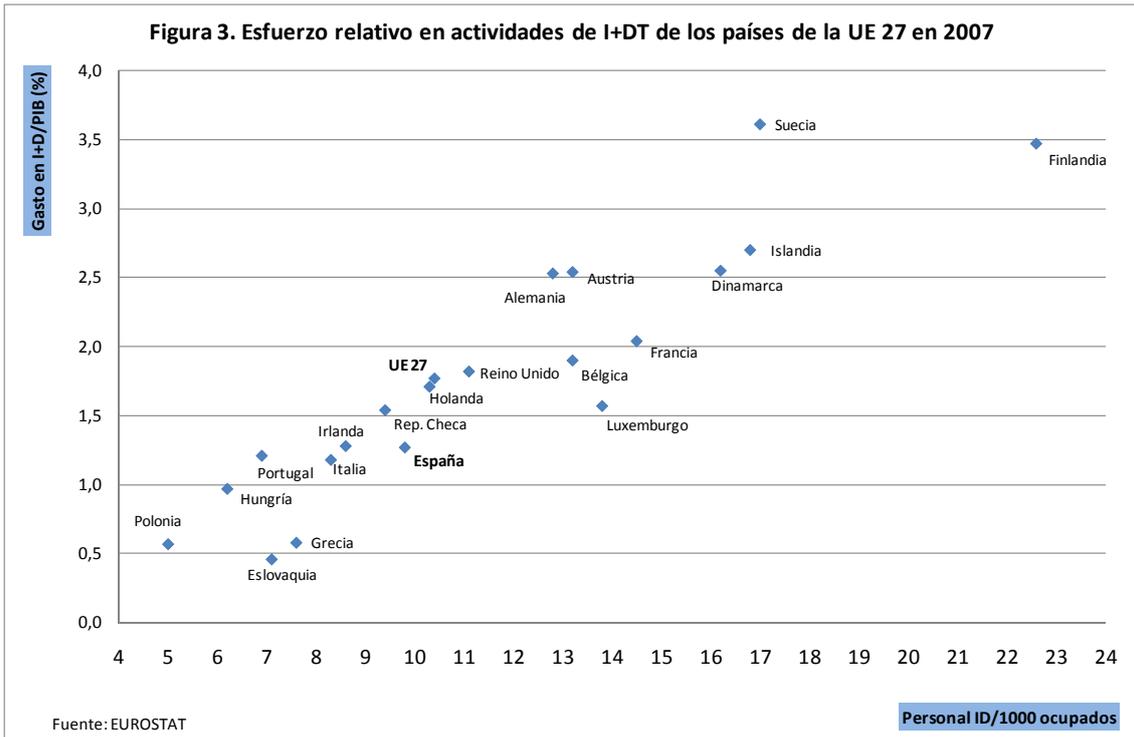
*Fuente: INE (2010), EUROSTAT (datos de la UE27) y elaboración propia. \* No hay datos europeos*

En todo caso, la evolución del esfuerzo en actividades de I+D respecto del PIB (figura 2) muestra una tendencia positiva. Se partía de niveles muy bajos en la década de 1980. Al inicio de los 90, coincidiendo con la entrada en la Comunidad Económica Europea, España acometió un esfuerzo político y legislativo encaminado a modernizar el país, aumentando notablemente los recursos públicos dedicados a estas actividades. La crisis de 1993 redujo, en términos relativos, el esfuerzo, pero a partir de 2000 comenzó una

nueva década de mejora de los indicadores, tanto por parte de las administraciones como de las empresas. Destaca, nos obstante, como se ha apuntado, el débil gasto empresarial en I+D en comparación con los países más avanzados de la OCDE y la UE.



Con el esfuerzo desarrollado, España ha conseguido mejorar su posición en el conjunto de la UE en lo relativo a los indicadores relativos de I+D, aunque todavía ocupa niveles relativamente bajos, especialmente en el gasto, y lejos de los países más avanzados.



Además de ser relativamente reducidos, los recursos que España dedica a I+D están desigualmente distribuidos entre las diversas regiones. En el cuadro 3 se presentan los principales indicadores de I+D de las CCAA. Puede apreciarse que más del 60% del esfuerzo económico y del 55% de los recursos humanos dedicados a I+D se concentran en cuatro comunidades (Madrid, País Vasco, Navarra y Cataluña); las tres primeras, además, realizan un esfuerzo relativo similar o superior a la media europea.

**Cuadro 3. Indicadores de I+DT de las CCAA en 2008**

	<b>Gastos I+D/PIBpm</b>	<b>Gastos internos I+D (millones euros)</b>	<b>en Persona l en I+D de en EDP</b>	<b>Investigador es en EDP</b>
Madrid (Comunidad de)	2,00	3.892	53.172	31.663
País Vasco	1,96	1.346	16.683	10.374
Navarra (Comunidad Foral de)	1,92	359	5.409	3.492
Cataluña	1,61	3.286	46.520	26.398
<i>ESPAÑA</i>	<i>1,35</i>	<i>14.701</i>	<i>215.676</i>	<i>130.986</i>
Castilla y León	1,26	740	10.201	6.538
Comunidad Valenciana	1,05	1.114	19.489	12.076
Galicia	1,04	584	9.681	5.765
Andalucía	1,03	1.539	23.227	13.777
Aragón	1,03	352	6.912	4.743
Cantabria	1,00	141	1.923	1.260
Rioja (La)	1,00	81	1.322	749
Asturias (Principado de)	0,96	230	3.577	2.440
Extremadura	0,86	156	2.223	1.389
Murcia (Región de)	0,86	244	5.770	4.035
Castilla - La Mancha	0,72	266	3.242	1.790
Canarias	0,62	269	4.521	3.247
Baleares (Islas)	0,35	97	1.728	1.178
Ceuta y Melilla	0,20	6	75	74

*Fuente: INE (Estadísticas de I+DT) los datos del PIB utilizados en el indicador de la primera columna son una 1ª estimación del INE.*

A continuación abordamos la *Estructura del Sistema*, describiendo el papel de cada uno de los Entornos apuntados en la introducción: productivo, científico, tecnológico y financiero.

### **3.1 El entorno productivo**

El tejido empresarial español se caracteriza por el reducido tamaño de sus empresas: casi el 90% de las empresas tienen menos de 6 empleados, cifra algo menor en el caso de las industriales (73%); adicionalmente, hay 1,75 millones de empresas sin asalariados, de ellas un 5% pertenecen al sector de la industria, un 13 al de construcción y el resto a servicios. Sólo hay 837 empresas de más de mil empleados, de las que casi

el 70% pertenecen al sector servicios. Estos datos son poco favorables desde el punto de vista de la dinámica innovadora, porque la posibilidad de desarrollar actividad innovadora propia se reduce sensiblemente cuando la empresa no dispone de una estructura mínima y se reduce asimismo su capacidad para aprovechar el efecto tirón de las grandes empresas industriales.

Por otro lado, en los últimos años se ha producido un cambio notable en la estructura productiva que ofrece un panorama preocupante. Agrupando datos de diversas fuentes, los cuadros 4.1 y 4.2 ponen de manifiesto estos cambios. En el período 2000-2008 se produjo una creación neta de más de 826.000 empresas. De ellas, más de 208.000 pertenecían al sector de la construcción, 612.000 al de servicios (entre ellas, 63.000 inmobiliarias) y sólo 5.373 fueron empresas industriales. En los sectores de la construcción y de servicios inmobiliarios, el 50% de las empresas registradas en 2008 eran empresas sin ningún asalariado, proporción que es sensiblemente menor en la industria (33%) y en el conjunto de los servicios (23%).

**Cuadro : 4.1 Evolución de la estructura productiva en el periodo 2000-2008**

	Creación de empresas 2000-2008	de 2000-2008	Contribución % al VABprecios corrientes: variación 2000-2008	al 2000-2008	Creación de empleo 2000-2008
Industria	5.373		38%		-1,7%
Construcción	208.661		138%		+35,8%
Servicios de mercado	612.813		82%		+33,2%

**Cuadro : 4.2 Evolución de la estructura productiva en el periodo 2000-2008**

	Contribución % al PIB pm		Contribución % al GID interno total de las empresas		% de Empresas innovadoras	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Industria	16,4	13,1	61,7	47,25	34,7	24,5
Construcción	7,5	10,4	1,1	2,91	9,4	12,5
Servicios de mercado	46,8	49,4	35,3	45,84	14,4	18,7

Fuentes: elaboración propia con datos de: creación de empresas: DIRCE 2009; empleo y valor añadido bruto: contabilidad nacional de España, INE 2010; gasto en I+D: encuesta de I+D, INE 2010; empresas innovadoras: encuesta de innovación, INE 2010.

Según los datos de la contabilidad nacional de España, el periodo 1995-2000 fue de crecimiento sostenido aunque moderado del empleo en el sector industrial. A partir de 2002, se observa una progresiva caída del empleo en este sector, acompañada de un crecimiento del número de empleos en el sector de la construcción que casi se han duplicado desde 1995, así como de un aumento progresivo del sector servicios, aunque no tan acusado como el anterior. El valor añadido bruto industrial creció en el periodo de referencia (2000-2008), aunque muy moderadamente en comparación con otros sectores, lo que justifica su pérdida de peso porcentual sobre el PIB. Cabe por tanto hablar de una reciente desindustrialización de la economía española, a favor de los sectores de construcción y servicios. A esta tendencia se suma, por una parte, la caída en el peso porcentual que las empresas industriales representan sobre el gasto en I+D interno empresarial. A pesar del crecimiento registrado en el sector de la construcción,

tanto en volumen de empleo como en el valor añadido bruto, el peso de los gastos en I+D empresariales internos en este sector creció en menos de dos puntos porcentuales. Por otra parte, la proporción de empresas innovadoras en el sector industrial disminuyó en 10 puntos porcentuales mientras que creció 3 y 4 respectivamente en los sectores de construcción y servicios. En suma, la combinación de evidencias parece poner de manifiesto unos cambios estructurales recientes que merman el potencial innovador de la economía en su conjunto, debido a una pérdida de actividad industrial no compensada por un crecimiento de la actividad innovadora en otros sectores, en particular en el de la construcción.

El cuadro 5 recoge el esfuerzo en actividades de innovación por sectores. El sector con mayor intensidad en innovación (que mide el gasto en actividades innovadoras con respecto a la cifra de negocios) es el farmacéutico (5,6), seguido de otro material de transporte y servicios de I+D, pero también otros, como construcción naval (3,8) o productos informáticos (3,4). En línea con lo apuntado anteriormente, cabe resaltar que el sector que ha registrado mayor crecimiento económico en los últimos años, el de la construcción, es aquél que registra cifras más bajas de intensidad y gasto en innovación, situándose incluso muy por debajo del sector agrario y ganadero.

**Cuadro 5: Principales indicadores de innovación en 2008 por sectores**

	Nº de Empresas innovadoras	Gastos en innovación (GINN): Total (miles de euros)	Gastos en innovación: I+D (internos y externos) (% del GINN)	Intensidad de innovación (% GINN/cifra de negocios)
TOTAL EMPRESAS	42.206	19.918.946	53,2	0,95
26. Información y comunicaciones (CNAE 58, 59, 60, 61, 62, 63)	1.832	3.784.408	38,8	3,03
29. Actividades profesionales, científicas y técnicas (CNAE 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75)	2.373	2.719.363	91,9	4,9
24. Transportes y almacenamiento (CNAE 49, 50, 51, 52, 53)	1.748	1.474.756	10,2	1,62
23. Comercio (CNAE 45, 46, 47)	7.555	1.384.702	38,9	0,28
15. Vehículos de motor (CNAE 29)	463	1.368.547	29,0	2,19
7. Farmacia (CNAE 21)	171	1.069.179	86,1	5,55
22. Construcción (CNAE 41, 42, 43)	7.410	867.191	52,5	0,34
3. Alimentación, bebidas y tabaco (CNAE 10, 11, 12)	2.100	859.917	35,3	0,91
16. Otro material de transporte (CNAE 30)	163	769.033	80,7	5,15
27. Actividades financieras y de seguros (CNAE 64, 65, 66)	578	749.247	47,4	0,3
6. Química (CNAE 20)	896	570.724	63,2	1,58
11. Manufacturas metálicas (CNAE 25)	2.140	406.200	53,6	1,05
31. Actividades sanitarias y de servicios sociales (CNAE 86, 87, 88)	2.067	403.579	35,8	1
5. Madera, papel y artes gráficas (CNAE 16, 17, 18)	1.485	361.416	20,7	1,11
12. Productos informáticos, electrónicos y ópticos (CNAE 26)	391	355.486	80,6	3,38
14. Otra maquinaria y equipo (CNAE 28)	1.091	352.444	77,4	1,6
13. Material y equipo eléctrico (CNAE 27)	473	342.621	81,2	1,41
9. Productos minerales no metálicos diversos (CNAE 23)	991	279.262	40,4	0,86
8. Caucho y plásticos (CNAE 22)	749	244.275	60,1	1,2
20. Energía y agua (CNAE 35, 36)	126	225.236	69,9	0,44
10. Metalurgia (CNAE 24)	303	193.160	53,1	0,52
2. Industrias extractivas y del petróleo (CNAE 05, 06, 07, 08, 09, 19)	197	181.728	53,3	0,19
4. Textil, confección, cuero y calzado (CNAE 13, 14, 15)	941	180.726	73,6	0,82
1. AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y PESCA	1.341	150.068	60,6	0,71
16.1. Construcción naval (CNAE 301)	59	136.790	57,1	3,82
30. Actividades administrativas y servicios auxiliares (CNAE 77, 78, 79, 80, 81, 82)	1.114	109.264	61,6	0,2
25. Hostelería (CNAE 55, 56)	1.114	94.387	70,0	0,29
18. Otras actividades de fabricación (CNAE 32)	378	86.274	83,7	2,16
17. Muebles (CNAE 31)	688	69.096	45,2	0,91
19. Reparación e instalación de maquinaria y equipo (CNAE 33)	315	49.716	60,3	0,78
21. Saneamiento, gestión de residuos y descontaminación (CNAE 37, 38, 39)	398	49.074	82,2	0,41
28. Actividades inmobiliarias (CNAE 68)	197	37.492	59,0	0,4
32. Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento (CNAE 90, 91, 92, 93)	205	37.334	42,5	0,9

Fuente: INE(2010): Encuesta sobre innovación en las empresas.

La estructura productiva española presenta, además, una menor presencia de sectores de alta tecnología, tanto en términos de número de empresas como de valor añadido bruto, que la de otros países europeos más avanzados cuyos gastos en actividades de I+D e innovación son muy superiores<sup>1</sup>: en el Reino Unido, Suecia, Holanda, Dinamarca,

<sup>1</sup> Fuente: EUROSTAT. Se consideran sectores de alta tecnología los siguientes: Fabricación de productos farmacéuticos (div. 21 del CNAE 2009); fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

Austria, Bélgica, Alemania y Finlandia las empresas de alta tecnología representaron en 2007 (último año disponible) entre el 10 y el 4,6% del número total de empresas, generaron entre el 20 y el 10% del valor añadido y emplearon entre el 7% y el 4% de los recursos humanos, mientras que en España los sectores de alta tecnología representaron el 2,2% de las empresas, el 9% del VAB y el 3,4% del empleo. El apartado siguiente se detiene sobre el papel de estos sectores que forman el denominado “entorno tecnológico”.

### ***3.2 El entorno tecnológico y de servicios avanzados***

De acuerdo con el enfoque del análisis del sistema de innovación utilizado (Fernández de Lucio y col., 1996, op. cit.), en un país en el que más del 99% de las empresas son pequeñas y medianas (PYME) este entorno desempeña un papel fundamental en el sistema, tanto por proporcionar a las empresas productivas tecnologías, apoyo y asesoramiento en sus procesos de innovación, como por su capacidad para ser el nexo entre las necesidades del entorno productivo y las capacidades potenciales del entorno científico. Se incluyen en este entorno las entidades y empresas pertenecientes a los subsectores que se indican en el cuadro 6. En número de empresas, este entorno representa aproximadamente el 5% del total de empresas españolas si tenemos en cuenta aquellas con 10 o más empleados y aproximadamente el 4% teniendo en cuenta al total de empresas con algún empleado. Su aportación al esfuerzo en actividades de I+D del sector empresa es del 24,6% en términos de gasto y del orden del 30% en personal de I+D e investigadores (Cuadro 6).

A lo largo del periodo 2000-2008, algunos sectores han registrado un crecimiento importante, como el de actividades de I+D y las actividades informáticas; mientras que

---

(div. 26); actividades cinematográficas, de video, de radio y TV, de telecomunicaciones, programación, consultoría; servicios de información (div. 59 a 63) e investigación y desarrollo (div. 72).

otros se han mantenido o incluso caído en número de empresas, como es el caso de la fabricación de material electrónico y la construcción de maquinaria y equipo mecánico.

Dentro de este entorno, es preciso destacar, por su importante papel de apoyo a las empresas PYME, los Centros Tecnológicos, que prestan servicios de I+D y control de calidad a las PYME de los diversos sectores manufactureros en diferentes puntos de España, con una alta concentración en el País Vasco, la Comunidad Valenciana y Castilla-León. El papel de este tipo de centros en un país con tan alta presencia de sectores industriales tradicionales, con un elevado porcentaje de empresas PYME y con los problemas de capacitación de la mano de obra que se apuntan más adelante es de suma importancia. En los 69 centros que formaban parte de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT) en 2008 desarrollaban su actividad 7.600 personas (5.880 investigadores) y atendieron a 31.547 empresas<sup>2</sup>.

**Cuadro 6. El esfuerzo en actividades de I+D del entorno tecnológico en España en 2008**

	Gastos internos en I+D (miles de €)	Personal en I+D en EDP	Personal en I+D en EDP
Productos informáticos, electrónicos y ópticos (CNAE 26)	12.803	191	125
Material y equipo eléctrico (CNAE 27)	27.782	275	222
Otra maquinaria y equipo (CNAE 28)	66.260	966	724
Programación, consultoría y otras actividades informáticas (CNAE 62)	10.185	189	148
Servicios de I+D (CNAE 72)	231.185	2.195	1.519
Otras actividades (CNAE 69, 70, 71, 73, 74, 75)	41.728	729	425
Total entorno tecnológico	389.943	4.545	3.164
% ET del total nacional	2,7	2,1	2,5
<i>Fuente: INE (2010): Estadísticas de I+DT en 2008</i>			

<sup>2</sup> Fuente: FEDIT, 2010. Informe anual de 2008

### **3.3 El entorno científico**

En la actualidad, este Entorno realiza el 45% del gasto interno en actividades de I+D, aporta el 55,6% del personal y el 64,4% de los investigadores (en EDP). Su esfuerzo ha aumentado de forma notable en los últimos años (cuadro 9), tanto en términos de recursos económicos como humanos, así como en la dotación de infraestructuras y equipamientos, lo que ha dado lugar a un aumento considerable de los resultados científicos, como se verá en el apartado correspondiente. Está constituido por las siguientes entidades<sup>3</sup>:

- 49 universidades públicas y 24 universidades privadas, en las que cursan estudios 1.498.465 alumnos (un 55,7% en primero y segundo ciclo, un 2,3% en programas oficiales de máster y un 4,5% en doctorado) e imparten las enseñanzas unos 117.000 profesores. El 60% de los alumnos cursan estudios de ciencias sociales y humanidades aunque, en los últimos años, ha aumentado sensiblemente el porcentaje de alumnos y profesores en carreras técnicas.
- 74 organismos públicos de investigación estatales, entre los cuales, los más importantes son los ocho que la ley de la Ciencia denomina como tales: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Instituto Astrofísico de Canarias, el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria (INIA), el Instituto Español de Oceanografía (IEO), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), el Instituto de Salud Carlos III (ISC III), el Instituto nacional de Técnica aeroespacial (INTA), pero también hay otros como el Instituto Geográfico Nacional, el Centro de

---

<sup>3</sup> Fuente: INE (2010), Estadísticas de I+D de 2008

Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), el Instituto de Estudios Fiscales, etc., adscritos a diversos Ministerios. A diferencia de las universidades y los hospitales, que están repartidos por toda España, los OPI nacionales se encuentran casi exclusivamente en Madrid, con la excepción del CSIC que tiene 73 de sus 119 institutos repartidos por todo el territorio nacional y del IEO que, por su propia naturaleza, tiene la mayoría de sus centros e instalaciones en puertos de mar. Por otro lado, una parte muy importante de la Investigación que el INIA gestiona, financia y ejecuta se realiza, en coordinación con todas las administraciones autonómicas mediante un órgano colegiado, en los centros de investigación agroalimentaria dependientes de éstas. El potencial científico-técnico de estos organismos en las diferentes áreas es muy variado. El CSIC es, con gran diferencia, el mayor (12.317 personas, de los cuales 3.105 científicos y 2.798 investigadores en formación) y el que mayor número de áreas atiende, lo que está en consonancia con sus recursos. Destacan, en número de investigadores, las áreas de materiales, recursos y tecnologías agroalimentarias, recursos naturales, biomedicina, productos y procesos químicos y biotecnología. El INTA concentra sus esfuerzos en el área de diseño y producción industrial, el Astrofísico de Canarias en astrofísica, el CIEMAT en energía y medio Ambiente, el ISC III en biomedicina y el ITGE en recursos naturales, mientras que el IEO y el INIA lo son en recursos y tecnologías agroalimentarias.

- 118 organismos públicos de investigación de Comunidades Autónomas y de la administración local, entre los que destacan, por su número e importancia, los hospitales de los servicios de salud respectivos.

**Cuadro 7. Evolución de los recursos del entorno científico en España**

<b>DATOS/AÑO</b>	<b>1988</b>	<b>1992</b>	<b>1996</b>	<b>2000</b>	<b>2004</b>	<b>2008</b>
GID (millones euros)	734	1.587	1.948	2.599	4.069	6.605
Investigadores (EDP)	22.618	29.827	39.984	54.772	68.767	84.314
Personal investigador (EDP)	30.659	44.231	56.822	71.870	90.497	119.985

*Fuente: INE (Estadísticas I+DT)*

El cuadro 7 anterior refleja claramente como el volumen del entorno científico se ha multiplicado por 4 desde finales de la década de 1980 y cómo ha crecido también muy considerablemente a lo largo del periodo que estamos considerando como referencia, 2000-2008/2009, años en los cuales el gasto en I+D de este entorno se ha multiplicado por más de dos.

### **3.4 El entorno financiero**

En el cuadro 8 se muestra la evolución de las fuentes de financiación de las actividades de I+D en España en el período 1999-2008. Se puede apreciar que el entorno científico se financia mayoritariamente con fondos públicos, aunque el porcentaje de participación de las empresas es bastante significativo (7,5%), similar al de otros países europeos como Alemania o Gran Bretaña y superior al de países como Francia, Dinamarca, Austria, etc.<sup>4</sup>. En el caso de las empresas, puede apreciarse que éstas han reducido su aportación propia en casi 6 puntos y recibido más fondos de las administraciones y del extranjero –programas de la Unión Europea y otros-. En definitiva, la administración pública ha sido, sin duda, motor del aumento del esfuerzo en actividades de I+D experimentado en los últimos años y ésta es una situación bastante peculiar en la UE, donde la financiación pública representa, en valor medio, un 6,2% del gasto en actividades de I+D de las empresas, cifra de la que se han excluido los otros dos países

<sup>4</sup> Fuente: EUROSTAT, datos de 2008

Europeos que más aportación pública han recibido (Rumanía, con un 39%, y Chipre, con un 21%). En EEUU la financiación gubernamental de las actividades de I+D del sector empresas es del 8,9% y en Francia, que también ha sido tradicionalmente un país con fuerte apoyo a las empresas, fue del 12% en 2008.

**Cuadro 8. Evolución del origen de la financiación de la I+D en cada uno de los entornos (en % del total)**

Entorno <sup>1</sup>	Origen de Fondos	1999	2008
Científico	Administración	84.9	86.6
	Empresas	7.5	7.6
	Extranjero	6.8	4.9
	IPSFL <sup>2</sup>	0.8	0.9
Productivo	Fondos propios	74.9	69.0
	Fondos de otras Empresas	5.0	6.6
	Administración	15.4	17.9
	Extranjero	4.5	6.3
	IPSFL	0.2	0.2
Total	Administración	44,7	48.8
	Empresas	48,9	45.5
	Extranjero	5,6	5.7
	IPSFL	0,8	0.6

<sup>1</sup> Véanse en los apartados correspondientes el gasto en I+D de los Entornos

<sup>2</sup>IPSFL: Instituciones Privadas Sin Fin Lucrativo

Fuente: INE (Estadísticas de I+DT) y elaboración propia.

Es bien sabido que la financiación de las actividades de I+D y, en general, de la innovación es uno de los puntos débiles del Sistema Español de Innovación, porque el riesgo de este tipo de actividades desanima a los agentes financieros tradicionales - mercado de valores y sistema bancario-. Las entidades que, al menos en teoría, deberían financiar preferentemente los proyectos de nuevas empresas innovadoras (Sociedades de Capital Riesgo, Fondos de Capital Riesgo, Segundo Mercado de Valores, Sociedades de Garantía Recíproca), han comenzado hace relativamente pocos años (1997) a actuar de forma destacable, aunque las primeras iniciativas se produjeron en Galicia en 1972. En todo caso, la regulación legal de las mismas es relativamente

reciente (Ley 1/1999 de enero Reguladora de las Entidades de Capital Riesgo y de sus sociedades gestoras y normas posteriores que la desarrollan).

De acuerdo con los datos de la Comisión Nacional del Mercado de Valores, en 2008 operaban en España 143 sociedades de capital riesgo, frente a las 41 de 1998. Según los datos del “European Innovation Scoreboard 2009” (Comisión Europea, 2010), en el año 2008 la inversión en capital riesgo en España representó el 0,112% del PIB; en este indicador, España se encuentra ligeramente por debajo de la media de los países UE-27 (0,129%). Los países con mayor porcentaje son Reino Unido (0,342) y Suecia (0,288). Presentan tasas inferiores países más avanzados en otros aspectos como Francia (0,107%), Dinamarca (0,091%) o Alemania (0,061%).

En el cuadro 9 se muestran los recursos (capital riesgo y crédito, en porcentaje del PIB) con que cuenta el sistema español de innovación y los de otros países de la UE. En este indicador, como se aprecia, España se encuentra en un nivel medio alto, por encima de otros países que realizan un mayor esfuerzo relativo en actividades de innovación.

---

**Cuadro 9: Recursos financieros disponibles en 2008**


---

	<b>Capital riesgo (%PIB)</b>	<b>Crédito privado (% PIB)</b>
Alemania	0,061	1,08
Austria	0,033	1,18
Bélgica	0,119	0,95
Dinamarca	0,091	2,19
<i>España</i>	<i>0,112</i>	<i>1,98</i>
Finlandia	0,168	0,86
Francia	0,107	1,08
Grecia	0,010	0,93
Holanda	0,118	1,93
Hungría	0,022	0,70
Irlanda	0,044	2,17
Italia	0,034	1,05
Polonia	0,045	0,50
Portugal	0,071	1,80
Reino Unido	0,342	2,10
República		
Checa	0,014	0,52
Rumanía	0,051	0,39
Suecia	0,288	1,30
UE	0,129	1,27

---

*Fuente: EUROSTAT (2010): European innovation scoreboard 2009. Se han eliminado los países que no proporcionaban estos datos*

---

En definitiva, las empresas españolas cuentan con medidas de apoyo institucional, tanto directas (subvenciones y créditos otorgados por las Administraciones Central (Ministerio de Ciencia y Tecnología, CDTI, ICO, etc.) y Autonómica, como indirectas (los incentivos fiscales a la innovación), y con recursos financieros equivalentes, o superiores a otros países de la UE. La encuesta de innovación española (2006-2008) revela, no obstante, al recoger la valoración que hacen las empresas sobre sus razones para no innovar, que son la falta de recursos internos, la falta de financiación externa y el alto coste de la innovación tecnológica los motivos principales. A la vista de lo expuesto y de las cifras contenidas en el cuadro 9 no se comprende que las empresas

esgriman como una razón para no innovar la falta de recursos externos, a menos que éstas no cuenten con información suficiente acerca de la disponibilidad y de la capacidad de acceso a los mismos.

### ***3.5 La Estructura: Valoración de síntesis***

El análisis de los diferentes “entornos” revela tanto algunas de las luces como de las sombras que han acompañado el desarrollo de nuestro Sistema de Innovación en años recientes. Cabe destacar el aspecto positivo y prometedor que supone el desarrollo de los entornos financiero y científico. Por una parte, el volumen de capital riesgo disponible en nuestro país se ha situado a niveles europeos (aunque inferiores a los de Estados Unidos) lo que supone un cambio de mentalidad y actitud hacia la innovación muy significativo en el sector financiero. Por otra parte, el tamaño del sector científico se ha multiplicado por 4 si consideramos el volumen de personal y por 8 en términos de gasto desde finales de la década de 1980. Estos dos entornos están, por tanto, en condiciones de poner a disposición del entorno productivo un volumen creciente de recursos y conocimientos. La aportación de recursos de I+D procedente del sector empresarial se mantiene en niveles inferiores a la media europea, a pesar de haber experimentado cierto crecimiento, carencia que sin duda no está desvinculada de las tendencias que registra nuestra estructura productiva, la cual, a nuestro juicio reviste cierta gravedad. A lo largo de la última década, el crecimiento del valor añadido bruto ha reposado especialmente en la expansión del sector de la construcción que, junto con el sector servicios, ha impulsado notablemente el crecimiento del empleo pero no de las actividades innovadoras. Si bien el gasto en I+D y el número de empresas innovadoras en el sector de la construcción han aumentado, lo han hecho en una proporción muy inferior a la de su crecimiento económico y no han compensado la caída de la actividad innovadora en el sector industrial. El resultado global de este proceso es que la

proporción total de empresas que declararon actividades innovadoras en 2008 fue inferior a la cifra correspondiente al año 2000.

## **4 La capacidad de absorción**

En un Sistema de Innovación tan importante como la cantidad de elementos activos y los recursos dedicados a I+D e innovación en cada entorno es su “calidad”. No sólo se trata de que haya “muchas” personas activas en el Sistema, sino también de que éstas efectúen aportaciones relevantes, lo cual está directamente relacionado con dos factores: aptitud y actitud. Al conjunto de ambos es a lo que denominamos “capacidad de absorción” (Cohen y Levinta, 1990; Fernández de Lucio y col., 2006). Este término puede definirse como “la competencia para identificar, asimilar y explotar los conocimientos científicos y tecnológicos y el ‘know-how’ de los diferentes entornos aplicables en los procesos innovadores” (Nicholls-Nixon, 1995), para, ulteriormente, producir o aplicar nuevos conocimientos. Como indicadores de la capacidad de absorción se utilizan, fundamentalmente, los datos relativos al nivel de formación de la población, con especial hincapié en la población universitaria ocupada y al número relativo de graduados universitarios en ciencia y tecnología, pues son los que potencialmente van a poder desempeñar un papel más directo en los procesos de innovación. También contribuye a conocer esta característica los datos sobre el empleo en sectores de alta tecnología (manufactureros y de servicios).

La OCDE y Eurostat han trabajado conjuntamente para elaborar una batería de indicadores capaces de reflejar la disponibilidad de capital humano especialmente importante para la innovación en los distintos países. Este colectivo específico es el que

recibe el nombre de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT)<sup>5</sup> (OCDE 1995). Estos indicadores, vienen a sumarse y completar la información tradicionalmente proporcionada por las estadísticas referidas a la disponibilidad de personal de I+D que hemos expuesto con anterioridad. Si hasta hace poco, hablar de recursos humanos para la innovación equivalía a hablar de la personas directamente vinculadas a actividades de investigación y desarrollo, la intención de estos organismos internacionales es que sean considerados recursos humanos para la innovación el conjunto del personal cualificado, lo que refleje la importancia que se otorga a lo que hemos definido como “capacidad de absorción” del sistema. Se entiende en este caso por cualificación el contar con altos niveles educativos o desempeñar ocupaciones que requieran altos niveles de formación.

Las personas con altos niveles de cualificación son sin duda piezas clave para estas actividades. Pero no son menos importantes, de cara al buen aprovechamiento del conocimiento generado y a su difusión, las capas de población con niveles de formación medios. La especial estructura educativa de la población española es merecedora de una atención especial en este análisis ya que puede tener importantes consecuencias para el Sistema de Innovación.

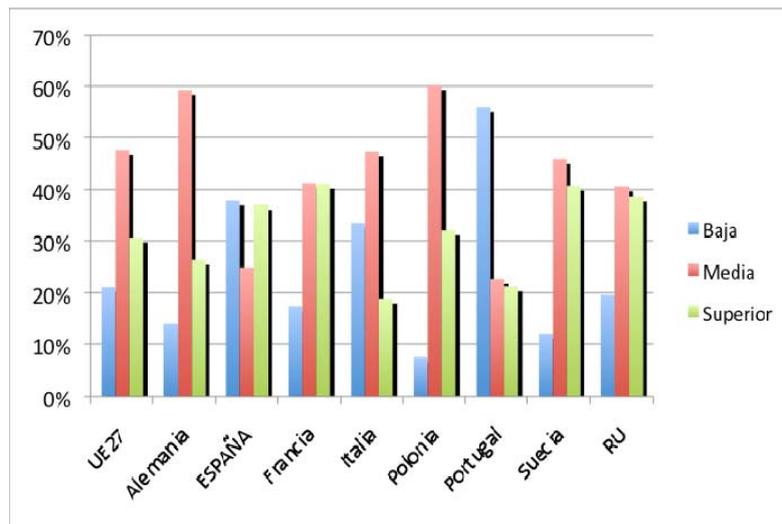
Si consideramos el porcentaje de población entre 15 y 74 años cuya educación no supera el segundo ciclo de secundaria, nos encontramos con que España presenta la tercera tasa más elevada de la Unión Europea (38%) después de Malta (57%) y Portugal (56%). Como puede apreciarse en la figura 4, una distancia importante en este indicador separa a España de la media de la Unión y los países de nuestro entorno como Francia, Alemania o Reino Unido, así como de los países del Este de Europa. En el

---

<sup>5</sup> El equivalente en inglés de estas siglas es “HRST” (Human Resources in Science and Technology). Puede decirse que este acrónimo ya está adquiriendo una identidad propia puesto que en la principal base de datos estadísticos de la Unión Europea, elaborada por Eurostat, los datos de “HRST” aparecen como un apartado específico en el capítulo de ciencia y tecnología.

extremo opuesto se encuentra el indicador de proporción de la población con educación terciaria (superior universitaria o formación profesional de ciclo superior), en el cual España (37%), se sitúa por encima de la media europea (31%), acercándose más al nivel máximo de Dinamarca (46%) que al mínimo de Portugal (21%) y Rumanía (17%). A este fenómeno nos referíamos al llamar la atención sobre el nivel de polarización de la estructura educativa de la población española, estructura que es única en el contexto de la Unión Europea. En los países con mayores niveles de desarrollo económico, el grupo de población de mayor peso es aquel con formación de nivel medio, lo cual no es el caso de España.

Figura 4: Estructura de la población de 15 a 74 años por nivel educativo máximo alcanzado<sup>6</sup>



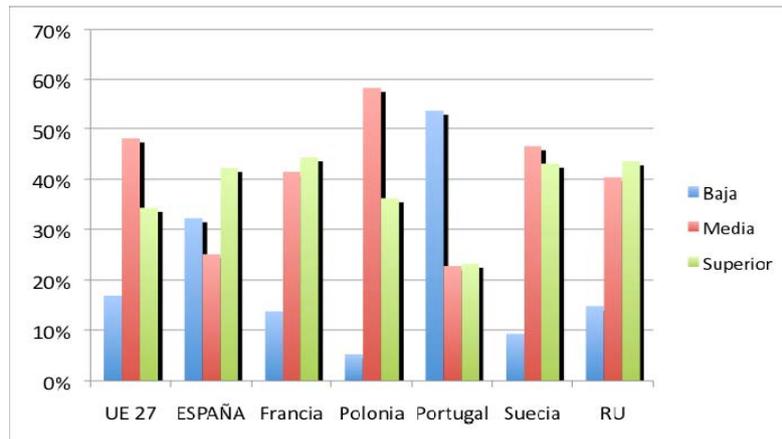
Fuente: Eurostat 2010, con elaboración propia

Este fenómeno, específico de nuestro país, ha sido resaltado en anteriores trabajos. Los datos recogidos para el periodo 1999-2004 pusieron de manifiesto la misma situación (Cañibano, 2004). Fina y col. (2000) destacan la “dualización de la estructura educativa”, como un fenómeno característico de nuestro país, dado que países con

<sup>6</sup> La clasificación de niveles educativos recogida en el gráfico es la siguiente: Educación Baja = Educación de nivel primario; Educación Media = Educación de hasta segundo ciclo de secundaria; Educación alta = Educación Terciaria, es decir formación profesional de grado superior o formación universitaria.

niveles de desarrollo parecidos presentan estructuras muy diferentes. A su vez, San Segundo y otros (2000a y 2000b) y Espina (2000) también han hecho especial hincapié en el déficit de la enseñanza secundaria en España con respecto a la OCDE. Esta estructura educativa no responde sólo al posible peso de la población con bajos niveles de educación entre las cohortes mayores ni de un posible peso importante de la población joven que no ha tenido tiempo de completar sus estudios secundarios. La polarización se mantiene al considerar la población ocupada de 25 a 39 años, como muestra la figura 5.

Figura 5: Estructura de la población de 25 a 39 años por nivel educativo máximo alcanzado



Fuente: Eurostat 2010, con elaboración propia

Es importante poner de relieve, sin embargo, el progreso registrado en las últimas décadas en el nivel educativo de la población española. Según Espina (2000; 164) en 1970 España tenía un atraso de 100 años con respecto a Francia (el nivel educativo de la población española en 1970 equivalía al de la población francesa en 1870), en cambio ya en 1999 la proporción de personas de entre 25 y 34 años con formación de nivel superior era menor en Francia que en nuestro país. A lo largo de la década de 1990 España estuvo entre los países de la OCDE en los que más creció la población con educación de nivel superior. El crecimiento del periodo 1995-2000 sitúa a España en

niveles cercanos a los de Dinamarca, Finlandia, Nueva Zelanda y Noruega, seguido de una estabilización en los años posteriores (OCDE, 2009).

A finales de la década de 1980 España presentaba un déficit de capital humano con respecto a la media de la OCDE en todos los niveles educativos, con la particularidad de que era uno de los países con menor porcentaje de graduados universitarios en ciencias y carreras técnicas (Alba, 1993). Instituciones europeas como el IRDAC<sup>7</sup> (1991) insistían en que la insuficiencia de cualificaciones ponía en peligro la competitividad Europea con respecto a Estados Unidos y Japón. En particular, se hacía especial énfasis en la escasez de científicos e ingenieros cualificados y de titulados superiores en tecnologías de la información, biotecnología o electrónica (MINER, 1988). España se resentía por tanto de un déficit general de educación y de un déficit particular de titulados superiores en ciencias e ingeniería. En años posteriores, este déficit se ha resuelto con éxito. Los datos más recientes de EUROSTAT, correspondientes a la distribución por áreas de conocimiento de los titulados en educación de nivel terciario en 2007, revelan que la proporción de graduados en Ciencias, Matemáticas e Informática fue de 9,5% en España, frente a un 8,7% en Estados Unidos, un 13,3% en el Reino Unido y un 3,2% en Japón. Asimismo, ponen de manifiesto que la proporción de titulados en Ingeniería sobre el conjunto de titulados fue de 17,1% en España, 7% en Estados Unidos, 8,5% en el Reino Unido y 18,8% en Japón. En comparación con los países más industrializados, puede afirmarse por tanto, que el Sistema Español de Innovación no adolece de una insuficiencia relativa de titulados superiores en general, ni de graduados de carreras técnicas y científicas en particular.

---

<sup>7</sup> Industrial Research and Development Advisory Committee of the Commission of the European Communities.

El grado de aprovechamiento de este potencial de capital humano por parte del sistema productivo puede estimarse a partir de los datos de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT) y del análisis de la estructura ocupacional de la población. De acuerdo con la definición del Manual de Canberra (OCDE, 1995) son Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT) aquellos que, o bien han completado estudios más allá de los estudios secundarios siguiendo una especialidad en ciencia y tecnología, o bien, aún no habiendo completado dichos estudios, desempeñan una ocupación relacionada con la ciencia y la tecnología. En la práctica, los indicadores publicados de subgrupos de RHCT son los siguientes.

- RHCTE: Personas que han cursado estudios de nivel terciario en cualquier área de conocimiento<sup>8</sup>.
- RHCTO: Personas que desempeñan ocupaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología<sup>9</sup>.
- RHCT: Unión de los dos grupos anteriores ( $RHCTE \cup RHCTO$ )
- RHCTN: Núcleo de RHCT, es decir, personas con educación de nivel terciario y una ocupación en ciencia y tecnología ( $RHCTE \cap RHCTO$ )
- RHCTD: RHCT desempleados

El cuadro 10 permite observar la evolución registrada por estos indicadores desde que empezaron a calcularse. Cabe señalar el importante progreso de los indicadores españoles en relación con la media europea, en particular en lo referido a personas con ocupaciones en ciencia y tecnología. Si el inicio del periodo se caracteriza por una

---

<sup>8</sup> En términos de la Clasificación Internacional de Educación de 1997 (ISCED-97) la delimitación del colectivo de RHCTE se corresponde con los niveles 5B, 5A y 6.

<sup>9</sup> Se entiende que, dentro de las clasificaciones de ocupaciones empleadas (ISCO en Europa y CNO en España) éstas son las correspondientes a los grupos de “Técnicos, Profesionales, Científicos e Intelectuales” y “Técnicos y Profesionales de Apoyo”.

disponibilidad de RHCTE equiparable a la media europea (22% en España, 20% en la UE), pero un empleo de RHCTO notablemente inferior (18% en España, 28% en la UE); el año 2008 registra una sensible disminución de la distancia en RHCTO (26% en España, 31% en la UE) y la superación de la media europea de RHCTE en 7 puntos porcentuales (36% en España, 29% en la UE). El peso de activos con formación de nivel terciario y a la vez ocupaciones en ciencia y tecnología (RHCTN) se ha mantenido a la altura de la media europea a lo largo del periodo. Posiblemente el cambio más llamativo haya sido la disminución en el peso de los RHCT desempleados, cuya proporción ha caído mucho más que los niveles de desempleo general registrados en el periodo (26,8% en 1994, 15,9% en 2000 y 14,9% en 2008 según datos de la misma fuente). En definitiva, estos indicadores reflejan la mejoría progresiva en la capacidad del sistema productivo español para emplear a sus RHCT. El cuadro 13 refuerza estas conclusiones. La proporción de empleados en los sectores manufactureros y de servicios considerados como “intensivos en conocimiento” que son RHCT, con respecto al total de empleados en estos sectores, es superior en España a la media europea.

**Cuadro 10: Recursos humanos en ciencia y tecnología**

	España			Unión Europea		
	1994	2000	2008	1994	2000	2008
RHCT	26,5	34,4	41,7	34	35,9	41,2
RHCTE	21,8	28,8	36	20,2	23,3	28,7
RHCTO	17,9	22,7	26,2	28,3	28,3	31,7
RHCTN	13,1	17	20,5	14,3	15,7	19
RHCTD	15,4	9,3	5,5	3,3	3,2	2,6

*Fuente: EUROSTAT, 2010*

Cabe resaltar, no obstante, la distancia entre los indicadores de RHCTE y RHCTO. En el año 2008 éstos son: 36% / 26% en España y 29% / 32% de media Europea, lo cual refleja que España produce más RHCT de los que son capaces de absorber los sectores ocupaciones considerados de ciencia y tecnología, mientras que en el conjunto de

Europa, estos sectores emplean a un volumen de personas superior al que arroja el sistema de formación superior.

**Cuadro 11: Proporción de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología sobre el total de empleados, 2009 (Clasificación NACE 2008 rev.2)**

	Todos los sectores	Manufacturas intensivas en conocimiento	Servicios intensivos en conocimiento
España	41,7%	63,5%	86,9%
Unión Europea	41,3%	56%	81,5%

*Fuente: EUROSTAT, 2010*

Consideremos a continuación el nivel de formación de los ocupados en el Grupo 1 de la clasificación de ocupaciones (Dirección de las empresas y de las administraciones públicas), con objeto de valorar el nivel educativo de los directivos empresariales (Cuadro 12).

**Cuadro 12: Nivel educativo de los directivos**

	Educación Baja		Educación media		Educación Superior	
	2000	2009	2000	2009	2000	2009
España	51%	36%	23%	25%	26%	39%
UE	20%	17%	41%	41%	36%	42%

*Fuente: EUROSTAT, 2010*

El cuadro 12 es un reflejo más de la polarización educativa comentada anteriormente. El progreso registrado a lo largo de la última década en la disminución de la proporción de directivos cuya formación no superaba el primer ciclo de secundaria es notable, pasando de un 51% a un 36%; aún con esto, el indicador duplica la media europea. La proporción de directivos con estudios superiores es prácticamente equiparable a la europea, habiendo registrado también un marcado crecimiento a lo largo del periodo, no obstante, se mantiene prácticamente constante el peso de aquellos con estudios de nivel medio.

**Cuadro 13: Estructura ocupacional de la población ocupada**

	España			Unión Europea		
	2000	2005	2009	2000	2005	2009
Fuerzas armadas	0,53%	0,53%	0,58%	0,51%	0,70%	0,65%
Dirección de empresas y AAPP	7,74%	6,69%	7,87%	7,78%	8,22%	8,35%
Técnicos y profesionales, científicos e intelect	11,45%	12,57%	13,55%	12,26%	13,39%	14,20%
Técnicos y profesionales de apoyo	9,64%	11,43%	12,30%	14,52%	15,85%	16,58%
Empleados de tipo administrativo	9,88%	9,27%	9,19%	11,92%	11,03%	10,73%
Servicios de restauración y servicios personale	14,31%	15,32%	17,02%	13,08%	13,31%	13,97%
Trabajadores cualificados en la agricultura y pe	4,41%	2,99%	2,55%	5,81%	4,48%	3,97%
Artesanos y trabajadores cualificados en la ind	17,03%	16,94%	14,32%	15,73%	14,32%	13,45%
Operadores de instalaciones y maquinaria	10,65%	9,26%	8,61%	9,15%	8,74%	8,21%
Trabajadores no cualificados	14,37%	15,04%	14,01%	8,78%	9,62%	9,54%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: INE (2010) Encuesta de población activa

Finalmente, nos detenemos sobre la estructura ocupacional de la población (Cuadro 13).

Se observa en España un peso inferior de las ocupaciones consideradas de mayor nivel de cualificación (grupos 2 y 3) con respecto a la media europea y una proporción sensiblemente mayor de trabajadores no cualificados. El peso de este último grupo ha caído ligeramente desde principios de la década de 1990 (indicador de 1992 para España: 16,6%). El grupo de técnicos (grupo 3) ha registrado en cambio un aumento considerable (indicador de 1992: 4%), mientras que el de profesionales (grupo 2) parece haber iniciado en la presente década una tendencia de crecimiento lento pero sostenido (indicador de 1992: 9,2%).

Del análisis de los indicadores de recursos humanos se desprenden las siguientes características principales, que necesariamente afectan a la dinámica innovadora del país. Destaca en primer lugar la polarización de la estructura educativa, que hace, por una parte, que se haya eliminado la distancia que nos separaba de los países más avanzados en número de titulados universitarios y en la proporción de éstos con titulaciones científico-técnicas. Por otra parte, el peso de la población que no completa

el segundo ciclo de estudios secundarios es de los más altos de Europa, a lo cual se suma el factor cualitativo de que los indicadores de competencias de los estudiantes de secundaria en nuestro país están entre los más bajos de la OCDE según el informe PISA (OCDE, 2006). Se aprecia una ligera disminución del peso de este grupo de baja cualificación con respecto a análisis anteriores (Cañibano, 2004) pero la polarización se mantiene, incluso entre las cohortes jóvenes de población.

En la estructura ocupacional se perciben tendencias que invitan a un moderado optimismo. A lo largo de la última década ha aumentado el peso de las ocupaciones consideradas de ciencia y tecnología, así como el del empleo en los sectores de alta y media-alta tecnología. La proporción de personal cualificado sobre el total de empleados en los sectores intensivos en conocimiento es equiparable, e incluso superior, a la media europea. El nivel educativo de los directivos ha mejorado, aunque sigue pesando en exceso el grupo de los no cualificados. Parece que las tendencias apunten, lentamente, hacia una disminución del “sesgo en la estructura ocupacional española hacia las tareas de ejecución en detrimento de las de concepción” (Fina y otros. 2000; 113).

A pesar de estos cambios positivos, conviene insistir en la relevancia de la falta de población con estudios de nivel medio, así como la abundancia de población que no completa los estudios secundarios. Esta característica estructural dificulta la difusión de conocimiento en el sistema productivo y el empleo de tecnologías avanzadas en sectores no clasificados como punteros en ciencia y tecnología. Favorece, asimismo, la polarización salarial y cultural y la falta de cohesión social, e impide el desarrollo equilibrado de una “sociedad basada en el conocimiento”. Si el reto principal de nuestro país hace unas décadas era formar una élite de profesionales cualificados que pudiera encabezar y dirigir su desarrollo económico y que pudiera ser empleado en sectores

tecnológicos emergentes, hoy día, la clave está, sobre todo, en el aumento general del nivel de cualificación de la población no universitaria, la lucha contra el fracaso escolar y el desarrollo de competencias durante la escolarización en primaria y secundaria.

## **5 La Articulación**

La articulación de un Sistema de Innovación da una medida de la capacidad de sus elementos para interrelacionarse y del nivel que alcanzan estas relaciones para facilitar la aparición de innovaciones a través del “aprendizaje interactivo” (Lundvall y Borrás, 1997), dependiendo éste de la calidad e intensidad de las citadas relaciones. En sistemas como el español, con un elevado porcentaje de PYME, éstas se favorecen si el Sistema dispone de un Entorno Tecnológico potente y también de Estructuras de Interfaz, que son unidades entre cuyos objetivos están los de fomentar y catalizar estas relaciones, o de otro tipo de estructuras que favorezcan las interacciones entre empresas, grupos de investigación y otras entidades para el desarrollo de actividades de I+D e innovación, como por ejemplo, las plataformas tecnológicas, los clústeres y otras iniciativas de política de innovación promovidas tanto por las políticas europeas como por las nacionales y regionales.

### **5.1 Primeros indicadores de articulación**

Una fuente de información sobre la articulación del Sistema es la Estadística de Innovación Tecnológica en las empresas, pues recoge preguntas relativas a la cooperación de éstas con otros agentes del Sistema en sus procesos innovadores. En el cuadro 16 puede apreciarse las diferencias entre las PYME y las grandes en su estrategia de cooperación con otras entidades en materia de I+D e innovación. En general, las empresas españolas cooperan en menor proporción que las de los países más avanzados de la UE. Así, según el European Innovation Scoreboard de 2009, el porcentaje de

empresas que cooperaban en 2006 en Finlandia era del 27,5% y ese año el indicador para España era del 5%, solo por encima de Italia, Bulgaria y Rumanía. Sorprende ver que las PYME declaran cooperar en mayor proporción con las universidades que con los centros tecnológicos; la falta de información sobre el contenido de esta cooperación hace difícil identificar su alcance, pero en estudios realizados sobre los contratos entre las universidades y las empresas se concluye que éstas colaboraciones no inciden de forma significativa en el desempeño innovador de las empresas (Vega y col., 2008).

**Cuadro 14: Empresas innovadoras (EIN) que cooperan y tipo de agentes con los que cooperan**

	Menos de 250 empleados		250 y más empleados		Total	
Nº total de Empresas EIN que han cooperado en innovación en 2006-2008	6.682		814		7.497	
<i>% de empresas EIN que han cooperado sobre el total de empresas EIN</i>	14,6		38		15,7	
<i>% de empresas EIN que han cooperado sobre el total de empresas</i>	3,4		19,9		3,7	
<b>Empresas EIN que han cooperado:</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
Con otras empresas de su mismo grupo	1.218	18,2	403	49,5	1.622	21,6
Con proveedores de equipos, material o software	3.155	47,2	486	59,7	3.641	48,6
Con clientes	1.510	22,6	241	29,6	1.751	23,4
Con competidores u otras empresas del sector	1.266	18,9	212	26	1.479	19,7
Con consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D	1.636	24,5	300	36,9	1.936	25,8
Con universidades u otros centros de enseñanza superior	1.974	29,5	378	46,4	2.352	31,4
Con organismos públicos de investigación	1.027	15,4	224	27,5	1.250	16,7
Con centros tecnológicos	1.601	24	296	36,4	1.897	25,3
<i>Nota: la suma de los porcentajes no da 100 porque las empresas pueden cooperar simultáneamente con diversos agentes</i>						
<i>Fuente: INE (2010): Encuesta de innovación tecnológica de 2008</i>						

El entorno tecnológico ya ha sido descrito porque posee una doble misión: proporcionar tecnología a los demás sectores productivos, especialmente a las PYME y a las empresas de servicios, y facilitar la adecuación de los conocimientos producidos en el

entorno científico a las necesidades del sector productivo. En España la articulación entre el entorno tecnológico –especialmente los institutos tecnológicos- y el científico es escasa, tal como ponen de manifiesto algunos estudios (Alto Consejo Consultivo de la Generalitat Valenciana, 2007).

El cuadro 15 muestra en qué medida los resultados de la innovación tecnológica de las empresas han sido obtenidos en cooperación con otros socios. Se han elegido tres sectores de industria y tres de servicios de diferente nivel tecnológico para tratar de ver diferencias. Se aprecia que, salvo en los servicios, los resultados de la innovación proceden básicamente del esfuerzo de las propias empresas, pero en segundo lugar se encuentra la cooperación, antes que la subcontratación a terceros, salvo en comercio y hostelería, donde apenas se producen innovaciones en cooperación, pero la principal fuente de innovaciones de proceso son entidades externas (compra de maquinaria, servicios). En contra de lo que cabría esperar, tampoco se aprecian diferencias en la cooperación para obtener procesos o productos, salvo en el sector de otro material de transporte.

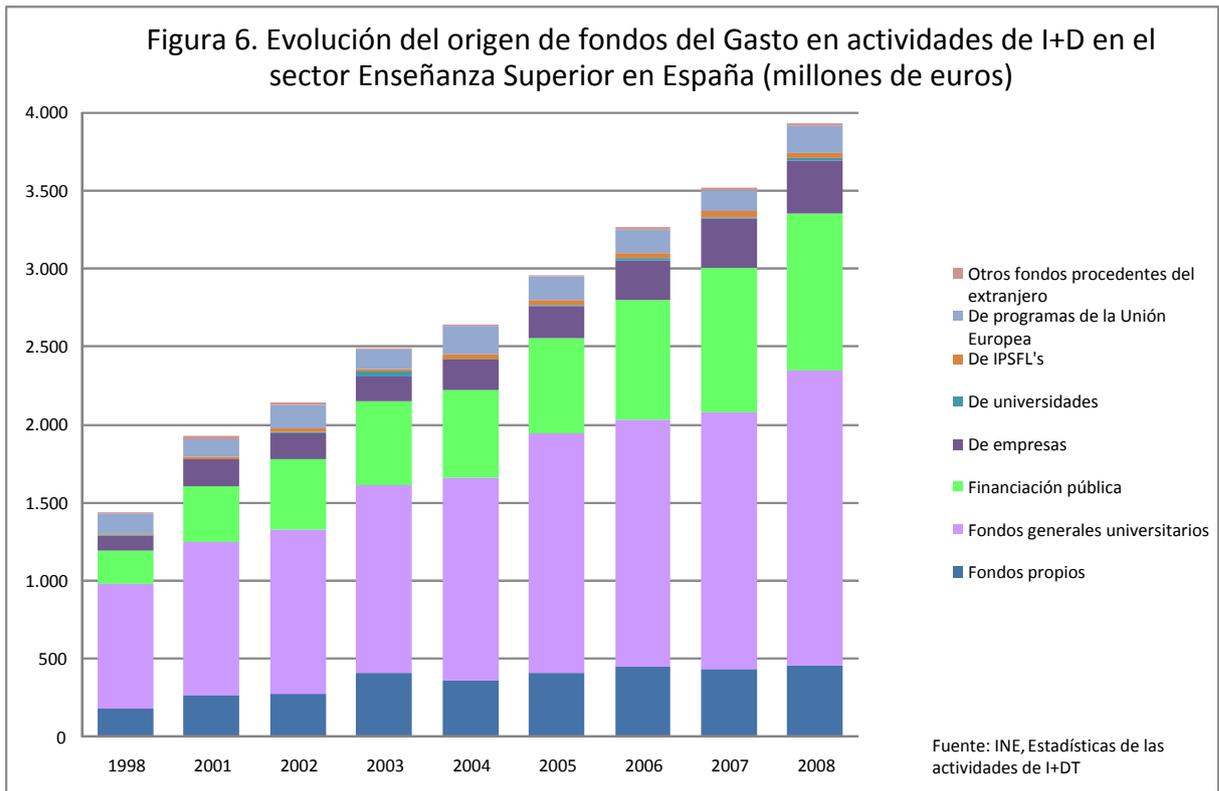
**Cuadro 15: Resultados de la innovación tecnológica en 2008 desarrollados en cooperación o bajo contrato**

	Total	Farmacia (CNAE 21)	Productos informáticos, electrónicos y ópticos (CNAE 26)	Otro material de transporte (CNAE 30)	Comercio (CNAE 45, 46, 47)	Hostelería (CNAE 55, 56)	Información y comunicaciones (CNAE 58, 59, 60, 61, 62, 63)
<b>A) De producto (bienes y/o servicios nuevos o mejorados) (nº de empresas)</b>	18.493	127	286	123	2.735	299	1.296
Desarrollados principalmente por la propia empresa o grupo de empresas (%)	79,9	83,5	89,2	64,2	76,5	81,9	82,3
<b>Desarrollados principalmente en cooperación con otras empresas o instituciones (%)</b>	<b>8,5</b>	<b>13,4</b>	<b>8,4</b>	<b>23,6</b>	<b>5,2</b>	<b>1,0</b>	<b>11,5</b>
Desarrollados principalmente por otras empresas o instituciones (%)	11,6	3,1	2,4	11,4	18,3	17,1	6,1
<b>B) De proceso (nº de empresas)</b>	35.463	141	293	126	6.621	927	1.285
Desarrollados principalmente por la propia empresa o grupo de empresas (%)	64,6	78,7	75,4	66,7	58,0	56,2	74,4
<b>Desarrollados principalmente en cooperación con otras empresas o instituciones (%)</b>	<b>7,4</b>	<b>13,5</b>	<b>10,9</b>	<b>13,5</b>	<b>5,6</b>	<b>0,9</b>	<b>11,1</b>
Desarrollados principalmente por otras empresas o instituciones (%)	28,0	8,5	13,7	19,8	36,4	42,9	14,6

Fuente: INE (2010): Encuesta de innovación tecnológica 2008

## **5.2 Una medida de la cooperación universidad-empresa**

Una primera aproximación del nivel de interrelación de las entidades del entorno científico con el productivo se logra analizando qué porcentaje de su gasto en actividades de I+D es financiado por empresas. En la Figura 6 se representa la evolución del origen de los fondos del gasto en actividades de I+D en el sector enseñanza superior español. El porcentaje de fondos procedentes de las administraciones (que recoge la financiación obtenida en programas competitivos) representó, en 2008, un 26% y el de programas internacionales, que implican cooperación con otros grupos de investigación y con empresas, un 4,3%; por su parte, el porcentaje del gasto ejecutado por las universidades españolas que son financiados por empresas representó, ese año, el 9% del total. Este porcentaje está por encima de la media europea (6%) y supera a los de otros países más desarrollados como Finlandia, Suecia, Reino Unido, Francia, Irlanda o Dinamarca (EUROSTAT, 2010). En el caso de los organismos de investigación de la administración, la financiación de empresas representa un valor algo inferior (6% del gasto), valor también ligeramente inferior al promedio de sus homólogos europeos (8%). En todo caso, las diferencias legales e institucionales entre los diversos países europeos hacen que la gestión de los instrumentos de cooperación pueda ser externalizada y también los recursos correspondientes (Conesa y col., 2007).



### 5.3 Estructuras y espacios para propiciar la cooperación

En el sistema español de innovación conviven diversas estructuras cuya misión es fomentar las interacciones entre gentes en actividades de I+D e innovación, en general, ofreciendo sus servicios para facilitar información sobre las capacidades de sus entidades y sobre oportunidades de financiación y para asesorar en las diversas materias implicadas (contratos, propiedad industrial, etc.). Es el caso de las **Oficinas de Transferencia de Conocimiento**, llamadas OTRI porque surgieron de un programa del Plan Nacional de I+D en 1989, actualmente presentes en todas las universidades y los organismos públicos de investigación y también en los principales institutos tecnológicos y algunas asociaciones empresariales; las OTRI fueron, inicialmente, coordinadas desde la Secretaría general del Plan nacional de I+D, pero a partir de 1997 las OTRI de las universidades establecieron su propia red, en el marco de la

Conferencia de Rectores de las Universidades españolas (CRUE), creando una unidad coordinadora en esta entidad (Castro y col., 2005). También pueden encuadrarse aquí los **Centros Europeos de Empresas Innovadoras (CEEI)**, iniciativa de la UE encaminada a la incubación de empresas innovadoras, proporcionándoles asesoramiento y apoyo técnico; se suelen encontrar ubicados en los parques tecnológicos y en España hay 23, repartidos por todas las CCAA, salvo La Rioja y Extremadura y agrupados, como las OTRI, en una red nacional (ANCES<sup>10</sup>).

Otras estructuras creadas, inicialmente, para ofrecer a las nuevas empresas o a las innovadoras espacio en un contexto innovador y facilidades para la transferencia de conocimiento y tecnologías, son los **parques tecnológicos** y más recientemente los **científicos o científico-tecnológicos**, creados por las universidades. En la actualidad hay 76 parques, de los que 25 se autodefinen como científicos, 30 como tecnológicos y 21 como científico tecnológicos; todos ellos se agrupan en una asociación (APTE<sup>11</sup>) que da cuenta de sus actividades y servicios.

Algunas asociaciones empresariales y cámaras de comercio han comenzado recientemente a incluir entre sus servicios a las empresas algunos orientados a favorecer la participación en programas de fomento de la I+D y la innovación en el ámbito nacional, regional o europeo y ese tipo de unidades pueden, también, ser consideradas como unidades articuladoras.

También otras iniciativas de política tecnológica nacional, como las **plataformas tecnológicas**, o los proyectos CONSOLIDER y CENIT, cada uno con su orientación específica, tienen por objetivo fomentar la cooperación en materia de ciencia e

---

<sup>10</sup> <http://www.ances.com/>

<sup>11</sup> <http://www.apte.org/es/>

innovación. Las **plataformas tecnológicas**<sup>12</sup> surgieron en el marco de la estrategia de Lisboa y en España se han creado 46, como complemento y refuerzo de las europeas, en sectores tan diversos como Alimentación, agricultura y pesca; Medioambiente y Ecoinnovación; Energía; Seguridad y Defensa; Construcción, Ordenación del Territorio y Patrimonio Cultural; Turismo; Transportes e infraestructura; Sectores industriales; Salud, biotecnología y Farmacéutico; Telecomunicaciones y Sociedad de la Información; Nanociencia y Nanotecnología; Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales.

Lo anterior pone de manifiesto un esfuerzo notable por tejer un entramado institucional de apoyo a la cooperación inter-sectorial, así como entre las propias empresas, en materia de I+D+I. Con todo, los indicadores muestran la dificultad de fomentar este tipo de interacciones en nuestro país. Veámos en el cuadro 14 como el porcentaje medio de empresas que declararon haber cooperado para innovar en 2008 asciende sólo el 3,7% del total de empresas y 15,7% del total de empresas innovadoras.

## **6 El entorno institucional: el papel de las administraciones públicas**

Si los efectos sociales de la innovación y, dentro de ella, especialmente de las actividades de I+D, justifican la intervención de los poderes públicos, la Constitución Española de 1978 no podía dejar de recoger una referencia explícita a esta materia y así, la Constitución Española se refiere de forma directa a la innovación y a la investigación científica y técnica en cuatro artículos:

- Artículo 40.1: *“Los poderes públicos promoverán las condiciones favorables al progreso social y económico y para una distribución de la renta nacional y*

---

<sup>12</sup> <http://www.micinn.es/>

*personal más equitativa, en el marco de una política de estabilidad económica.*

*De manera especial realizarán una política orientada al pleno empleo.”*

- 44: *“Los poderes públicos promoverán la ciencia y la investigación científica y técnica en beneficio del interés general”*
- Artículo 148. 1: *“Las Comunidades autónomas podrán asumir competencias en las siguientes materias: .....*
  - *13. El fenómeno del desarrollo económico de la Comunidad Autónoma dentro de los objetivos marcados por la política económica nacional.*
  - *17. El fomento de la cultura, de la investigación y, en su caso de la enseñanza de la lengua de la Comunidad Autónoma”*
- Artículo 149. 1: *“El Estado tiene competencia exclusiva sobre las siguientes materias: .....*
  - *9. Legislación sobre propiedad intelectual e industrial*
  - *15. Fomento y coordinación general de la investigación científica y técnica”*

El desarrollo del artículo 149.1.9 se efectuó mediante la publicación de la Ley de Patentes (Ley 11/1986 de 20 de marzo de 1986) y el del artículo 149.1.15 mediante la publicación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley 13/1986 de 14 de abril, usualmente denominada “Ley de la Ciencia”). Otra Ley de gran importancia en esta materia fue la Ley Orgánica de Reforma Universitaria (Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto), pues en ella se regulaban aspectos importantes para el fomento de las actividades de I+D y de la cooperación con las empresas dentro de las universidades, ley que ha sido modificada

en dos ocasiones (la actual, denominada Ley de Orgánica de Universidades, se promulgó en 2001 y fue modificada en 2007).

Por su parte, las Comunidades Autónomas españolas han recogido en sus correspondientes Estatutos de Autonomía directamente esta competencia.

La característica principal del entramado de regulaciones y legislaciones que enmarcan las actividades de ciencia, tecnología e innovación en España, fruto de un marco constitucional encierta medida ambiguo en la distribución de competencias, es la complejidad, especialmente por la conjunción de distintos niveles competenciales, pues al nacional y al autonómico se unió el europeo a partir de 1986. De acuerdo con Tortosa (2006), después de 20 años de políticas estatales de I+D no se ha conseguido establecer un mecanismo de cooperación y coordinación, que contemple de forma sistemática todas las políticas de ciencia y tecnología que cohabitan en el Estado, ni de éstas con la Unión Europea (pgs. 82-83). Tortosa señala la dificultad de valorar realmente los beneficios o inconvenientes de esta situación, dada la falta de estudios al respecto, pero destaca como factor muy positivo el hecho de que actualmente, en la mayoría de las regiones, las políticas de I+D y de innovación ocupen un lugar central de la agenda política (pag.93). Como inconveniente, cabría señalar la dificultad añadida que esta complejidad implica para los actores ejecutores de la I+D, cuyo marco de referencia cambia notablemente en función de la región en la que se encuentren. Esa misma complejidad hace que trascienda con mucho los objetivos del presente trabajo el dar cuenta detallada de los marcos reguladores en las distintas regiones.

A nivel nacional, el marco regulador fundamental del sistema público de I+D ha venido dado, desde 1986 por la Ley 13/86, conocida como “Ley de la Ciencia”. Esta Ley establece el Plan Nacional de I+D como instrumento operativo para el fomento y la coordinación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Los cuatro

primeros Planes (1988/91, 1992/95, 1996/99, 2000/03) estuvieron casi exclusivamente al sector académico y de investigación y apenas con efectos sobre el desarrollo tecnológico o la actividad de las empresas. Fue el cuarto Plan (2004/08) el que dio un giro hacia la integración de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (López Facal y col., 2004).

Según Lopez Facal y col. (2006) el Plan Nacional ha contribuido a fortalecer al sistema público de investigación, a aumentar la infraestructura y el número de investigadores y a mejorar la productividad de publicaciones científicas, pero ha tenido menos impacto en la producción de nuevas tecnologías y patentes. Las principales deficiencias de los Planes, según estos autores han sido: la ausencia de orientación a medio y largo plazo, así como los programas industriales de envergadura, y la investigación de riesgo y alta inversión; el exceso en el número de proyectos, fomentando la atomización, la dispersión de esfuerzos y la disminución de capacidades y, finalmente, la falta de articulación entre el sector público y el privado y entre Comunidades Autónomas.

La corrección de deficiencias y de la obsolescencia de un marco regulador inadaptado a las necesidades actuales es el objetivo fundamental de la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, cuyo anteproyecto se encuentra en fase de tramitación en el momento de redacción del presente capítulo. Por su parte, algunas CCAA han establecido sus propias leyes de ciencia e innovación para regular los aspectos institucionales de sus respectivos territorios.

## **7 Los resultados del Sistema de Innovación**

Los indicadores de resultados del Sistema español de innovación identificables con la información disponible en la actualidad son, básicamente, la producción científica y las patentes, para el sistema en su conjunto, y los indicadores de innovación tecnológica

(% de la cifra de negocios de las empresas) y la balanza tecnológica y la comercial de productos de alta tecnología para las empresas.

### **7.1 Resultados científicos**

La producción científica puede obtenerse en diversas bases de datos de publicaciones científicas. En el cuadro 16 se muestra la evolución de la producción científica española a partir de las bases de datos de publicaciones internacionales del Institute of Scientific Information de Filadelfia: Arts & Humanities, Science Citation Index y Social Science Citation Index, pues las revistas recogidas en ella cumplen unos criterios de calidad internacional contrastada, y en el cuadro 17 las tasas anuales de variación acumulativa tendencial para el período completo y para dos tramos intermedios. Se puede apreciar que en todas las áreas el mayor crecimiento se ha experimentado en el segundo periodo, especialmente en las bases de datos de humanidades y ciencias sociales, lo que sugiere, por una parte, que estos colectivos están aumentando su producción y variando su estrategia de publicación (de libros a revistas) bajo presión de los sistemas de evaluación. Por otra parte, se está produciendo en paralelo un aumento de las revistas españolas en la base de datos del ISI, que refleja una adaptación de las revistas españolas a los requisitos de calidad de esta entidad. En términos relativos, España ha pasado de tener un 2,3% de la producción científica mundial en 1998 al 2,8% en 2008, lo que representa un aumento de la productividad, pues, en el mismo período, el número de artículos por investigador del sector público (en EDP) pasó de 0,56 a 0,61. La contribución a la producción científica mundial por investigador del Sector Público está en España a la altura de la de países de nuestro entorno como Francia o Italia. Cabe destacar, no obstante y según datos apuntados anteriormente, que el gasto por investigador en este periodo creció más que la productividad medida en términos de publicaciones científicas. En todo caso, la alta productividad científica por investigador

que registra España puede ser considerada un reflejo de la calidad de la actividad investigadora, y por ende de la buena preparación los recursos humanos que desempeñan dicha actividad.

**Cuadro 16.- Artículos españoles recogidos en bases en las bases de datos del ISI durante el periodo 1997-2008**

<b>Años</b>	<b>AHCI</b>	<b>SCI</b>	<b>SSCI</b>	<b>Total</b>
1998	672	23.870	974	25.516
1999	698	25.098	1.181	26.977
2000	686	24.973	1.596	27.255
2001	711	26.474	1.438	28.623
2002	741	28.525	1.546	30.812
2003	707	29.938	1.777	32.422
2004	697	33.196	1.839	35.732
2005	799	35.828	2.216	38.843
2006	754	39.437	2.918	43.109
2007	1.048	43.119	4.026	48.193
2008	1.580	45.034	5.564	52.178
<b>TOTAL</b>	<b>9.684</b>	<b>377.410</b>	<b>26.020</b>	<b>413.114</b>

*Fuente: elaboración propia a partir de las bases de datos del ISI.*

**Cuadro 17- Tasas de Variación Tendencial Anual [TAVAT] del número de publicaciones de España**

	<b>1998-2008</b>	<b>1998-2003</b>	<b>2003-2008</b>
<b>BD del ISI</b>	7,5	4,7	9,6
<b>AHCI</b>	6,9	1,3	16,5
<b>SCI</b>	6,9	4,5	8,2
<b>SSCI</b>	16,0	10,0	24,5

*Fuente: elaboración propia a partir de la BD ISI*

Por otro lado, la participación de los científicos españoles en programas internacionales de I+D, básicamente en los del Programa marco de I+DT de la UE, pero también en otros contextos (ESA, CERN, CYTED, por ejemplo), ha dado lugar a un aumento progresivo de las colaboraciones con científicos de otras instituciones, especialmente internacionales, aunque hay diferencias entre las diversas áreas del conocimiento, como muestra la figura 10. El área de ciencias humanas es, con diferencia el área de conocimiento en la que menos colaboración se registra y la de ciencias exactas y

naturales aquella que presenta mayor grado colaboración, no sólo porque la mayoría de las grandes instalaciones científicas internacionales son del área, sino también por su peso en el programa marco de I+DT de la UE. Para ratificar esta conclusión baste decir que más del 50% de los artículos en colaboración se firman con instituciones europeas, cerca del 25% con EEUU y Canadá y el 11% con países de Latinoamérica.

Es singular la escasa colaboración entre científicos de diferentes instituciones españolas. En términos generales, la actividad científica en nuestro país parece caracterizarse por una creciente productividad y una creciente capacidad de colaborar con grupos de investigación de otros países.



\*\* La unidad de análisis para la medición de la colaboración es la afiliación institucional de los investigadores. Es decir, un trabajo publicado por dos investigadores del mismo instituto, departamento, etc, quedaría registrado como publicación sin colaboración.

## 7.2 Resultados tecnológicos

El indicador de resultados tecnológicos comúnmente utilizado es el relativo a las patentes. El cuadro 18 muestra la evolución de las patentes solicitadas en España, por residentes y no residentes. El cuadro muestra que España es un gran mercado, puesto que muchos inventores designan nuestro país para proteger sus invenciones, pero no tiene una gran capacidad inventiva, porque las patentes de residentes, a pesar de haber aumentado considerablemente, siguen siendo escasas, como se pone de manifiesto en la comparación internacional del European Innovation Scoreboard (cuadro 19).

**Cuadro 18: Patentes con efectos en España por solicitudes/concesiones, vía de presentación (1) y periodo**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>SOLICITUDES</b>											
Total	114.832	123.171	144.238	159.055	166.209	171.189	181.337	198.364	212.303	223.161	230.684
Vía Nacional ( Directas )	2.716	2.859	3.111	2.904	3.055	3.081	3.100	3.252	3.352	3.439	3.783
Vía Europea ( Directas y Euro-PCT )	112.085	120.226	141.044	156.060	163.078	168.019	178.153	195.024	208.861	219.629	226.800
PCT que entran en fase nacional	31	86	83	91	76	89	84	88	90	93	101
<b>SOLICITUDES VIA NACIONAL</b>											
Residentes	2.270	2.438	2.709	2.523	2.763	2.804	2.864	3.027	3.098	3.244	3.599
No residentes	446	421	402	381	292	277	236	225	254	195	184

(1) Vía Nacional directa: Son las solicitudes presentadas directamente en la Oficina Española de Patentes y Marcas

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Estadísticas de Propiedad Industrial.

**Cuadro 19. Patentes europeas solicitadas por residentes en diversos países europeos**

<b>País</b>	<b>Nº de patentes europeas por habitante</b>
Suiza	430,7
Alemania	290,9
Suecia	269,6
Finlandia	247,3
Luxemburgo	231,8
Dinamarca	207,8
Holanda	205,8
Austria	185,7
Bélgica	137,9
Francia	134,7
<b>Unión Europea 27</b>	<b>114,9</b>
Reino Unido	85,9
Italia	85,2
Irlanda	65,3
Eslovenia	57,6
Malta	33,8
<b>España</b>	<b>33,4</b>
Chipre	25,0
Hungría	13,7
Portugal	13,2
Grecia	10,9

Datos de 2006. Fuente: EUROSTAT (2010): EIS 2009

Las patentes solicitadas por no residentes en España siguen primando sobre las que solicitan los residentes en el extranjero y el indicador de densidad de patentes solicitadas con respecto a la población sitúa a España a la cola de la Unión Europea. La propensión a patentar de nuestras empresas es baja en comparación con el resto de los países de nuestro entorno, lo cual es debido a una multiplicidad de factores: a la escasez de empresas que innovan en producto, en particular de grandes empresas de alta tecnología, a la tendencia a no patentar en algunos sectores muy dinámicos en los que las innovaciones tienen un ciclo de vida muy corto (software, electrónica) y a factores culturales. Casi el 20% de las patentes españolas son solicitadas por organismos de investigación y otro 40% por inventores particulares, innovaciones, éstas últimas, cuya

repercusión económica es muy baja. El 40% restante son solicitudes empresariales (Estadísticas de propiedad industrial, 2008).

### **7.3 Resultados de innovación tecnológica**

En la medida de los resultados de la innovación el problema es definir lo que se considera como tal, de forma que se puedan comparar unos sectores y otros (Godin, 2002). En el Manual de Oslo de medición de la innovación tecnológica (OCDE-EUROSTAT, 2005) se ha optado por distinguir las innovaciones de producto de las de proceso y, respecto a su impacto sobre las ventas, se diferencian los bienes o servicios que fueron novedad únicamente para la empresa y los bienes o servicios que fueron novedad en el mercado. En el cuadro 20 se recogen los resultados globales de las empresas españolas correspondientes a 2008. Se puede observar que, cuando se analiza la cifra de negocios global, un elevado porcentaje de los productos de todas las empresas (entre el 80 y el 90, según el tamaño de la empresa) se mantiene sin alterar, pero cuando se analizan las empresas innovadoras (EIN), mejora el porcentaje de la cifra de negocios debida a nuevos productos. España ocupa, en el ámbito europeo, un lugar intermedio en lo que se refiere al impacto sobre el mercado (cuadro 21), aunque los datos de algunos países (como el Reino Unido) no dejen de ser sorprendentes si se comparan con los demás indicadores de innovación disponibles.

**Cuadro 20: Impacto económico de las innovaciones sobre la cifra de negocios por ramas de actividad, tipo de indicador y tamaño de la empresa.**

<b>% de la cifra de negocios 2008 debida a:</b>	<b>Menos de 250 empleados</b>	<b>250 y más empleados</b>	<b>Total</b>
Bienes y/o servicios que fueron novedad únicamente para la empresa	4,7	9,8	7,0
Bienes y/o servicios que fueron novedad en el mercado	3,0	9,0	5,7
Bienes y/o servicios que se mantuvieron sin cambios	92,3	81,3	87,3
De las EIN debida a bienes y/o servicios que fueron novedad únicamente para la empresa	12,4	12,0	12,1
De las EIN debida a bienes y/o servicios que fueron novedad en el mercado	8,0	10,9	9,9
De las EIN debida a bienes y/o servicios que se mantuvieron sin cambios	79,6	77,1	78,0
De las empresas con innovación de producto debida a bienes y/o servicios que fueron novedad únicamente para la empresa	28,8	16,2	19,2
De las empresas con innovación de producto debida a bienes y/o servicios que fueron novedad en el mercado	18,6	14,8	15,7
De las empresas con innovación de producto debida a bienes y/o servicios que se mantuvieron sin cambios	52,6	69,1	65,1

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2010): Encuesta de innovación en 2008*

**Cuadro 21: Impacto económico de la innovación en países de la UE**

	% de ventas debidas a productos nuevos	
	para la empresa	para el mercado
Malta	3,8	24,8
Grecia	9,0	16,6
Finlandia	4,8	10,8
República Checa	4,7	9,9
Alemania	10,1	9,1
Hungría	2,7	7,8
Eslovaquia	8,9	7,8
<b>España</b>	<b>8,5</b>	<b>7,4</b>
Irlanda	5,4	7,2
Portugal	6,1	7,2
Bulgaria	3,6	6,7
Austria	7,1	6,6
Bélgica	7,4	6,2
Francia	5,6	6,2
Lituania	6,4	6,0
Holanda	4,9	6,0
Luxemburgo	6,5	5,9
Eslovenia	7,5	5,8
Chipre	7,0	5,3
Rumania	13,7	4,9
Polonia	5,6	4,6
Italia	4,5	4,5
Estonia	9,3	4,4
Dinamarca	4,1	3,8
Reino Unido	4,8	3,7
Letonia	1,3	2,1

*Fuente: Comisión Europea (2010): European Innovation scoreboard 2009. Datos de 2006, salvo para Francia, que son de 2004*

En la industria española, las innovaciones tienen una repercusión en términos de facturación mayor que en otros países más innovadores de la UE. En España es escasa la proporción de empresas innovadoras, pero aquellas que innovan obtienen buenos resultados. Estos resultados se obtienen a pesar de la baja tendencia a colaborar de las empresas innovadoras y de la escasa proporción de las mismas que reciben ayudas públicas. Todo ello parece indicar que existe un gran potencial de mejora que justifica las políticas activas de fomento de la innovación, especialmente en las PYME. Sin

embargo, el incremento de la sensibilidad a este tipo de políticas pasa a nuestro juicio por un aumento en la cualificación media de los directivos empresariales.

## **8 Conclusiones: el Sistema de Innovación Español, valoración y perspectiva**

La combinación de elementos analizados y los resultados obtenidos complican la tarea de emitir una valoración en perspectiva de un escenario futuro emergente. Tal escenario, de hecho, no es uno ni evidente, a juzgar por el análisis realizado. Algunos cambios registrados a lo largo de las dos últimas décadas pueden considerarse muy positivos. España ha hecho un esfuerzo significativo por poner su sistema científico a la altura de los de los países de nuestro entorno europeo más desarrollado y ha cosechado algunos éxitos como el crecimiento de los recursos de I+D y el crecimiento en volumen y producción de calidad del sistema científico. Algunas regiones españolas, como Madrid, País Vasco, Cataluña o Navarra se sitúan por encima de la media europea en la mayoría de los indicadores económicos y cuentan con sistemas regionales de innovación dinámicos y productivos (así como, a excepción de la Comunidad de Madrid, con tasas de actividad industrial superiores a la media del país).

El esfuerzo realizado en la formación de recursos humanos y, por tanto, en dotar al sistema de innovación de una buena capacidad de absorción y difusión de conocimiento, ha sido también notable. España cuenta con una proporción de titulados universitarios que está a la altura de los países más avanzados de la OCDE, también en titulaciones correspondientes a áreas científicas y tecnológicas. Hace tan sólo cinco años, los indicadores reflejaban que el sistema no empleaba productivamente a estos recursos humanos, dado que la proporción de ocupados en puestos que requisieran estas cualificaciones era muy baja en comparación con la disponibilidad de los mismos. En años recientes (2004-2009), se observa como esta brecha se ha cerrado

significativamente y como los niveles de paro de los recursos humanos cualificados han disminuido.

En el otro lado de la balanza del sistema de producción de recursos humanos encontramos una distribución de niveles educativos muy polarizada, en la que se mantiene un peso excesivo de las personas que no completan los estudios secundarios y en la que preocupan el bajo nivel de conocimientos de los estudiantes de secundaria en comparación con los países de la OCDE y la escasez de personas que cursan ciclos de formación profesional. Algunas de estas personas con bajos niveles educativos acaban siendo directivos empresariales (en 2009, el 36% de los mismos no había completado el segundo ciclo de secundaria, indicador que ha disminuido pero que duplica la media europea). Éste puede seguir siendo uno de los motivos que expliquen la atonía innovadora del tejido productivo español.

En efecto, aparte de tener los desequilibrios apuntados en la estructura educativa de la población, el tejido empresarial español cuenta con características estructurales que lo predisponen a una dinámica innovadora deficiente, como es el caso del predominio de pequeñas y medianas empresas (con un gran peso de las micro-empresas, especialmente en el sector servicios) y de los sectores industriales tradicionales. A estas características conocidas se suman tendencias recientes en la estructura productiva que resultan preocupantes y muy específicas de nuestro país. Hemos visto a lo largo del presente capítulo como en la última década el sector de la construcción ha alcanzado casi tanto peso sobre la estructura del PIB español como el sector industrial. El valor añadido bruto (VAB) del sector industrial ha crecido moderadamente, pero han caído la proporción de empresas innovadoras y el empleo en el mismo. En el sector de la construcción, el crecimiento del VAB ha sido llamativo, así como el del empleo, pero no el de las empresas innovadoras ni los gastos en I+D de este sector, que han crecido

muy moderadamente. Por su parte, el sector de servicios ha mantenido su expansión, sin destacar tampoco en él un crecimiento de la actividad innovadora que pueda compensar la caída de la misma que es consecuencia de la desindustrialización. Finalmente, el que hemos denominado “entorno tecnológico”, es decir, el de los sectores intensivos en tecnología y capaces de proveer a otros sectores de maquinaria o servicios, ha experimentado un crecimiento muy moderado desde 2000, que parece no estar ejerciendo un efecto “tirón” suficiente sobre otros sectores. En definitiva, la evidencia parece indicar que los cambios estructurales recientes han mermado el potencial innovador de la economía. Los indicadores de patentes e innovación tecnológica no nos sitúan, de hecho, en mejor posición en el contexto internacional que hace unos años.

Todo esto se produce a pesar de que la financiación disponible para la actividad innovadora ha aumentado sensiblemente en años recientes, de que la legislación fiscal vigente da un trato bien favorable a la inversión en I+D en nuestro país y del desarrollo del tejido de entidades de interfaz responsables de facilitar las interacciones entre diversos sectores del sistema de innovación (e.g. sector público y empresas).

¿Qué ocurre entonces en las empresas españolas, cuya contribución relativa a la financiación de la I+D global con respecto a otros sectores es hoy inferior a lo que era hace una década y cuya contribución relativa a la financiación de la actividad científica pública se mantiene estacanda? ¿Es la innovación una actividad rentable al fin y al cabo? A juzgar por los datos que ofrecen las encuestas de innovación claramente sí. La proporción de empresas innovadoras es baja en España pero el porcentaje de la cifra de negocios que éstas relacionan con la introducción de productos nuevos o mejorados es alto, tanto más en las pequeñas y medianas empresas que en las grandes. El retorno a la innovación medido de esta manera es superior en España a la media europea.

¿Es el marco regulador complejo en exceso y obsoleto en gran medida el responsable de la atonía innovadora empresarial? Es muy posible que las cosas mejoren simplificando, coordinando y modernizando el entorno institucional, pero es poco probable que éste sea el principal factor explicativo. Es posible que las características señaladas de la estructura productiva dificulten esta canalización. Quizá no haya transcurrido suficiente tiempo para que el efecto de la mejora en la dotación de recursos financieros y humanos del sistema se traduzca en actividad innovadora y quizá la crisis económica que hoy vivimos vaya a retrasar este efecto en un plazo cuya duración no podemos estimar. Quizá todo sea inútil mientras la empresarialidad genuina en nuestra sociedad sólo esté presente en un reducido número de individuos, mientras no se fomenten suficientemente la curiosidad y el rigor científico en las aulas, mientras el prestigio social de la ciencia y del conocimiento en todas sus dimensiones (aplicado, docente, clínico, etc), no sea una realidad tangible. Como apuntamos al iniciar estas conclusiones, no es fácil hacer predicciones ni emitir una lista de recomendaciones y recetas. Junto con el resto de socios Europeos y no sólo a pesar, sino precisamente para superar la crisis económica estructural, España debe subirse al tren del proyecto de Lisboa y continuar las sendas de desarrollo ya iniciadas en el fomento de las políticas y recursos para I+D e innovación. Quizá, no obstante, deba modificar también algunos rumbos, como el de la desindustrialización y “construccionización” progresiva de nuestra economía e incentivar el desarrollo de servicios de alta tecnología. En todo caso, hay margen para la innovación en todas las actividades empresariales. Para que ésta florezca hacen falta iniciativa, recursos, conocimientos, margen de maniobra institucional y administrativa y redes de cooperación. ¿Qué le falta a España? Seguramente un poco de todo, aunque con el tiempo, cada vez un poco menos de casi todo. Confiamos en que no le falte el

innato genio creador que, según los economistas de la Escuela Austriaca, es lo que realmente explica la innovación.

## Bibliografía

Alba, A. (1993) Capital humano y competitividad en la economía española: una perspectiva internacional. *Papeles de Economía*. Nº56. Pags: 131-142.

Alto Consejo Consultivo de la Generalitat Valenciana (2007): Informe anual de 2006. Generalitat Valenciana.

Cañibano, C. (2004) Capital Humano y Sistemas de Innovación: una aproximación teórica y empírica basada en el análisis del caso español. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Septiembre.

Castro Martínez, E., Cortés Herreros, A.M., Nicolás Gelonch, M., Costa Leja, C. (2005): "Una aproximación al análisis del impacto de las universidades en su entorno a través del análisis del cuestionario de las OTRI universitarias españolas". Comunicación. XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica (ALTEC 2005), Salvador de Bahía (Brasil).

Cohen, W. y Levinthal, D. (1990) Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152

Comisión Europea (2010) *2009 European Innovation Scoreboard*; Bruselas.

Conesa, F; Castro-Martínez, E; Zárata, ME. (2007) *The ProTon Europe 2005 Annual Survey. Repor draft*. (Disponible en INGENIO, CSIC-UPV, Ciudad Politécnica de la Innovación, Avenida de los Naranjos, s/n, 46022, Valencia, España)

Edquist, C. (2000) Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics. En Edquist, C y McKelvey, M. (Eds) *Systems of Innovation: Growth, Competitiveness and Employment*. Vol. 1. Edgar Elgar, Massachussets. Pags: 3-35

Espina, A. (2000) Recursos humanos, formación tecnológica superior y sistema de profesiones. En Sáez, F. (Coord.) *Formación y Empleo*. Fundación Argentaria; Madrid. Pags: 155-339

FEDIT (2010) Informe anual de 2008. <http://www.fedit.com>. Consultado el 31.05.2010

Fernández de Lucio, I., Conesa, F., Garea, M., Castro, E., Gutiérrez, A., Bodegas, M.A. (1996) "Estructuras de interfaz en el Sistema español de Innovación. Su papel en la

difusión de tecnología". Centro de Transferencia de Tecnología. Universidad Politécnica de Valencia.

Fernández de Lucio, I. Castro Martínez, E.; Zabala Iturriagoitia, JM (2006) "Estrategias regionales de innovación: el caso de regiones europeas periféricas" en Xavier Vence Deza (coord.) *Crecimiento y políticas de innovación. Nuevas tendencias y experiencias comparadas*. Ediciones Pirámide; Madrid. Pgs. 157-191.

Fina, L; Toharia, L; García, C y Mañé, F. (2000) Cambio ocupacional y necesidades educativas de la economía española. En Sáez, F. (Coord.) *Formación y Empleo*. Fundación Argentaria; Madrid. Pags: 47-154.

Godin, B. (2002): "The rise of Innovation Surveys: measuring a Fuzzy Concept", Project on the History and Sociology of STI Statistics, Paper nº 16, Communication presented at the International Conference in Honour of K. Pavitt "What we know about Innovation", 13-15 November 2003, SPRU, University of Sussex, Brighton (UK). <http://www.csiic.ca>. Consultado el 31.05.2010

IRDAC (1991) *La insuficiencia de cualificaciones en Europa*. Dictamen IRDAC.

Landabaso, M., Oughton, C., Morgan, K. (2000): "La política regional de innovación en el UE en el inicio del siglo XXI". *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics*. Nº 30. Pgs. 65-102.

López Facal, J., Ugalde, U., Zapata, A. y Sebastián, J. (2006) "Dinámica de la política científica española y evolución de los actores institucionales" en Sebastián J. y Muñoz, E. (Eds) *Radiografía de la Investigación Pública en España*. Biblioteca Nueva; Madrid. Pags: 21-70

Lundvall, B.A. y Borrás, S. (1997) The Globalising Learning Economy: Implications for Innovation Policy, *TSER Programme Report*, EC, DG XIII, 1997.

Lundvall, B.A. y Tomlinson, M (2001) Learning by comparing: reflections on the use and abuse of international benchmarking. Sweeny, G (Ed) *Innovation, Economics, Progress and the Quality of Life*. Edward Elgar.

MINER (1988) *Demanda de profesionales en nuevas tecnologías de la información*. Dirección General de Electrónica e Informática. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

Nicholls-Nixon, C. (1995) Responding to Technological Change: why some Firms do and others die. *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 6, nº 1, pags.1-16.

OCDE (1995) *Measurement of Scientific and Technological Activities: Manual on the measurement of human resources devoted to S & T "Canberra Manual"*. París.

OCDE-EUROSTAT (2005): "The Measurement of Scientific and Technological Activities: proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - Oslo Manual". París.

OCDE (2006) PISA 2006: *Science Competences for Tomorrow's World*; París.

OCDE (2009) *Education at a glance 2009: OECD Indicators*; París.

San Segundo, M.J. y Petrongolo, B. (2000) ¿Estudias o trabajas? Los efectos del desempleo sobre la escolarización. En Sáez, F. (Coord.) *Formación y Empleo*. Fundación Argentaria; Madrid. Pags: 421-449.

San Segundo, M.J. y Valiente, A, (2000) El capital humano en España. Un balance de la evolución reciente. *Economistas*. N°86, diciembre. Pags: 116-127.

Tortosa, E. (2006) La I+D en el marco autonómico; en Sebastián J. y Muñoz, E. (Eds) *Radiografía de la Investigación Pública en España*. Biblioteca Nueva; Madrid. Pags: 71-95

Vega Jurado, J. M., Gutiérrez Gracia, A., Fernández de Lucio, I. y Manjarrés Henríquez, L. (2008) The effect of external and internal factors on firms' product innovation. *Research Policy*, 37(4): 616 - 632

*Bases de datos consultadas (marzo a mayo de 2010)*

Eurostat Databases: Science and technology & European Labour Force Survey

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

Instituto Nacional de INE; INEBASE: Indicadores de alta tecnología; Estadística sobre las actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D); Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas en 2008; Contabilidad nacional de España; Encuesta de Población Activa

<http://www.ine.es>