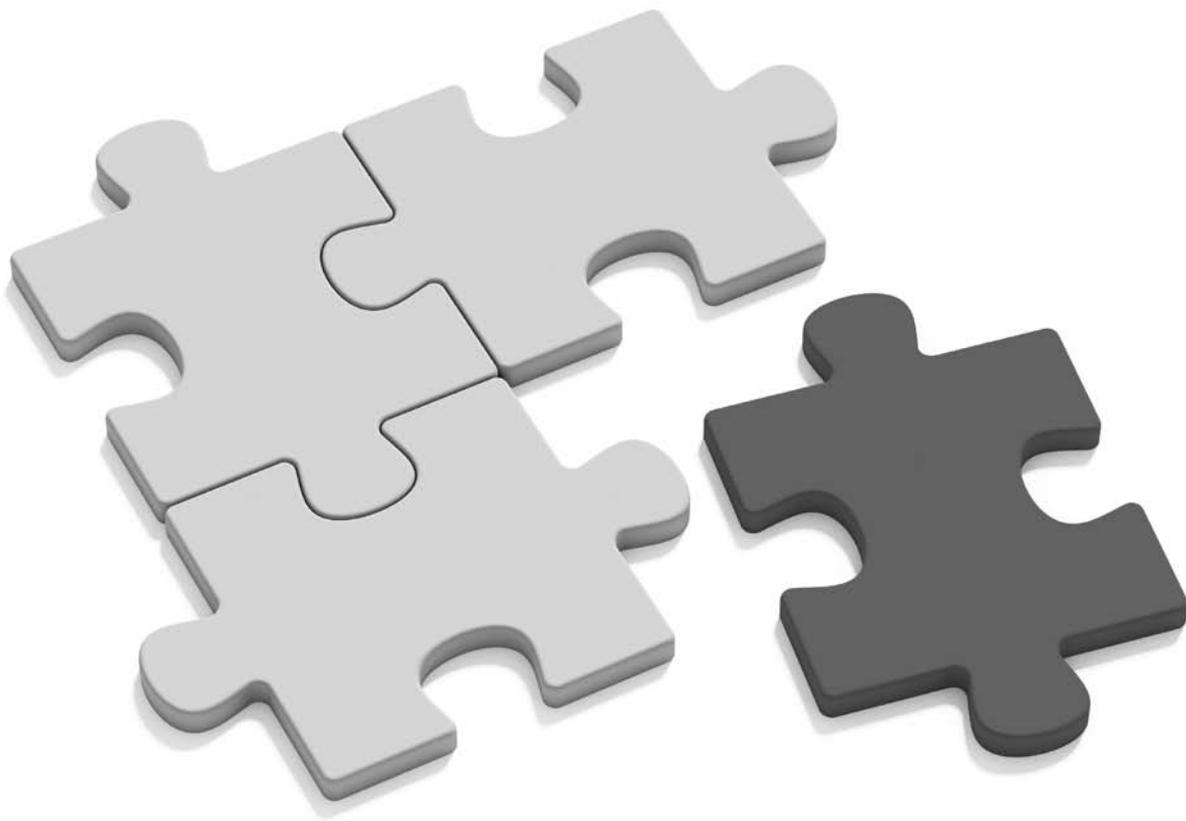


---

# 4

**Investigación,  
cultura  
emprendedora  
y empresa**





## Introducción

En este capítulo se analizan, por una parte, los recursos y resultados de la investigación universitaria, y por otra, las relaciones entre la universidad y la empresa y la transferencia de tecnología desde las universidades hacia el sector privado. La transferencia de tecnología desde las universidades hacia las empresas es una herramienta que facilita el acceso a nuevos conocimientos, y por tanto, ayuda al desarrollo del proceso de innovación.

Este capítulo está compuesto por cinco apartados: en el primero se analizan los recursos y resultados de la investigación universitaria, en el segundo se estudia la financiación empresarial de la investigación universitaria y la intensidad en la cooperación en los procesos de innovación entre las empresas y las universidades. El tercer apartado describe la situación actual de los centros e infraestructuras de apoyo a la innovación y la transferencia de tecnología. En el cuarto apartado se analiza la creación de empresas de base tecnológica, y en el quinto y último apartado se estudia la movilidad del personal investigador.

El análisis de los recursos universitarios que se realiza en el primer apartado de este capítulo toma como punto de partida el gasto interno en I+D del sector de la enseñanza superior en España y el total de personas e investigadores dedicados a actividades de I+D. Las fuentes de información utilizadas son la Encuesta sobre Actividades de I+D publicada por el INE. En este *Informe*

*CYD 2009* se han utilizado datos definitivos correspondientes al año 2007.

Los resultados de la investigación universitaria se aproximan por medio de las publicaciones científicas, las solicitudes de patentes y la solicitud y concesión de tramos de investigación. Las fuentes de información utilizadas en este caso son, por una parte, el Informe Cotec 2009 y los datos del Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT), en cuanto a las publicaciones científicas. En el caso de las solicitudes de patentes y la cesión de los derechos de las licencias de patentes se utiliza la información publicada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y los datos correspondientes a la encuesta de la RedOTRI de Universidades. Por último, el estudio de la solicitud y concesión de tramos de investigación se realiza a través de los datos de la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI).

En el segundo apartado se analiza la financiación empresarial de la investigación universitaria y la cooperación en innovación entre empresas y universidades. Las fuentes de información utilizadas en este apartado son la Estadística sobre Actividades de I+D publicada por el INE y la publicación *Main Science and Technology indicators 2009/1* publicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Por otra parte, se utiliza la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las empre-

sas publicada por el INE e información del Community Innovation Survey (CIS) publicado por Eurostat. En la última parte de este apartado se estudia la participación de las universidades en las convocatorias nacionales de proyectos competitivos como los proyectos de investigación y desarrollo (PID), en el Programa de consorcios estratégicos nacionales de investigación técnica (CENIT) y en las convocatorias de los proyectos Eureka de apoyo a la I+D+i cooperativa.

El tercer apartado estudia el papel de los centros e infraestructuras de apoyo a la innovación y la transferencia de tecnología, para lo cual se utiliza la información de las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI), de las fundaciones universidad-empresa (RedFUE) y de los parques científicos y tecnológicos (PCyT) y de las plataformas tecnológicas (PT).

En el cuarto apartado se describe la evolución de la creación de empresas de base tecnológica en las universidades. Este apartado utiliza la información de la encuesta de la RedOTRI de Universidades y la información correspondiente a la participación de las universidades españolas en proyectos NEOTEC.

Finalmente, en el quinto apartado se estudia la movilidad del personal investigador y la incorporación del personal científico a las empresas, para lo cual se utilizan datos de la publicación *Main Science and Technology indicators 2009/1* de la OCDE, de la

Encuesta sobre Actividades Científicas y de la Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología, ambas publicadas por el INE. Por último se analiza la evolución del programa Torres Quevedo, así como también, los cambios en el volumen económico movilizado en cada una de las convocatorias de este programa.

Además, en este capítulo se incorporan una serie de recuadros. Éstos son: “El concep-

to de sistema regional de innovación” por Jaime del Castillo (Información y Desarrollo); “La universidad: despensa de conocimiento para una economía sostenible” por Joaquín Moya-Angeler (Corporación Tecnológica de Andalucía); “El papel de las infraestructuras de innovación en la construcción del espacio europeo de innovación”, por Gonzalo León (Universidad Politécnica de Madrid); “El entorno legal de la creación de empresas en el ámbito universitario”,

por Ignasi Costas y Alberto Ouro (RCD); “Financiación privada en empresas de base tecnológica”, por Carlos Hernández (Fundación Uniemprendia); “Determinantes de la transferencia de tecnología”, por José Luis Polo-Otero (Fundación CYD); “Reflexión sobre ejemplos exitosos de licencias de patentes”, por José Luis de Miguel (CSIC); “La investigación científica del CSIC a través de sus publicaciones científicas”, por Borja González Albo (IEDCYT-CCHS-CSIC);

Facilitando la innovación: el caso ESADE CREAPOLIS”, por Elisabet Juan Tresserra (ESADE CREAPOLIS); “El parque científico y tecnológico de Albacete: una nueva infraestructura para potenciar la sociedad del conocimiento”, por Pascual González (Fundación Parque Científico y Tecnológico de Albacete); y “La investigación biomédica en la Universidad de Navarra”, por Fernando de la Puente (Universidad de Navarra).

## 4.1 La investigación en las universidades: recursos y resultados

En este apartado se analizan los recursos y resultados de la investigación universitaria. Se parte del estudio de los recursos universitarios destinados a la investigación y al desarrollo tales como los gastos de I+D respecto al PIB y el gasto interno en I+D del sector universitario, y el total de personal e investigadores dedicados a la I+D, de la misma manera, se analiza la evolución de la financiación empresarial a la I+D realizada por las universidades. Posteriormente se analizan los resultados de la investigación universitaria, los cuales se aproximan a través del número de publicaciones científicas, las solicitudes de patentes y las licencias e ingresos generados por la propiedad intelectual universitaria y por último, los tramos de investigación.

### a. Los recursos destinados a la I+D

**De acuerdo con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE, el gasto total en I+D en relación al PIB se incrementó en 0,07 puntos porcentuales entre el 2006 y el 2007, llegando al 1,27% del PIB. El gasto interno de I+D del sector universitario en relación al PIB se mantuvo constante e igual al 0,33%.**

Conforme con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE, el gasto total en I+D en relación

**Cuadro 1. Evolución del esfuerzo en I+D por sectores (gastos en I+D en porcentaje sobre el PIB)**

	Administración pública	Enseñanza superior	IPSFL y empresas	Total
2002	0,15%	0,29%	0,54%	0,99%
2003	0,16%	0,32%	0,57%	1,05%
2004	0,17%	0,31%	0,58%	1,06%
2005	0,19%	0,33%	0,61%	1,12%
2006	0,20%	0,33%	0,67%	1,20%
2007	0,22%	0,33%	0,71%	1,27%

IPSFL representa las instituciones privadas sin ánimo de lucro.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

al PIB se incrementó el 5,8% entre el 2006 y el 2007, llegando al 1,27% del PIB. Este incremento se justifica principalmente por el aumento en el gasto de I+D empresarial, sector en el cual el esfuerzo en I+D respecto al PIB se incrementó el 10%, mientras que el sector de enseñanza superior se mantuvo constante y el sector de la Administración pública creció el 6%.

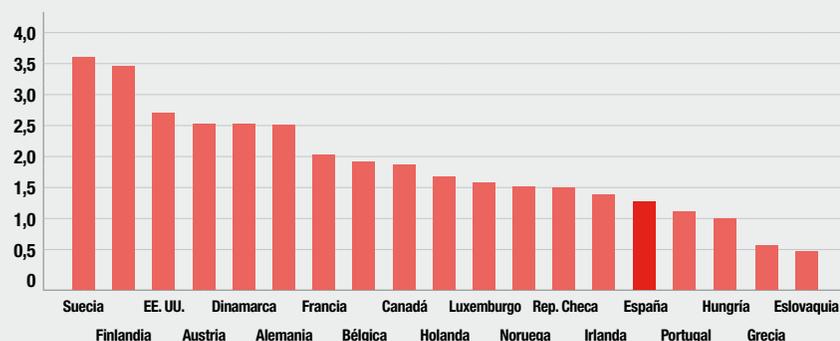
Si comparamos estas cifras a nivel internacional encontramos que España se situó por encima de países como Hungría, Portugal, Grecia y Eslovaquia. Sin embargo, España se encontraba muy por debajo de países como Suecia y Finlandia, donde el esfuerzo de I+D respecto al PIB se acercó al 4%.

**El gasto interno en I+D<sup>1</sup> de las universidades españolas en el 2007 presentó un incremento del 7,7% respecto al año anterior. Este crecimiento confirma la tendencia presentada en los últimos años. Por otra parte, el número de investigadores del sector universitario creció un 6,1%, y el gasto interno en I+D por investigador en este sector aumentó el 1,6%.**

De acuerdo con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE, en el año 2007, tanto el gasto en I+D total, como el universitario presentaron incrementos respecto al año anterior. El gasto total en I+D se incre-

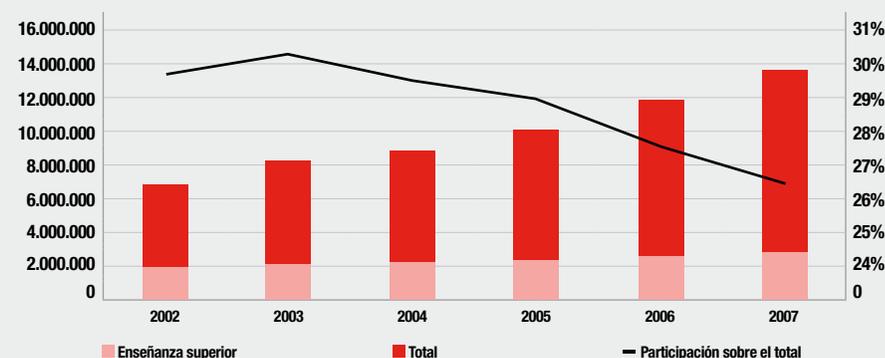
1. Se consideran gastos internos de I+D todos aquellos gastos destinados a actividades de I+D realizadas dentro de la unidad o centro.

Gráfico 1. Comparación del gasto en I+D en % del PIB por países. Año 2007



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

Gráfico 2. Evolución del gasto en I+D del sector de la enseñanza superior y su participación sobre el gasto en I+D total. Periodo 2002-2007



Nota: Los gastos en I+D están expresados en miles de euros.  
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

Cuadro 2. Gastos internos en I+D y tasa de crecimiento por sectores. Periodo 2002-2007

	Administración pública		Enseñanza superior		Empresas		IPSFL		Total	
	Gasto en I+D	Variación	Gasto en I+D	Variación	Gasto en I+D	Variación	Gasto en I+D	Variación	Gasto en I+D	Variación
2002	1.107.815,00	12,0%	2.141.949,00	11,2%	3.926.338,00	11,2%	17.435,00	-66,4%	7.193.538,00	10,7%
2003	1.261.762,80	13,9%	2.491.958,80	16,3%	4.443.438,00	13,2%	15.876,00	-8,9%	8.213.035,60	14,2%
2004	1.427.503,60	13,1%	2.641.653,20	6,0%	4.864.930,20	9,5%	11.673,70	-26,5%	8.945.760,70	8,9%
2005	1.738.052,90	21,8%	2.959.927,70	12,0%	5.485.033,50	12,7%	13.856,90	18,7%	10.196.871,00	14,0%
2006	1.970.823,50	13,4%	3.265.738,50	10,3%	6.557.529,00	19,6%	21.127,00	52,5%	11.815.217,90	15,9%
2007	2.348.843,40	19,2%	3.518.594,70	7,7%	7.453.901,80	13,7%	21.030,80	-0,5%	13.342.370,60	12,9%

Los gastos en I+D están expresados en miles de euros.  
IPSFL representa las instituciones privadas sin ánimo de lucro.  
La variación corresponde al cambio porcentual de los gastos en I+D respecto al año anterior.  
Fuente: elaboración propia a partir de los datos del INE.

mentó en un 12,9%. Por otra parte, el gasto en I+D del sector de la enseñanza superior en 2007 aumentó un 7,7% con respecto al 2006, alcanzando los 3.518 millones de euros.

**La participación del gasto en I+D de las universidades, respecto al total se redujo en 1,3 puntos porcentuales, aportando el 26,4% del gasto total en I+D en España.**

A pesar del crecimiento en el gasto en I+D por parte de las universidades se observó un descenso en la participación de este sector dentro del gasto en I+D total. En el año 2007 la participación del gasto en investigación y desarrollo del sector universitario se redujo en 1,3 puntos porcentuales

respecto al año anterior, aportando el 26,4% del gasto en I+D total, mientras que el sector empresarial aumentó su participación alcanzando el 55,9% del I+D total.

En el 2007, los gastos de I+D del sector de la enseñanza superior se financiaron básicamente a través de los fondos generales universitarios<sup>2</sup>, los cuales representaron el 46,9% del total de gastos en I+D de este sector. Estos fondos aumentaron en un 4,1% respecto al 2006, llegando a un total de 1.648 millones de euros. Al igual que en años anteriores, la financiación pública<sup>3</sup> y los fondos propios<sup>4</sup> fueron las segundas fuentes más importantes, con una participación respectiva de 26,2% y el 12,3%. Los fondos provenientes de la financiación pública se incrementaron en un 20,6% respecto

al año anterior, aportando 923,2 millones de euros. Por otra parte, los fondos propios se redujeron en un 3,4% en relación al 2006 y aportaron un total de 432 millones de euros al gasto total en I+D del sector de la enseñanza superior.

La participación de las universidades públicas y privadas en los gastos en I+D universitarios totales en el 2007 se mantuvo en torno a los porcentajes mostrados en el Informe CYD 2008: el 91,8% del gasto total en I+D universitario se ejecutó en el 2007 desde las universidades públicas, mientras que las universidades privadas ejecutaron el 5,6% del mismo. El 2,6% restante de los gastos en I+D de la enseñanza superior correspondieron a los gastos de instituciones privadas sin fines de lucro al servicio de

la enseñanza superior, los institutos tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios, independientemente del origen de sus recursos financieros y su situación jurídica.

El gasto en I+D por universidad privada (8,6 millones de euros) siguió siendo claramente inferior al gasto en I+D por universidad pública (65,8 millones de euros). La diferencia aumentó en el 2007, aunque el aumento en el gasto de I+D por universidad privada (8,1%) fue superior al de las universidades públicas (7,1%). De esta forma, el gasto por universidad pública fue 7,6 veces mayor que el gasto en I+D por universidad privada. Respecto a las áreas científicas de aplicación, la distribución de los gastos en I+D del sector de enseñanza superior no se modificaron sustancialmente con respecto a años

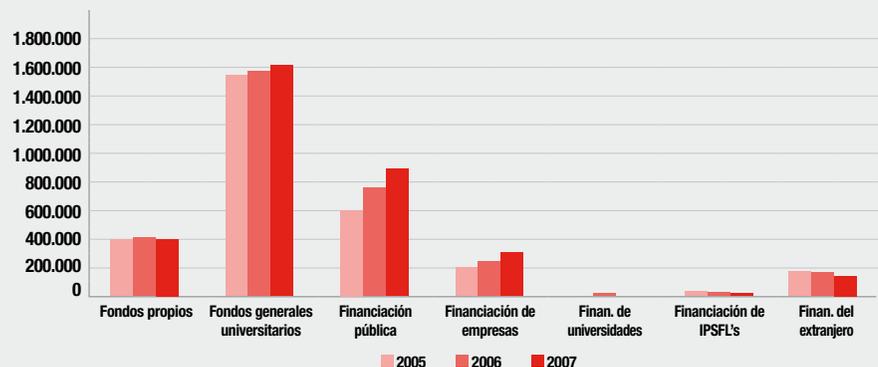
2. Fondos generales universitarios: subvención general recibida del Ministerio de Educación o de las Administraciones autonómicas locales y destinadas a la financiación de las universidades.

3. Fondos públicos: fondos de contratos de I+D y fondos bien definidos para I+D procedentes de la Administración pública y de otras fuentes de financiación externas.

4. Fondos propios: ingreso de dotaciones, carteras de acciones y bienes, así como ingresos procedentes de la venta de servicios que no sean de I+D, tales como tasas académicas, suscrip-

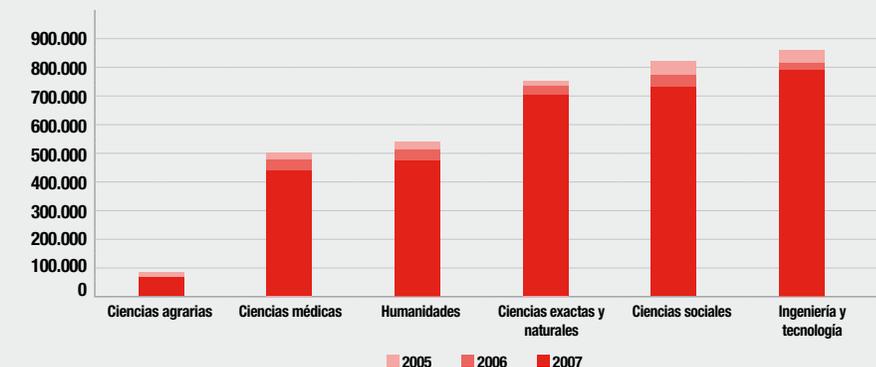
ciones a revistas, ventas de sueros o productos agrícolas.

**Gráfico 3. Financiación de la I+D universitaria por origen de fondos (miles de euros). Periodo 2005-2007**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

**Gráfico 4. Distribución del gasto en I+D por campos científicos y tipos de universidades (públicas, privadas y otros centros)**



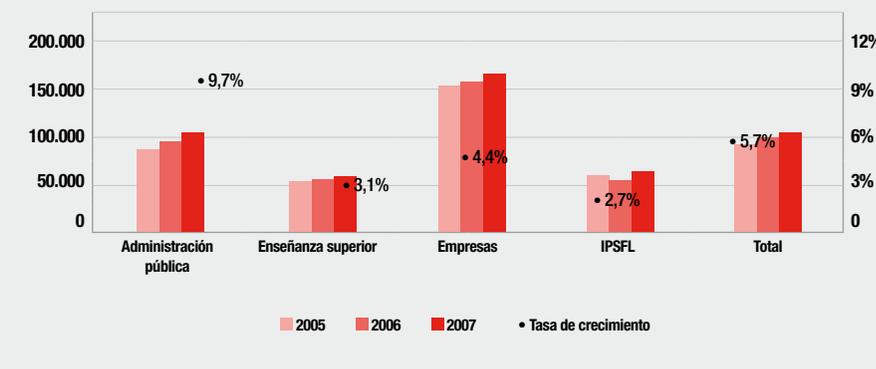
Nota: Los gastos en I+D están expresados en miles de euros.  
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

**Cuadro 3. Personal dedicado a la I+D y número de investigadores por años**

Año	Total		Enseñanza superior	
	Personal	Investigadores	Personal	Investigadores
2002	134.258	83.318	54.233	45.727
2003	151.487	92.523	60.307	49.196
2004	161.933	100.994	63.331	51.616
2005	174.773	109.720	66.996	54.028
2006	188.978	115.798	70.950	55.443
2007	201.108	122.624	75.148	58.813

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

**Gráfico 5. Gastos en I+D por investigador y tasa media de crecimiento por sectores. Periodo 2005-2007**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE

anteriores. Las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias exactas y naturales y las ciencias sociales siguieron concentrando más del 68% de los gastos universitarios en I+D.

**El personal total dedicado a actividades de I+D se incrementó en un 6,4% entre el 2007 y el 2006, alcanzando un total de 201.108. El incremento del personal dedicado a actividades de I+D en el sector de la enseñanza superior fue de un 5,9%, respecto al 2006, llegando a un total de 75.148 personas.**

Otro de los factores que explican la utilización de recursos destinados a la investigación universitaria es el número de personas e investigadores dedicados a la I+D, en equivalencia a jornada completa (EJC). De

acuerdo con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE, en el 2007 el número total de personas dedicadas a actividades de I+D se incrementó en un 6,4% respecto al 2006, llegando a un total de 201.108. El número total de investigadores en EJC en el 2007 fue de 122.624, un 5,9% más que en el 2006. Tanto el personal total, como el número de investigadores mostraron una tendencia creciente en los últimos años, el personal total se incrementó a una tasa media de crecimiento anual del 10% en el periodo 2003-2007, mientras que el número de investigadores lo hizo con una tasa de crecimiento media de 9,4% en el mismo periodo.

En el sector de la enseñanza superior tanto el personal dedicado a I+D como el número de investigadores han mantenido una tendencia creciente de los últimos 5 años. El per-

sonal dedicado a actividades de I+D se incrementó en un 5,9% respecto al 2006, llegando a un total de 75.148 personas. Por otra parte, el aumento en el número de investigadores fue del 6,1%, pasando de 55.443 investigadores en el 2006 a 58.813 en el 2007. No obstante dichos crecimientos, la participación del sector de la enseñanza superior sobre el total general se ha venido reduciendo. El personal dedicado a I+D en el sector de la enseñanza superior pasó de representar el 40,4% del total en el 2002, al 37,3% en el 2007, mientras que la participación de los investigadores se redujo en 6,9 puntos porcentuales en el mismo periodo, pasando de 54,9% en el 2002, al 48% en el 2007.

**El gasto en I+D por investigador (EJC) aumentó un 6,6% respecto al año anterior, alcanzando los 108.807**

**euros, este aumento fue inferior para los investigadores del sector de la enseñanza superior, donde el salario medio por investigador, en el 2007 fue de 59.826 euros, un 1,6% más alto que en el 2006.**

El gasto en I+D por investigador (EJC) se incrementó en un 6,6% entre el 2006 y el 2007, llegando a un gasto medio por investigador de 108.807 euros, sin embargo, existen grandes diferencias si se analiza esta ratio en función de los distintos sectores. En el caso del sector de educación superior, el gasto medio por investigador en el 2007 fue de 59.826 euros, y aunque el gasto por investigador de este sector se incrementó en un 1,6% respecto al 2006, siguió siendo claramente inferior al gasto por investigador del sector empresarial (177.008 euros),

**Cuadro 4. Recursos dedicados a la investigación. Por comunidades autónomas. Año 2007**

	Gastos en I+D				Investigadores (EJC)					Gasto en I+D universitario por investigador
	Total	%	Sector de enseñanza superior	%	Enseñanza superior/Total	Total	%	Sector de enseñanza superior	%	
Andalucía	1.478.545	11,1%	592.828	16,8%	40,1%	13.232,50	10,8%	7.731,20	13,1%	76,7
Aragón	296.894	2,2%	67.424	1,9%	22,7%	4.548,50	3,7%	2.737,60	4,7%	24,6
Asturias (Principado de)	211.704	1,6%	73.354	2,1%	34,6%	2.013,40	1,6%	1.099,20	1,9%	66,7
Baleares (Illes)	86.793	0,7%	39.828	1,1%	45,9%	1.094,70	0,9%	637,1	1,1%	62,5
Canarias	266.803	2,0%	127.328	3,6%	47,7%	3.256,00	2,7%	2.165,30	3,7%	58,8
Cantabria	117.464	0,9%	52.008	1,5%	44,3%	1.207,10	1,0%	632	1,1%	82,3
Castilla y León	620.717	4,7%	198.282	5,6%	31,9%	6.227,20	5,1%	3.820,40	6,5%	51,9
Castilla-La Mancha	213.959	1,6%	69.971	2,0%	32,7%	1.649,00	1,3%	788,4	1,3%	88,8
Cataluña	2.908.727	21,8%	677.379	19,3%	23,3%	25.063,00	20,4%	10.585,90	18,0%	64,0
Comunidad Valenciana	977.590	7,3%	453.255	12,9%	46,4%	10.702,10	8,7%	6.286,00	10,7%	72,1
Extremadura	128.964	1,0%	63.746	1,8%	49,4%	1.261,50	1,0%	926,8	1,6%	68,8
Galicia	555.626	4,2%	175.078	5,0%	31,5%	5.413,70	4,4%	3.210,00	5,5%	54,5
Madrid (Comunidad de)	3.584.130	26,9%	572.368	16,3%	16,0%	29.497,10	24,1%	10.498,30	17,9%	54,5
Murcia (Región de)	247.556	1,9%	81.305	2,3%	32,8%	3.978,60	3,2%	2.922,20	5,0%	27,8
Navarra (Comunidad Foral de)	333.872	2,5%	78.479	2,2%	23,5%	2.983,00	2,4%	1.620,00	2,8%	48,4
País Vasco	1.216.726	9,1%	174.602	5,0%	14,4%	9.816,00	8,0%	2.769,30	4,7%	63,0
Rioja (La)	90.205	0,7%	16.198	0,5%	18,0%	627,1	0,5%	332	0,6%	48,8
Ceuta	2.141	0,0%	2.058	0,1%	96,1%	21,9	0,0%	20,8	0,0%	98,9
Melilla	3.957	0,0%	3.102	0,1%	78,4%	31,8	0,0%	30,6	0,1%	101,4
<b>TOTAL</b>	<b>13.342.371</b>	<b>100%</b>	<b>3.518.595</b>	<b>100%</b>	<b>26,4%</b>	<b>122.624,10</b>	<b>100%</b>	<b>58.813,10</b>	<b>100%</b>	<b>59,8</b>

Nota: Gastos en I+D en miles de euros. EJC: equivalente a jornada completa.

Fuente: INE

o del sector de la Administración pública (109.697 euros).

La tasa media de crecimiento anual del gasto en I+D por investigador en equivalencia a jornada completa en el periodo 2005-2007 fue de 5,7%. El sector de la enseñanza superior creció con una tasa media de 3,1% en el mismo periodo. El sector que ha presentado un mayor incremento durante este periodo fue el de la Administración pública, el cual creció un 9,7% durante el periodo analizado.

Si se comparan los recursos destinados a la investigación universitaria entre las comunidades autónomas españolas se observan grandes diferencias. En cuanto al personal investigador en EJC, y el gasto universitario destacaron siempre las comunidades de Madrid, Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valenciana. El resto de comunidades, exceptuando en parte al País Vasco, tuvieron menor participación a escala nacional en términos de gasto universitario en I+D y personal investigador.

El 65,2% del gasto universitario en I+D estuvo repartido en cuatro comunidades autónomas; Cataluña (19,3%), la Comunidad de Madrid (16,3%), Andalucía (16,8%) y la Comunidad Valenciana (12,9%); la participación del resto de comunidades autónomas fue inferior al 6% del total del gasto universitario en I+D español. Estas cuatro comunidades mencionadas anteriormente fueron las que mayor número de investigadores

(EJC) tenían, agrupando el 64% de los investigadores (EJC) españoles (cuadro 4).

## b. Los resultados de la investigación universitaria

Una vez analizados los recursos que las Administraciones y universidades destinan a la I+D universitaria, así como la importancia que los Gobiernos y las empresas conceden a la investigación en las universidades, en esta segunda parte del apartado se analizan los resultados de la función de investigación en las universidades españolas, para ello se analizan tres indicadores: el número de publicaciones científicas en revistas de ámbito nacional e internacional, las solicitudes de patentes y los tramos de investigación concedidos a los profesores de las distintas universidades.

### Las publicaciones científicas

Los indicadores bibliométricos constituyen un importante instrumento para evaluar la investigación científica de una región o un país, como lo demuestra la progresiva incorporación de estos indicadores a los procesos de evaluación y gestión de la I+D en los países más avanzados. Entre los indicadores más utilizados se encuentran: el número de publicaciones, el número de citas que recibe una publicación y la tasa de colaboración internacional.

La información utilizada en este apartado proviene de tres fuentes de información. Por

Cuadro 5. Producción científica de acuerdo con los datos de la WoS. Periodo 1999-2009

País	Artículos	Citas	Citas por artículo
Estados Unidos	2.974.344	44.669.056	15,02
Japón	788.650	7.602.742	9,64
Alemania	766.162	9.406.841	12,28
Inglaterra	682.018	9.399.334	13,78
China	649.689	3.404.466	5,24
Francia	548.046	6.304.141	11,5
Canadá	424.562	5.233.211	12,33
Italia	403.588	4.417.871	10,95
<b>España</b>	<b>305.430</b>	<b>2.942.425</b>	<b>9,63</b>
Australia	276.622	3.067.686	11,09
Rusia	273.189	1.199.538	4,39
India	253.520	1.288.075	5,08
Corea del sur	237.652	1.515.555	6,38
Holanda	236.344	3.419.657	14,47
Suecia	174.789	2.407.364	13,77
Suiza	171.248	2.693.730	15,73
Bélgica	128.800	1.613.458	12,53
Israel	109.410	1.287.435	11,77
Escocia	106.559	1.522.948	14,29
Dinamarca	92.734	1.369.297	14,77

Fuente: Essential Science Indicators from Thomson Reuters

una parte, se utilizan los datos del Web of Science (WoS), la cual es la base de datos más utilizada por los estudios bibliométricos, y la cual permite tener una visión global de la producción científica. Esta base de datos es multidisciplinar y recoge más de 10.000 revistas de alta calidad científica y de todas las áreas de conocimiento. Por otra parte, para el estudio de la producción científica en revistas nacionales se utilizan la información del IEDCYT, los cuales se basan en las bases de datos elaboradas por el CSIC: ICYT (Ciencia y Tecnología) y el ISOC (Ciencias Sociales y Humanidades). Las bases de datos del ICYT recogen información de más de 750 revistas científicas españolas de ciencias experimentales y tecnológicas, y el ISOC analiza aproximadamente 2.300 revistas de ciencias sociales y humanidades<sup>5</sup>.

De acuerdo con el Science Watch 2009, institución que analiza la producción científica de los 148 países en el periodo 1999-2009 basándose en datos de la WoS, España ocupó el noveno lugar a nivel mundial en cuanto al volumen de publicaciones, con un total de 305.430 publicaciones durante el periodo analizado, encontrándose por encima de países como Australia (276.622), Rusia (273.189) e India (253.520), entre otros. Por encima de España se encuentran países como Estados Unidos, el cual tiene el mayor volumen de publicaciones, con un total de 2.974.344 artículos, Japón (788.650) y Alemania (766.162).

**España ocupó el noveno lugar a nivel mundial en cuanto al número de artículos científicos publicados, y el onceavo puesto en cuanto al volumen de citas recibidas.**

5. Para más información véase: [www.cindoc.csic.es/servicios/dbinfo.htm](http://www.cindoc.csic.es/servicios/dbinfo.htm)

**Cuadro 6. Ránking de los 20 primeros países en cuanto al volumen de publicaciones, citas y citas por documento. Periodo 1999-2009**

Posición	Ránking por citas	Ránking por artículo	Ránking de citas por documento
1	Estados Unidos	Estados Unidos	Suiza
2	Alemania	Japón	Estados Unidos
3	Inglaterra	Alemania	Dinamarca
4	Japón	Inglaterra	Holanda
5	Francia	China	Escocia
6	Canadá	Francia	Inglaterra
7	Italia	Canadá	Suecia
8	Holanda	Italia	Finlandia
9	China	<b>España</b>	Bélgica
10	Australia	Australia	Canadá
11	<b>España</b>	Rusia	Alemania
12	Suiza	India	Austria
13	Suecia	Corea del sur	Israel
14	Bélgica	Holanda	Noruega
15	Escocia	Brasil	Francia
16	Corea del sur	Suecia	Gales
17	Dinamarca	Suiza	Australia
18	India	Taiwán	Italia
19	Israel	Polonia	Irlanda del norte
20	Rusia	Bélgica	Irlanda

Fuente: Essential Science Indicators from Thomson Reuters

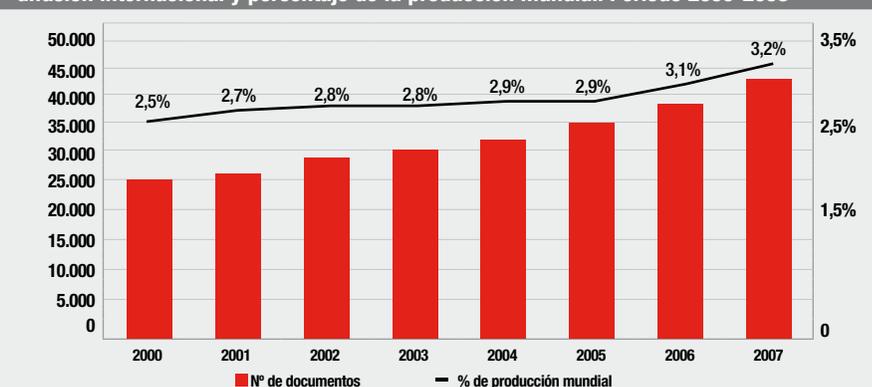
España ocupó el decimoprimer lugar en cuanto al número de citas recibidas, con un total de 2.942.425, superando a países como Suiza (2.693.730) y Suecia (2.407.364). El país con mayor volumen de citas fue Estados Unidos, con un total de 44.669.056. Sin embargo, España no estuvo en el grupo de los 20 países con mayor número de citas por documento.

La producción científica española ha crecido rápidamente en los últimos años, pasando de 24.977 documentos en el año 2000 a 42.980 en el 2007, lo que supone un aumento

del 72,1% en dicho periodo. Este crecimiento en la producción científica española se ha visto reflejado en un incremento en la participación sobre el total de publicaciones a nivel mundial, pasando de representar el 2,5% en el año 2000 hasta llegar al 3,2% en el 2007.

En cuanto a la distribución por áreas temáticas de la producción científica en el periodo 2000-2008 se observa que más del 50% del total de documentos publicados se encontraban en dos grupos, el de medicina clínica, con el 29,5% de la producción

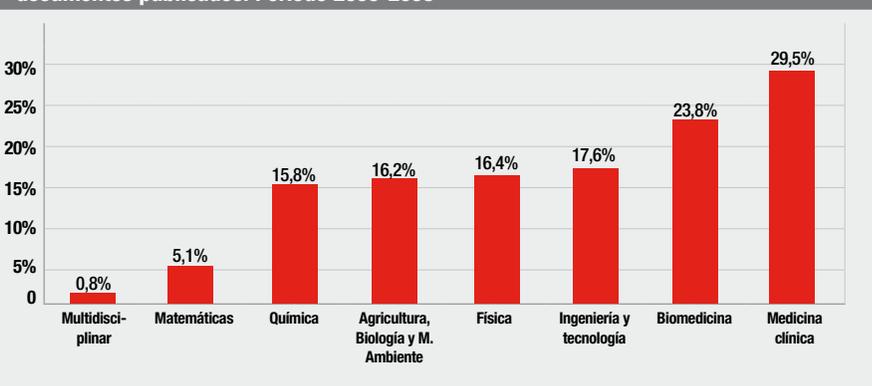
**Gráfico 6. Evolución temporal de la producción científica española en revistas de difusión internacional y porcentaje de la producción mundial. Periodo 2000-2008**



Nota: Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: SciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

**Gráfico 7. Distribución de la producción científica por áreas temáticas en % del total de documentos publicados. Periodo 2000-2008**

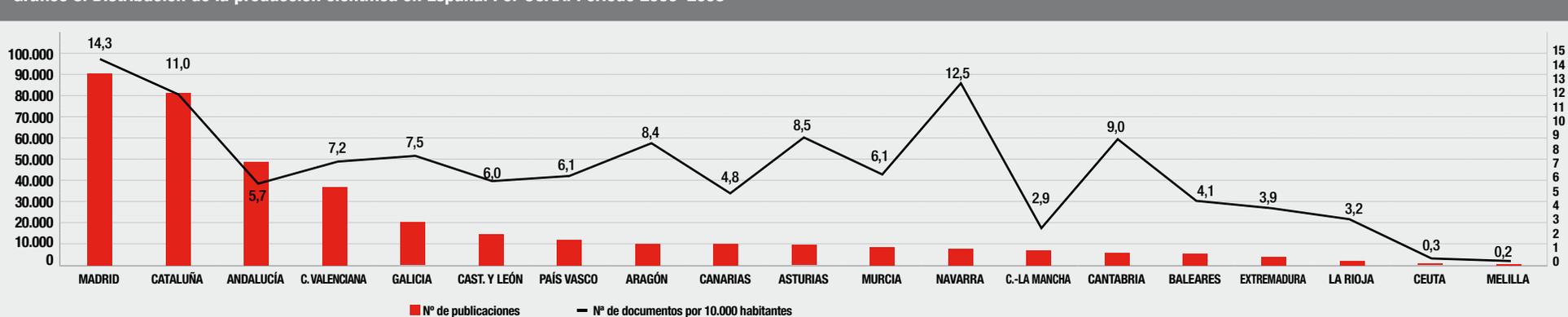


Fuente: ESciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

total, y la biomedicina, con un 23,8% del total. Otras de las áreas que destacaron por su peso dentro del total de publicaciones fueron la ingeniería y tecnología, con un 17,6% y física, con un 16,4% del total. En el gráfico 7 se observa la distribución porcentual de la producción científica española para cada una de las áreas científicas analizadas.

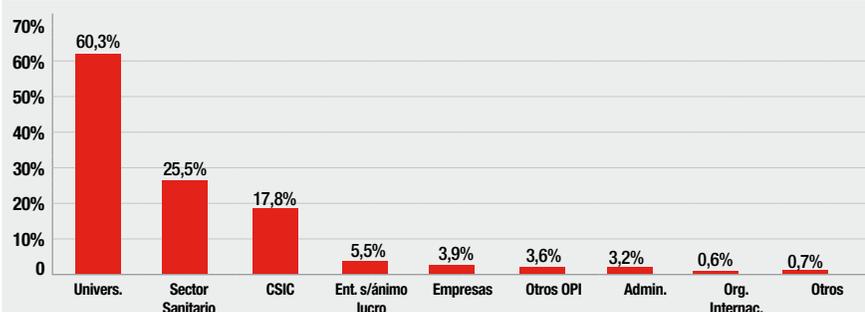
Las comunidades autónomas con mayor producción científica en el periodo 2000-2008 fueron la Comunidad de Madrid, con un 28,1% del total español; Cataluña con un 25,5%, y Andalucía, con un 14,6%. Estas comunidades fueron las que mayor producción tuvieron tanto en revistas nacionales como internacionales. Sin embargo, cuando se relativiza el número de publicaciones en

**Gráfico 8. Distribución de la producción científica en España. Por CCAA. Periodo 2000-2008**



Fuente: ESciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

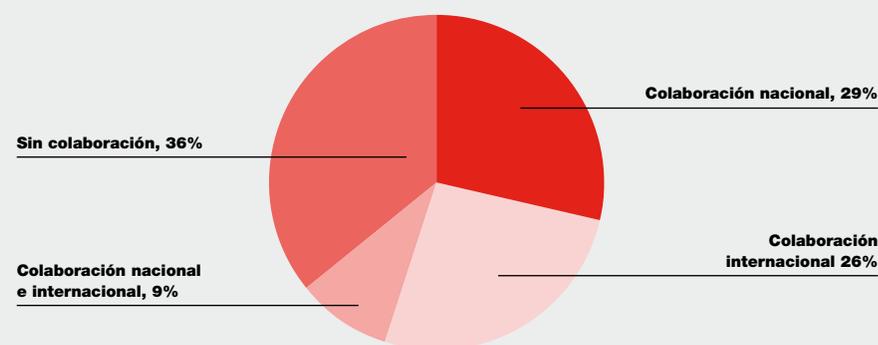
**Gráfico 9. Distribución de la producción científica española en revistas de difusión internacional por sectores institucionales<sup>6</sup> en % del total de documentos publicados. Periodo 2000-2008**



Nota: Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: SciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

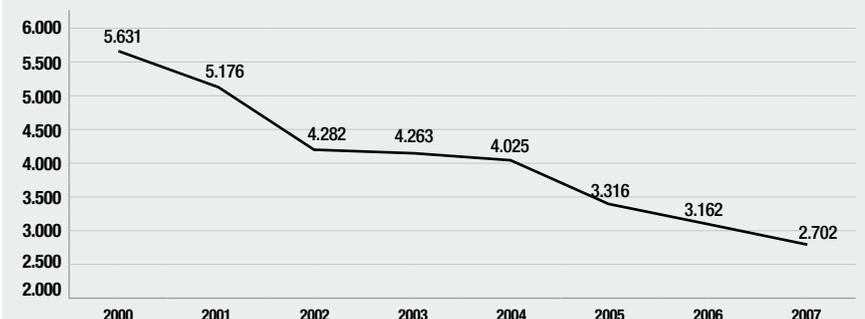
**Gráfico 10. Distribución de la producción científica según el tipo de colaboración en % sobre el total de publicaciones. Periodo 2000-2007**



Nota: Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: SciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

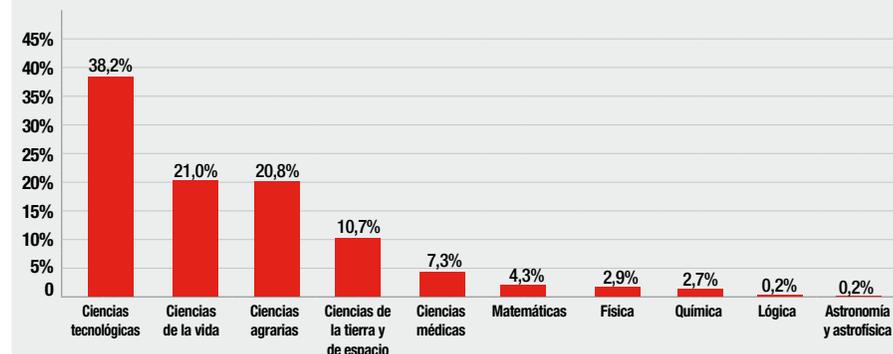
**Gráfico 11. Evolución temporal del volumen de publicaciones científicas en revistas nacionales. Periodo 2000-2007**



Nota: Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: IEDCYT. CSIC

**Gráfico 12. Distribución por áreas temáticas de la producción científica española en revistas nacionales en % del total de documentos publicados. Periodo 2000-2007**



Nota: Un documento puede estar clasificado en varias áreas. Los porcentajes están calculados sobre el total real y no sobre la suma. Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: IEDCYT. CSIC

términos de la población total de cada comunidad autónoma el ordenamiento cambia, y comunidades como Navarra, Cantabria, Asturias y Aragón, junto a Madrid y Cataluña, pasan a ocupar las primeras posiciones.

La universidad fue el principal sector institucional productor de publicaciones científicas, aportando el 60,3% del total de publicaciones españolas, seguido del sector sanitario y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), con un 25,5% y 17,8%, respectivamente. El sector empresarial aportó un poco menos de 4% de la producción científica española de difusión internacional.

De acuerdo con el *Informe Cotec 2009*, en el periodo 2000-2007, el 64,4% de la producción científica española de difusión

internacional se realizó en colaboración con otras entidades. El 26,1% del total de publicaciones se hizo en colaboración con instituciones internacionales y el 28,9%, en colaboración con instituciones nacionales. El 9,4% de la producción científica se realizó en colaboración con instituciones nacionales e internacionales, y el 35,6% restante no mantuvo ningún tipo de colaboración.

La producción científica española en el ámbito nacional decreció en el periodo 2000-2007. Este descenso se explica por dos motivos. Por una parte, se debe a una política más estricta en la selección de documentos en la base de datos ICYT del IEDCYT-CSIC. Por otra parte se debe a que los científicos españoles tuvieron una mayor tendencia a publicar sus aportaciones científicas en revistas internacionales, las cuales, en la mayoría de los

casos, tienen un índice de impacto mayor al de las revistas nacionales. En el gráfico 11 se observa la disminución del volumen de artículos publicados en revistas nacionales.

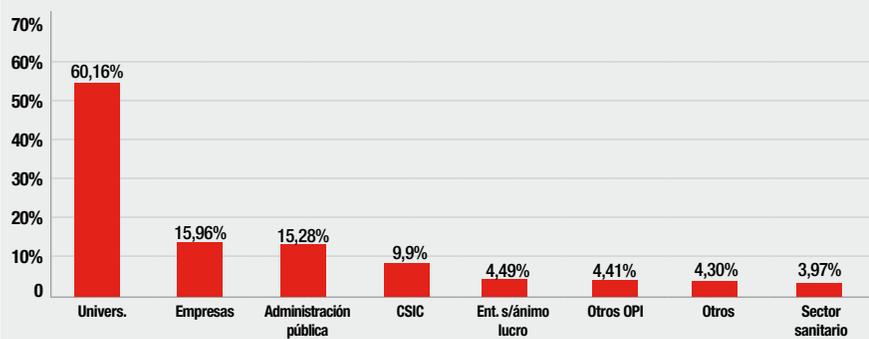
Las áreas temáticas que concentraron el mayor volumen de artículos científicos publicados en revistas españolas fueron las ciencias tecnológicas, las cuales agrupan el 38,2% del total, seguidas de las ciencias de la vida con un 21%, y las ciencias agrarias con el 20,8%. La elevada producción en estas áreas se explica por la alta concentración de revistas especializadas en estos temas, así como también, por un componente histórico y territorial. Por otra parte, la baja producción científica en el campo de las ciencias médicas se explica porque la base de datos ICYT recoge únicamente publicaciones en el campo de la farmacología y toxicología.

La universidad fue el sector institucional que concentró la mayor producción científica en revistas nacionales. Este sector produjo el 60% del total de los artículos publicados en revistas españolas. El segundo sector que produjo el mayor volumen de publicaciones fue el empresarial, el cual aportó el 16% del total de publicaciones en este ámbito. La producción científica en revistas españolas del CSIC fue bastante reducida, llegando al 10% del total, y quedando por debajo del sector de la Administración pública, el cual aportó el 15,2%.

A diferencia de las publicaciones del ámbito internacional, la colaboración en la producción científica tuvo un menor peso. El 67% del total de artículos publicados en revistas nacionales se realizaron sin colaboración, mientras que los que se realizaron en colaboración nacional representaron una cuarta

6. Un documento puede pertenecer a varios sectores, por tanto la suma de los porcentajes puede ser mayor que 100%.

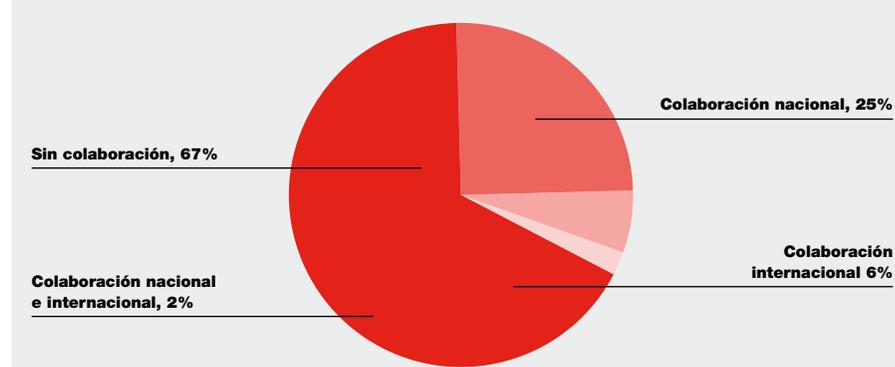
Gráfico 13. Distribución de la producción científica española en revistas nacionales en % del total de documentos publicados. Periodo 2000-2007



Nota: Un documento puede estar clasificado en varias instituciones. Los porcentajes están calculados sobre el total real y no sobre la suma. Se excluyen documentos de ciencias sociales y humanidades.

Fuente: IEDCYT. CSIC

Gráfico 14. Distribución de la producción científica española en revistas nacionales, según el tipo de colaboración. Periodo 2000-2007



Fuente: IEDCYT. CSIC

Cuadro 7. Producción científica del sector universitario español. Diez universidades con mayor número de artículos publicados en el periodo 2000-2008

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	%
Universitat de Barcelona	1.756	1.794	1.826	1.877	1.993	2.121	2.394	2.529	2.398	18.688	9,75
Universidad Complutense de Madrid	1.812	1.862	1.700	1.735	1.929	1.922	2.080	2.245	2.087	17.372	9,06
Universitat de València	1.248	1.281	1.214	1.356	1.563	1.583	1.817	1.813	1.853	13.728	7,16
Universitat Autònoma de Barcelona	1.033	1.039	1.158	1.200	1.402	1.613	1.826	2.232	2.017	13.520	7,05
Universidad Autónoma de Madrid	1.314	1.228	1.346	1.291	1.476	1.536	1.701	1.817	1.645	13.354	6,97
Universidad de Granada	899	786	895	1.080	992	1.135	1.321	1.459	1.328	9.895	5,16
Universidade de Santiago de Compostela	913	892	1.002	1.079	1.012	1.070	1.202	1.284	1.187	9.641	5,03
Universidad de Sevilla	687	818	893	925	992	1.109	1.100	1.174	1.101	8.799	4,59
Universidad del País Vasco	782	797	772	860	913	898	1.091	1.092	1.159	8.364	4,36
Universitat Politècnica de Catalunya	576	604	698	808	917	1.028	1.078	1.095	1.135	7.939	4,14

Fuente: SciSearch, Thomson Reuters. Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT). CSIC

parte del total. La producción científica que se realizó bajo colaboración internacional representó el 6% del total y las publicaciones que se desarrollaron en colaboración con instituciones nacionales e internacionales fueron el 2% del total.

La producción científica en el ámbito internacional del sistema universitario español se incrementó de forma constante en el periodo 2000-2008, pasando de 20.670 publicaciones en el año 2000, hasta alcanzar las 35.043 publicaciones en el 2008, lo cual implicó un crecimiento medio anual del 8,7%. El 50% de estas publicaciones se encuentran concentradas en 10 universidades, de las cuales destacan la Universitat de Barcelona, con el 9,75% de la producción total, y la Universidad Complutense de Madrid, con el 9,05%. Sin embargo, las universidades que experimentaron un mayor

crecimiento en su volumen de producción científica durante el periodo analizado fueron la Universitat Politècnica de Catalunya, con una tasa de crecimiento media anual de 10,8%, y la Universitat Autònoma de Barcelona (10,6%). En el cuadro 7 se presentan las 10 universidades con mayor volumen de publicaciones científicas en el periodo 2000-2008.

**Las solicitudes de patentes universitarias**

Las solicitudes de patentes es un indicador de la actividad investigadora de la universidad y de la orientación comercial de sus resultados. A pesar de que no todas las solicitudes son concedidas, se considera que dicho indicador es válido para medir los resultados del esfuerzo en I+D de las universidades. Además, debido al largo

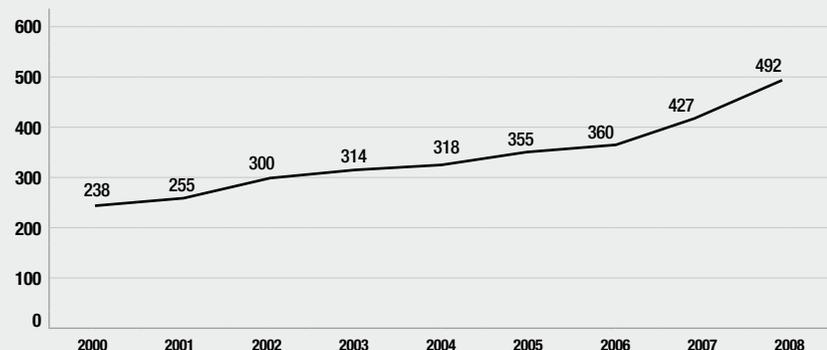
proceso de evaluación al que son sometidas las solicitudes, éstas recogen de un modo más preciso que las concesiones el efecto temporal relativo al resultado de una investigación.

**De acuerdo con los datos de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) las solicitudes de patentes por parte de las universidades españolas a través de la OEPM aumentaron de manera constante desde el 2000, creciendo a una tasa media anual superior al 11%.**

Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas, a través de la OEPM, se incrementaron de forma constante desde principios de la última década, pasando de 238 solicitudes en el 2000, a 492 en el 2008. La tasa media de

crecimiento del número de solicitudes en el periodo 2000-2008 fue de 11,9%, mientras que entre el 2007 y el 2008 fue de 15,2%. Las solicitudes de patentes en la OEPM realizadas por las universidades españolas en el 2008 representaron el 14,9% de las solicitudes totales presentadas en dicha oficina, aumentando su participación respecto al año anterior en 2,5 puntos porcentuales.

En el 2008, 48 universidades solicitaron al menos una patente a través de la OEPM. De estas 48 universidades, 2 realizaron una solicitud; 12 universidades solicitaron entre 2 y 4; 16 solicitaron entre 5 y 9, y 18 realizaron 10 o más solicitudes. Las universidades con el mayor número de solicitudes acumuladas en el periodo 2000-2008 fueron la Universitat Politècnica de Catalunya (271 solicitudes), la Universitat Politècnica de

**Gráfico 15. Evolución de las solicitudes de patentes nacionales realizadas por las universidades. Periodo 2000-2008**

Fuente: OEPM

València (230 solicitudes) y la Universidad de Sevilla (175 solicitudes); y en el 2008 destacaron la Universidad Politécnica de Madrid con 41 solicitudes, seguida de la Universitat Politècnica de Catalunya y la Universitat Politècnica de València, con un total de 32 y 29 solicitudes, respectivamente.

En cuanto a las solicitudes de patentes a través del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) se encuentra que la Universidad de Sevilla fue la que más patentes solicitó por esta vía, con un total de solicitudes de 60 patentes entre el 2004 y el 2008, seguida de la Universitat Politècnica de València, con un total de 46 solicitudes en el mismo periodo.

La cesión de derechos de estas patentes universitarias es un mecanismo de transferencia de tecnología a través del cual las universidades contribuyen a la innovación en las empresas. Las licencias de patentes consisten en la cesión de derechos de la propiedad intelectual universitaria a otra entidad, empresas en su mayoría, bajo unas condiciones previamente acordadas por ambas partes, y sin que el titular de la patente deje de disfrutar de sus derechos y privilegios. En este apartado se analizan el número de licencias y el volumen de ingresos generados por la explotación de la propiedad intelectual universitaria.

A nivel nacional, la Ley de Patentes española establece los derechos de propiedad intelectual y decisión sobre los inventos desarrollados por los investigadores.

Esta Ley afirma que el propietario de los inventos realizados por profesores de la universidad durante el periodo de contratación, que sean parte de la actividad implícita o explícita objeto de su contrato, pertenecerán al empleador, o lo que es lo mismo, a la misma universidad (artículo 20). En todo caso, el profesor tendrá el derecho a participar en los beneficios que la universidad consiga por la explotación de los derechos de propiedad intelectual de las invenciones. Esta participación se regula en los estatutos de cada universidad (artículo 20.6).

**En el 2008, el número de contratos de licencia firmados por las universidades descendió en un 9,5% respecto al año anterior, los ingresos provenientes de las licencias se incrementaron en un 21%.**

Según la encuesta de la RedOTRI de Universidades, el número de licencias universitarias registró un ligero descenso, pasando de 190 licencias en el 2007, a 172 en el 2008; en ese mismo año, treinta y ocho universidades licenciaron por lo menos una patente, cuatro universidades más que en el 2007. El número de universidades que firmó más de 10 licencias en el 2008 se mantuvo constante respecto al año anterior, mientras que el número de universidades que firmaron entre 5 y 9 licencias pasó de 9 en el 2007, a 10 en el 2008. A diferencia del año anterior, el número de universidades que firmó entre 1 y 4 licencias se incrementó, alcanzando un total de 24 universidades, 3 más que en el año anterior.

**Cuadro 8. Solicitudes de patentes nacionales participadas por universidades. Periodo 2000-2008**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Acum.
Universitat Politècnica de Catalunya	29	20	23	34	25	36	35	37	32	271
Universitat Politècnica de València	22	27	35	22	23	31	21	20	29	230
Universidad de Sevilla	4	12	22	25	29	26	18	15	24	175
Universidad Politécnica de Madrid	17	8	9	11	9	17	21	39	41	172
Universidad Santiago de Compostela	8	8	18	23	21	16	16	12	21	143
Universidad Complutense de Madrid	20	9	12	18	20	13	12	22	13	139
Universidad de Granada	9	6	16	13	16	17	15	16	20	128
Universidad de Málaga	4	10	17	6	9	17	9	36	14	122
Universidad Autónoma de Madrid	11	7	7	11	16	10	12	24	16	114
Universidad de Zaragoza	9	9	7	12	8	14	12	19	20	110
Universidad de Vigo	6	13	10	14	8	11	14	11	13	100
Universitat de Barcelona	6	9	6	13	8	10	11	12	19	94
Universidad de Oviedo	7	20	15	6	8	6	6	4	13	85
Universitat Autònoma de Barcelona	10	5	4	8	6	10	14	7	16	80
Universidad de Alcalá	7	2	6	5	5	10	19	7	13	74
Universitat de València	13	4	11	3	12	6	7	7	10	73
Universitat d'Alacant	6	7	2	10	9	4	8	13	7	66
Universidad del País Vasco	3	3	3	5	7	9	12	16	6	64
Universidad de Cádiz	1	2	5	5	9	6	12	9	7	56
Universidade da Coruña	4	8	4	5	3	8	3	8	11	54
Universidad de Córdoba	3	7	10	7	4	3	6	5	7	52
Universidad de Cantabria	1	6	11	1	7	7	5	3	4	45
Universidad de Murcia	9	1	1	2	7	1	6	5	9	41
Universidad de Salamanca	6	9	5	4	2	2	6	2	5	41
Universidad Pública de Navarra	4	3	6	4	6	3	3	6	4	39
Universidad de Castilla-La Mancha	-	-	2	2	7	6	3	8	9	37
Universidad de Almería	2	1	7	1	4	5	7	4	6	37
Universidad Miguel Hernández	3	7	3	6	1	2	5	5	5	37
Universidad de Valladolid	3	2	1	5	1	3	3	4	11	33
Universidad de Jaén	2	2	4	3	2	1	3	5	8	30
Universidad de las Palmas de G. C.	2	2	2	2	1	7	2	6	3	27
Universidad de Huelva	1	-	-	3	5	6	1	5	5	26
Universidad Carlos III de Madrid	2	4	2	-	-	-	2	5	9	24
Universitat de les Illes Balears	1	3	-	5	1	4	4	2	4	24
Universidad de la Laguna	-	1	1	2	-	2	4	5	8	23
Universitat Rovira i Virgili	-	1	1	5	3	-	2	1	8	21
Universidad Nacional de Educación a Distancia	-	5	3	1	3	5	1	-	3	21
Universidad Rey Juan Carlos	-	-	1	2	2	4	1	3	7	20
Universidad de la Rioja	1	1	3	2	1	3	-	5	3	19
Universidad de Extremadura	1	1	2	-	-	3	1	1	7	16
Universidad de León	-	3	2	1	1	2	4	2	1	16
Universidad Politécnica de Cartagena	1	-	-	3	1	2	3	2	3	15
Universidad de Burgos	-	-	1	-	1	2	3	2	4	13
Universitat Jaume I	-	2	-	-	2	1	2	4	2	13
Universitat de Girona	-	3	-	1	1	1	1	-	3	10
Universidad Pablo de Olavide	-	-	-	1	1	1	2	-	4	9
Universitat de Lleida	-	1	-	1	-	-	1	1	4	8
Universitat Pompeu Fabra	-	1	-	1	1	-	1	2	1	7

**Nota:** Se tienen en cuenta únicamente las solicitudes de patentes presentadas en la OEPM, faltan por contabilizar las solicitudes presentadas en la OMPÍ, de las cuales no se dispone de datos. Se ha tenido en cuenta el primer titular de la patente, es decir, cada patente corresponde a un titular.

Fuente: OEPM

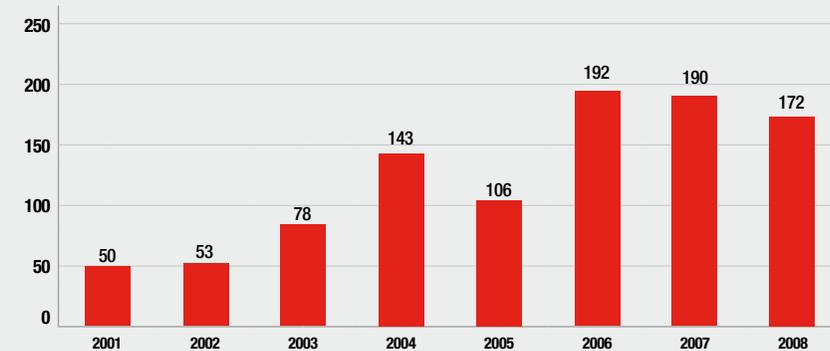
**Cuadro 9. Solicitudes de patentes PCT presentadas en la OEPM por universidades. Periodo 2004-2008**

	2004	2005	2006	2007	2008	Acumulado
Universidad de Sevilla	3	16	17	12	12	60
Universitat Politècnica de València	10	4	11	9	12	46
Universidad de Cádiz	4	5	7	12	9	37
Universidad Politécnica de Madrid	-	1	10	8	17	36
Universidad Complutense de Madrid	4	6	8	7	11	36
Universidade de Santiago de Compostela	7	5	5	10	6	33
Universitat de Barcelona	3	6	3	8	9	29
Universidad de Zaragoza	2	4	7	5	9	27
Universidad de Granada	2	4	6	8	7	27
Universidad de Málaga	-	3	7	5	10	25
Universitat Autònoma de Barcelona	4	5	5	7	3	24
Universidad del País Vasco	2	3	6	4	6	21
Universidad Autónoma de Madrid	1	4	6	2	7	20
Universitat Politècnica de Catalunya	2	-	1	6	9	18
Universidad de Córdoba	6	-	-	3	3	12
Universidad de Castilla-La Mancha	-	-	5	2	3	10
Universitat de València	1	3	1	1	2	8
Universitat Jaume I	-	2	1	1	3	7
Universidad de Huelva	1	1	3	-	2	7
Universitat d'Alacant	-	-	-	1	5	6
Universidad de Almería	-	-	1	3	2	6
Universidad de Oviedo	-	2	1	-	2	5
Universidad de Murcia	1	1	-	1	2	5
Universidad de Jaen	-	-	-	-	4	4
Universidad Pública de Navarra	-	1	-	1	2	4
Universitat Autònoma de Barcelona	-	3	1	-	-	4
Universidad Miguel Hernández	1	-	-	-	2	3
Universidad Carlos III de Madrid	-	-	-	2	1	3
Universidad Rey Juan Carlos	2	-	-	-	1	3
Universitat Rovira i Virgili	1	-	-	1	1	3
Universidad Nacional de Educación a Distancia	-	3	-	-	-	3
Universitat de les Illes Balears	-	-	1	2	-	3
Universidad de Valladolid	1	-	-	-	1	2
Universitat de Girona	-	-	1	1	-	2
Universidad de Salamanca	-	1	1	-	-	2
Universidad Pablo de Olavide	1	1	-	-	-	2
Universidad de Alcalá	-	-	1	-	-	1
Universidad de la Laguna	-	-	-	1	-	1
Universidad Politécnica de Cartagena	1	-	-	-	-	1
Universidad Pompeu Fabra	-	1	-	-	-	1
Universidad de Vigo	1	-	-	-	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>85</b>	<b>116</b>	<b>123</b>	<b>163</b>	<b>548</b>

**Nota:** Se tienen en cuenta únicamente las solicitudes de patentes presentadas en la OEPM, faltan por contabilizar las solicitudes presentadas en la OMPI, de las cuales no se dispone de datos. Se ha tenido en cuenta el primer titular de la patente, es decir, cada patente corresponde a un titular.

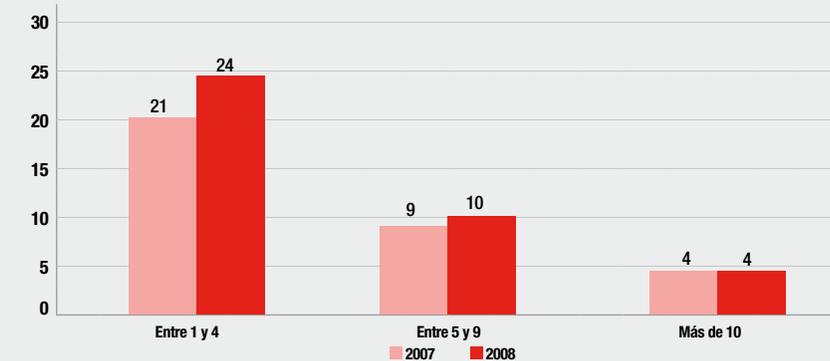
Fuente: OEPM

**Gráfico 16. Evolución del número de licencias, periodo 2001-2008**



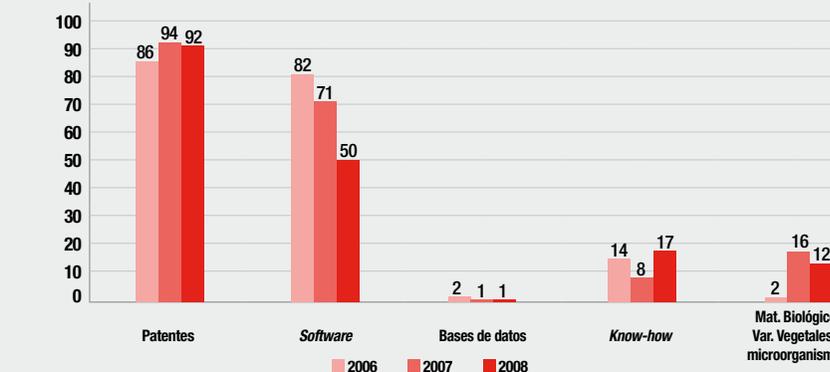
Fuente: RedOTRI

**Gráfico 17. Número de universidades según el número de licencias firmadas. Años 2007 y 2008**

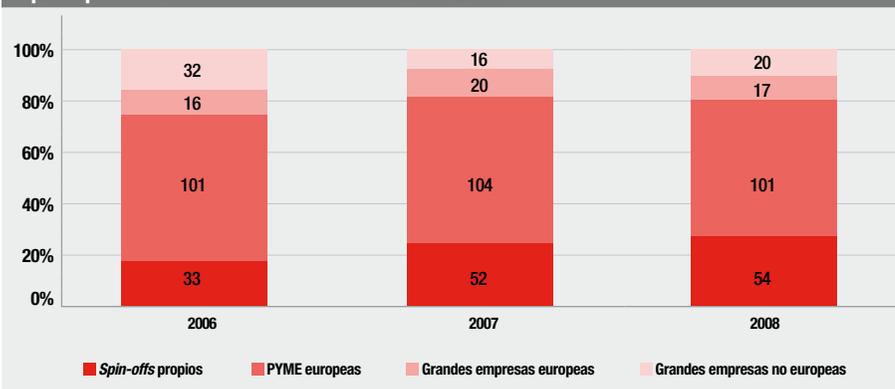


Fuente: RedOTRI

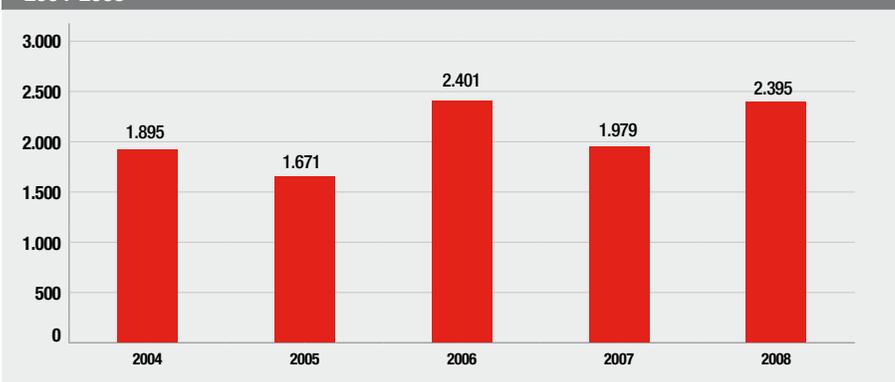
**Gráfico 18. Distribución de las licencias por tipo de innovación en la que se basaban. Periodo 2006-2008**



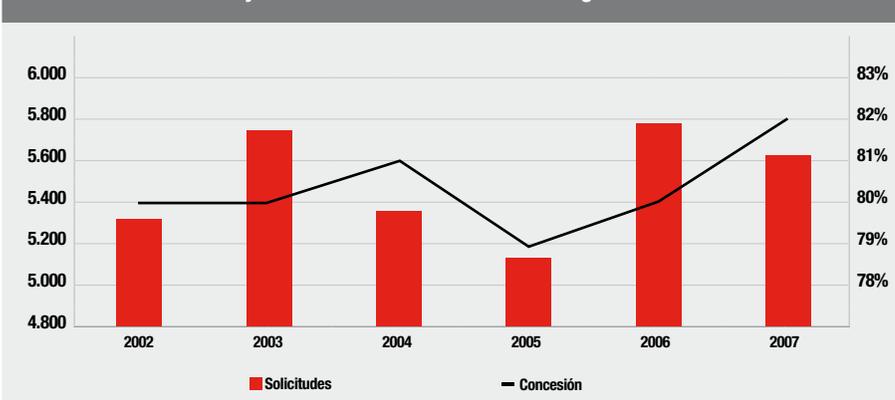
Fuente: RedOTRI

**Gráfico 19. Naturaleza de las empresas compradoras de licencias en número y porcentaje que representan sobre el total. Periodo 2006-2008**

Fuente: RedOTRI

**Gráfico 20. Evolución de los ingresos generados por licencias, en miles de euros. Periodo 2004-2008**

Fuente: RedOTRI

**Gráfico 21. Solicitudes y concesiones de tramos de investigación. Periodo 2002-2007**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CNEAI

En el 2008, el 53,5% de las licencias se basaron en patentes, siendo este el tipo de innovación que agrupó el mayor número de estos contratos, seguido de las licencias basadas en programas de ordenador, con 50 de las 172 licencias. La reducción en el número de licencias entre el 2007 y el 2008 fue generalizada, exceptuando los casos de las licencias basadas en bases de datos, las cuales se mantuvieron constantes entre el 2007 y el 2008, y las licencias basadas en know-how, las cuales pasaron de 8 en el 2007 a 17 en el 2008.

Respecto a la naturaleza de las empresas contratantes, en el 2008, el 55,5% fueron pequeñas y medianas empresas europeas, el 18,1% de las licencias se firmaron con *spin-offs* propias y el 26,4% restante se dividió entre licencias firmadas con grandes empresas (8,8%), y con empresas no europeas (17,6%).

**Según los resultados de la encuesta de la RedOTRI de Universidades, en el 2008, el volumen de ingresos provenientes de licencias se incrementó un 21% respecto al 2007, alcanzando los 2,3 millones de euros.**

El volumen de ingresos totales provenientes de las licencias aumentó considerablemente respecto al 2007, volviendo a los niveles observados en el 2006. De acuerdo con la encuesta de la RedOTRI de Universidades, los ingresos provenientes de licencias en el 2008 fueron de 2,3 millones de euros, lo que implicó un incremento del 21% respecto a la cifra observada en el 2007. Los ingresos por licencia también presentaron un incremento respecto al año anterior, pasando

de 10.500 euros por licencia en el 2007, a 13.924 en el 2008.

### Tramos de investigación

El tercer indicador de los resultados de la investigación universitaria hace referencia a la solicitud y concesión de tramos de investigación. La Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) evalúa la producción científica de los profesores universitarios. Los tramos de investigación o sexenios se otorgan a los investigadores que reciben una valoración positiva en relación a su producción científica. Aunque estos sexenios se concedan a título personal, se considera que el número de tramos que acumula una universidad es también un indicador de la orientación y la calidad de la actividad investigadora. Sin embargo, las comparaciones entre distintas universidades se deben realizar con cautela debido a factores como la antigüedad y el tipo de especialización científica de los centros.

**En 2007 los investigadores españoles solicitaron 5.661 tramos de investigación, un 2,2% menos que en el 2006. Por otra parte, continuó la tendencia creciente en el porcentaje de profesores que solicitaron un sexenio, alcanzando en el 77,3% del total de profesores.**

En el 2007 se solicitaron 5.661 sexenios, un 2,2% menos que en el año anterior, de los cuales se concedieron 4.642, un 0,3% más que en el 2006. Por otra parte, en el 2007, el número de tramos por profesor aumentó considerablemente respecto a años ante-

**Cuadro 10. Tramos de investigación por universidades. Año 2007**

Universidad	% de PDI que solicitan evaluación	Tasa de éxito	Tramos por profesor
Universidad Autónoma de Madrid	90,6%	88,4%	2,35
Universitat Autònoma de Barcelona	88,6%	89,8%	2,14
Universidad Pompeu Fabra	91,8%	90,2%	2,08
Universidad Complutense de Madrid	83,7%	84,4%	1,90
Universidad Carlos III de Madrid	97,0%	91,5%	1,87
Universitat de Barcelona	82,2%	83,5%	1,87
Universidad Santiago de Compostela	85,6%	88,5%	1,85
Universitat de València	85,6%	85,8%	1,82
Universidad de Cantabria	80,7%	85,1%	1,78
Universidad de Córdoba	81,0%	82,6%	1,74
Universidad de Granada	85,7%	83,0%	1,68
Universidad de Alcalá de Henares	80,3%	85,0%	1,67
Universidad Pablo de Olavide	88,6%	84,1%	1,66
Universidad de Murcia	83,0%	83,4%	1,65
Universidad de Salamanca	77,5%	82,3%	1,64
Universidad de Oviedo	80,0%	85,7%	1,58
Universidad de Sevilla	80,3%	80,8%	1,56
Universidad Miguel Hernández	80,0%	87,3%	1,56
Universitat de les Illes Balears	80,8%	86,5%	1,51
Universidad de Zaragoza	81,3%	78,7%	1,50
Universitat Rovira i Virgili	73,5%	88,1%	1,45
Universidad de León	77,1%	81,4%	1,42
Universitat Politècnica de Catalunya	73,0%	83,2%	1,36
Universidad Pública de Navarra	83,2%	83,1%	1,34
Universidad de Almería	76,4%	86,1%	1,33
Universidad de Málaga	77,3%	81,5%	1,31
Universitat Jaume I	87,6%	83,2%	1,30
Universidad de Extremadura	74,2%	81,1%	1,30
Universitat de Lleida	75,4%	81,5%	1,28
Universidad de Valladolid	70,1%	78,8%	1,27
Universidad de la Laguna	72,2%	80,1%	1,24
Universitat Politècnica de València	71,8%	79,9%	1,23
Universidad de Vigo	75,0%	84,3%	1,15
Universidad Rey Juan Carlos	77,3%	79,0%	1,12
Universitat de Girona	74,9%	78,8%	1,10
Universidad de la Rioja	69,2%	86,9%	1,10
Universidad de Cádiz	68,3%	77,3%	1,08
Universitat d'Alacant	77,5%	79,5%	1,08
Universidade da Coruña	66,1%	82,5%	1,06
Universidad de Castilla-La Mancha	65,6%	80,4%	1,05
Universidad del País Vasco	65,0%	82,3%	1,01
Universidad de Jaen	73,5%	78,3%	0,98
Universidad Politécnica de Madrid	57,8%	73,8%	0,90
Universidad Politécnica de Cartagena	65,6%	86,7%	0,88
Universidad de Huelva	60,3%	79,7%	0,87
Universidad de las Palmas de Gran Canaria	61,9%	79,9%	0,86
Universidad de Burgos	49,6%	76,9%	0,72
<b>Total</b>	<b>77,3%</b>	<b>82,0%</b>	<b>1,49</b>

**Nota:** En la primera columna se muestra el porcentaje de profesorado o PDI que ha solicitado evaluación para obtener un reconocimiento de sus tramos de investigación o sexenios; en la segunda columna se muestra el número de sexenios aprobados sobre el total de sexenios solicitados, y en la tercera, los tramos reconocidos por profesor.

Fuente: CNEAI y elaboración propia

rios, alcanzando un promedio de 1,49 tramos por profesor.

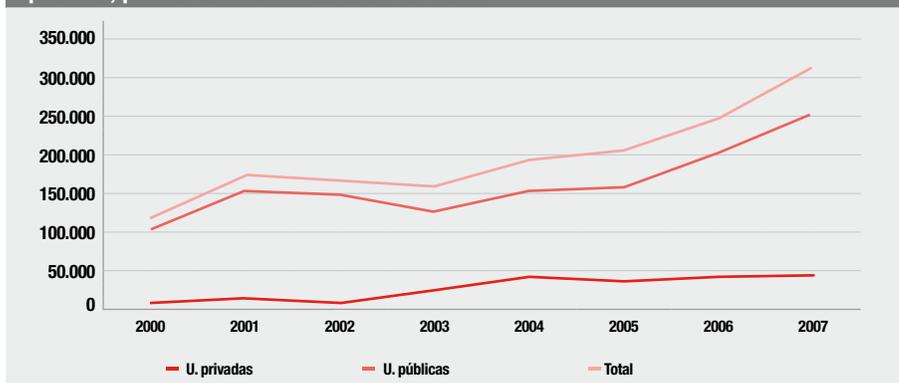
En función del porcentaje de profesores que solicitaron un sexenio respecto al total de profesores, destacaron la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad Carlos III de Madrid y la Universitat Pompeu Fabra, donde, en cada una de ellas, más del 90% de los profesores solicitaron un sexenio. El promedio español del porcentaje de participación en el 2007 fue del 77,3%, superando las tasas presentadas en años anteriores.

La tasa de éxito en la concesión de sexenios, medida como el número de sexenios aprobados sobre el total de sexenios solicitados, en el sistema de universidades públicas españolas fue del 82%, siendo la tasa de éxito

más alta en los últimos 5 años. A escala universitaria sobresale la Universidad Carlos III de Madrid, con el 91,5% de sexenios aprobados, seguida de la Universitat Pompeu Fabra a la cual se le aprobaron el 90,2%, y la Universitat Autònoma de Barcelona, con una tasa de aprobación del 89,8%.

Del mismo modo que aumentó la tasa de éxito en la concesión de sexenios aumentó también el número medio de tramos por profesor. En el 2007 el promedio de tramos por profesor en el sistema universitario español fue de 1,49. Las universidades con mayor número de tramos por profesor fueron la Universidad Autónoma de Madrid con 2,35 tramos por profesor, seguida de la Universitat Autònoma de Barcelona (2,14) y de la Universitat Pompeu Fabra (2,08).

Gráfico 22. Financiación empresarial de la investigación en universidades públicas y privadas, periodo 2000-2007. En miles de euros



Fuente: INE

Cuadro 11. Evolución de la participación de la financiación empresarial en el gasto en I+D universitario, periodo 2000-2007. En miles de euros y porcentaje sobre el total de gastos en I+D

Año	Gastos en I+D	Financiación empresarial	%
2000	1.693.882	117.033	6,9%
2001	1.925.357	167.955	8,7%
2002	2.141.949	163.583	7,6%
2003	2.941.959	160.221	5,4%
2004	2.641.653	197.446	7,5%
2005	2.959.928	204.649	6,9%
2006	3.265.783	257.698	7,9%
2007	3.518.595	317.193	9,0%

Fuente: INE

## 4.2 Investigación y empresa

### a. La financiación empresarial de la investigación universitaria

**La financiación empresarial de la I+D universitaria presentó un incremento del 23,1% en el 2007, llegando hasta los 317,1 millones de euros. Este aumento confirma la tendencia señalada en el Informe CYD 2008. Por otra parte, se observó una variación positiva en cuanto a la participación de las empresas en la financiación total de la investigación universitaria, pasando de representar el 7,9% en el 2006, a aportar el 9% en el 2007.**

A pesar de que la participación del sector empresarial en la financiación de la investigación universitaria es relativamente baja en comparación con otras fuentes de financiación, ésta ha ido aumentando de manera

constante en los últimos años, llegando hasta los 317,2 millones de euros en el 2007, lo que implicó un aumento de algo menos de 60 millones de euros respecto al 2006.

Existen diferencias en cuanto a la financiación empresarial en función del carácter público o privado de las universidades. De acuerdo con la Estadística sobre actividades de I+D del INE, la financiación empresarial es más de 6 veces superior en el caso de las universidades públicas que en las privadas. En el 2007 el 79,4% de los fondos empresariales destinados a financiar la investigación universitaria se dirigieron a las universidades públicas, llegando a un total de 251,8 millones de euros, mientras que en el caso de las universidades privadas el total fue de 41,6 millones.

El aumento de la financiación de la investigación universitaria por parte del sector empresarial se vio reflejado en una mayor

participación dentro del total de gastos de las universidades en I+D, alcanzando el 9% en el 2007.

Comparando la financiación empresarial de la I+D universitaria española con otros países se observan importantes diferencias. De acuerdo con la publicación *Main Science and Technology Indicators 2009/1*, España, en el 2006 se encontraba por encima de la media de la UE-15 y de la OCDE, donde el porcentaje de I+D financiado por el sector privado fue de 6,7% y 6,6%, respectivamente. Por otra parte, al igual que en el 2004 y en el 2005, el país con el mayor porcentaje de I+D universitario financiado por empresas fue Alemania, donde este porcentaje llegó al 14,2% en el 2006.

En relación a la distribución de la financiación empresarial de la I+D universitaria según el campo de investigación, fueron las áreas de ingeniería y tecnología, así como

Gráfico 23. Comparación internacional de la financiación empresarial de la I+D universitaria. Periodo 2004-2006

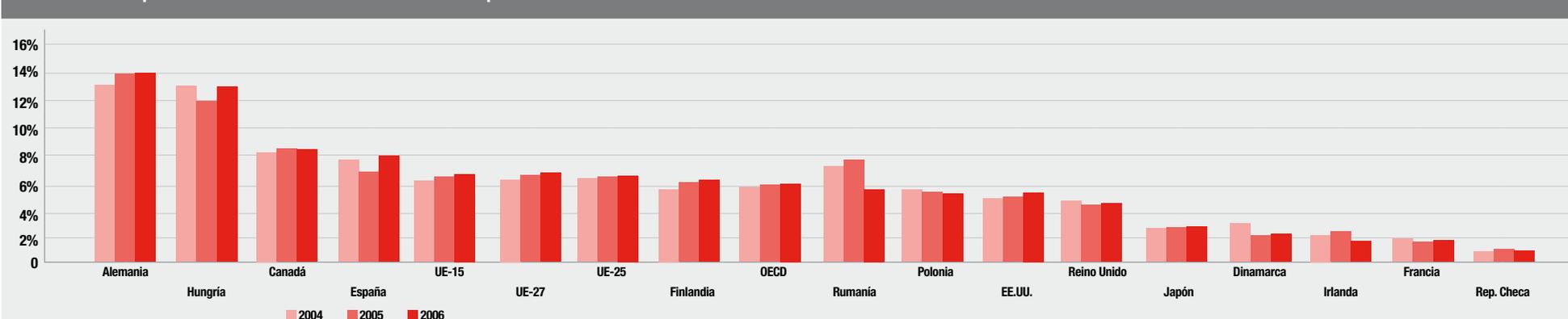
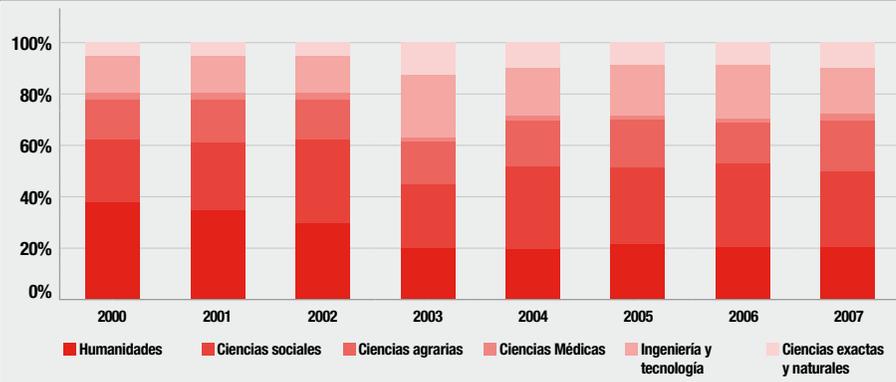
Fuente: *Main Science and Technology Indicators 2009/1*. OCDE

Gráfico 24. Financiación empresarial de I+D por campos científicos. Porcentaje respecto al total de financiación empresarial de I+D universitario. Periodo 2000-2007



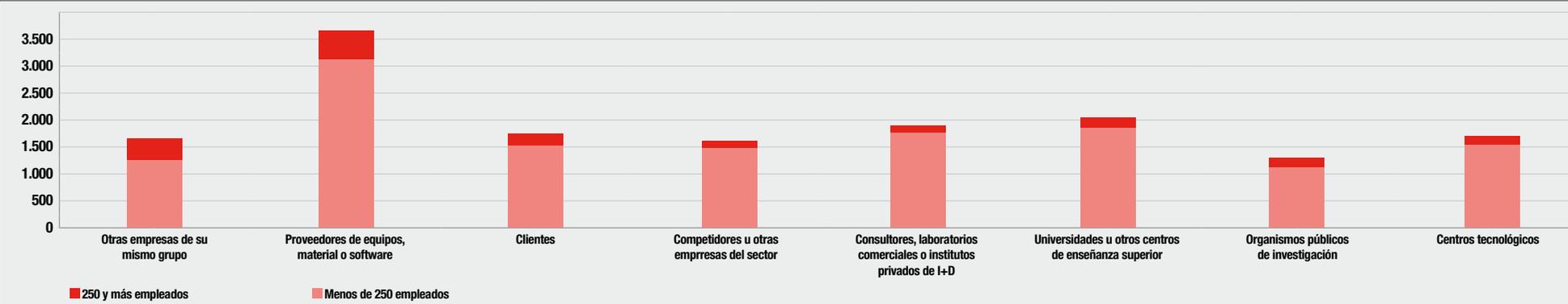
Fuente: INE

Cuadro 12. Empresas que cooperaron en innovación, periodo 2000-2007

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
EIN que cooperan en innovación*	5.684 (1.646; 28,9%)							
		5.710 (1.534; 26,9%)						
			7.779 (1.870; 24,0%)					
				8.133 (1.838; 22,6%)				
					6.343 (1.898; 29,9%)			
						6.460 (2.113; 32,9%)		
Número de EIN			35.532	37.830	54.117	49.690	53.695	51.746
% de EIN			22,7%	23,1%	31,4%	28,2%	27,5%	25,94%

EIN: Empresas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito  
 (\*) Entre paréntesis el número de las empresas que cooperaron con universidades y el porcentaje sobre el total de EIN que cooperaron en innovación.  
 Nota: En el número y porcentaje de EIN influye el tamaño de muestra en cada periodo.  
 Fuente: INE

Gráfico 25. Entidades con las que las empresas innovadoras declararon cooperar. Periodo 2005-2007. Total de empresas EIN que cooperaron en innovación



Nota: Una empresa EIN puede cooperar con más de una entidad.  
 Fuente: INE

también las ciencias exactas y naturales las que contaron con una participación superior. De acuerdo con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE se confirmaron las tendencias ya mencionadas en las ediciones del Informe CYD de 2007 y 2008: el aumento de la financiación empresarial en el área de ingeniería y tecnología, y el descenso en el campo de las ciencias exactas y naturales. Las ciencias agrarias y las humanidades fueron los campos que obtuvieron menor financiación empresarial de la I+D universitaria.

## b. La cooperación en innovación entre empresas y universidades

La Encuesta sobre Innovación Tecnológica del INE recoge anualmente la información más relevante relativa a las actividades en innovación de las empresas españolas. Entre otras variables incluye los datos relati-

vos a la colaboración en investigación de las empresas con otras entidades, entre las que se encuentra la universidad.

Este apartado analiza la participación de las universidades en proyectos en colaboración con empresas. Cabe señalar que la encuesta del INE no considera cooperación la simple contratación de trabajos fuera de la empresa, para serlo, la empresa debe mantener una colaboración activa con la universidad.

**En el periodo 2005-2007 se incrementó el número de empresas que cooperaron en innovación con la universidad, y aumentó también el peso relativo de estas empresas sobre el total de empresas que cooperaron en innovación.**

En el 2007, el número de empresas españolas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito (EIN)

se redujo en un 3,6% respecto al 2006, pasando de 53.695 empresas en el 2006, a 51.746 en el 2007. Entre el 2006 y el 2007, el número de EIN sobre el total de empresas disminuyó, llegando a representar el 25,9% del total de empresas, lo que implicó un descenso de 1,5 puntos porcentuales. El total de EIN que cooperaron en innovación con la universidad se incrementó el 11,3% entre el periodo 2004-2006 y el periodo 2005-2007, alcanzando en el último periodo el 32,9% del total de las EIN que cooperan en innovación. En el periodo 2005-2007, el porcentaje de EIN que cooperaron en innovación con las universidades sobre el total de empresas innovadoras se situó en el 4,1%, superando el porcentaje observado en el periodo 2004-2006 (3,5%).

El 83,2% de las empresas que cooperaron en innovación con las universidades tenían un tamaño inferior a los 250 empleados, estas empresas representaron el 31,2%

del total. El 44,4% de las empresas de 250 o más trabajadores que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades. Entre el 2006 y el 2007 el número de empresas de menos de 250 trabajadores que cooperaron en innovación se incrementó en 13,5%, llegando a un total de 1.758 empresas. En el caso de las empresas de más de 250 trabajadores se observó una reducción del 11,9%, llegando a un total de 303 empresas.

No obstante el incremento en el total de empresas que cooperaron en innovación con las universidades, estas siguieron ocupando el segundo lugar en cuanto a las preferencias de cooperación de las empresas. De acuerdo con la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las Empresas 2007 publicada por el INE, se observa que el 50% de las empresas declararon cooperar con proveedores de equipo, materiales y software, mientras que, como ya se ha señalado, sólo

**Cuadro 13. Distribución sectorial del % de empresas que innovaron, que cooperaron en innovación y que cooperaron en innovación con las universidades. Periodo 2004-2006**

	Innovaron	Cooperaron	Cooperaron con universidades
Energía y agua	41,4%	38%	19,1%
Química	69,6%	28%	13,3%
Reciclaje	41,3%	34%	10,3%
Comunicaciones	32,6%	22%	9,0%
Maquinaria y material de transporte	46,9%	22%	8,6%
Inmobiliarias, servicios a empresas	30,1%	18%	8,5%
Metalurgia	43,1%	22%	6,9%
Alimentación, bebidas y tabaco	36,8%	17%	6,4%
Industrias extractivas y del petróleo	28,8%	13%	5,6%
Servicios públicos, sociales y colectivos	24,1%	17%	4,0%
Caucho y materias plásticas	46,1%	14%	3,5%
Productos minerales no metálicos diversos	34,8%	13%	3,0%
Manufacturas metálicas	33,8%	9%	2,1%
Construcción	20,2%	5%	1,9%
Textil, confección, cuero y calzado	27,9%	17%	1,8%
Madera, papel, edición y artes gráficas	35,7%	9%	1,6%
Industrias manufactureras diversas	30,2%	8%	1,4%
Intermediación financiera	46,8%	23%	1,4%
Comercio y hostelería	19,8%	7%	1,2%
Transportes y almacenamiento	19,8%	10%	1,0%

Fuente: INE

el 32,9% de las empresas que cooperaron lo hicieron con las universidades u otros centros de enseñanza superior.

Por sectores se encuentran diferencias significativas en cuanto al porcentaje de empresas que cooperaron con la universidad. Tal y como se comentó en el *Informe CYD 2008*, los sectores que muestran mayor cooperación con las universidades son el sector de energía y agua, donde el 19,1% de las empresas declararon cooperar en innovación con las universidades, el sector químico (13,3%), y el sector de maquinaria y material de reciclaje (10,3%). En caso contrario, los sectores donde hubo menos cooperación en innovación fueron transportes y almacenamiento (1%) y el sector de comercio y hostelería (1,2%).

En España existen diversos programas que apuntan al apoyo de la investigación en

cooperación entre universidades y empresas. Entre estos programas destacan los proyectos individuales de investigación y desarrollo (PID) y el Programa de consorcios estratégicos nacionales de investigación técnica (CENIT).

Los PID son proyectos empresariales de carácter aplicado para la mejora o creación de procesos productivos, productos o servicios. Dichos proyectos pueden comprender tanto actividades de investigación industrial, como de desarrollo experimental. Este tipo de proyectos suelen ser presentados por empresas industriales y se realizan en colaboración con universidades, centros públicos de investigación y/o centros de innovación y tecnología (CIT)<sup>7</sup> españoles.

Durante el 2008, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) aprobó 186 PID en los que participaron 51 universidades

7. Se consideran centros de innovación y tecnología a aquellas personas jurídicas, legalmente constituidas sin fines lucrativos, que estatutariamente tengan por objetivo contribuir, mediante el perfeccionamiento

tecnológico y la innovación, a la mejora de la competitividad de las empresas y que, actuando en España, sean reconocidas y registradas como tales centros por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

**Cuadro 14. PID aprobados con participación de universidades. Año 2008.**

	PID
Universitat Politècnica de Catalunya	14
Universidad de Zaragoza	11
Universidad Politécnica de Madrid	10
Universidad Autónoma de Madrid	8
Universidad de Extremadura	8
Universidad Santiago de Compostela	8
Universidad Pública de Navarra	8
Universidad Complutense de Madrid	7
Universidad de Murcia	7
Universidad Politécnica de Cartagena	7
Universitat Politècnica de València	7
Universitat de Barcelona	5
Universitat de Girona	5
Universidad de la Laguna	5
Universidad de Sevilla	5
Universidad de Vigo	5
Universidad del País Vasco	5
Universidad de Huelva	4
Universidad de Navarra	4
Universidad de Oviedo	4
Universidad Miguel Hernández	4
Universidad de Cantabria	3
Universidad de Castilla-La Mancha	3
Universidad de Granada	3
Universitat de València	3
Universitat Jaume I	3
Universidad de Córdoba	2
Universidad de León	2
Universitat de Lleida	2
Universidad de Málaga	2
Universidad Internacional de Cataluña	2
Universitat Rovira i Virgili	2
Universitat Autònoma de Barcelona	1
Universidad Carlos III de Madrid	1
Universitat d'Alacant	1
Universidad de Burgos	1
Universidad de Cádiz	1
Universidad de Jaén	1
Universitat de les Illes Balears	1
Universidad de las Palmas de Gran Canaria	1
Universidad de Salamanca	1
Universidad Europea de Madrid	1
Universidad Pablo de Olavide	1
Universidad Pontificia Comillas	1
Universitat Ramon Llull	1
Universidad Rey Juan Carlos	1
Universidad de Vigo	1
<b>Total general</b>	<b>183</b>

**Nota:** De acuerdo al nuevo marco comunitario de ayudas estatales a la I+D+i, el Consejo de Administración del CDTI aprobó los mecanismos de adaptación a las nuevas tipologías. Los proyectos de investigación industrial concertada (PIIC) y los de desarrollo tecnológico (PDT) pasan a denominarse proyectos de I+D (PID).

(\*) Varias universidades pueden participar en un mismo proyecto.

Fuente: CDTI

**Cuadro 15. Participación de las universidades en proyectos aprobados en el programa CENIT. Año 2008**

	<b>CENIT</b>
Universidad Politécnica de Madrid	11
Universitat Politècnica de València	7
Universidad Carlos III de Madrid	6
Universidad de Zaragoza	6
Universitat Politècnica de Catalunya	6
Universidad de Valladolid	6
Universidad de Málaga	5
Universidad Autònoma de Barcelona	5
Universidad Autónoma de Madrid	4
Universidad Complutense de Madrid	4
Universitat de València	4
Universitat de Barcelona	3
Universidad de Castilla-La Mancha	3
Universidad de Granada	3
Universidad del País Vasco	3
Universidad Rey Juan Carlos	3
Universidad de Alcalá de Henares	2
Universidad de Cantabria	2
Universitat de Girona	2
Universitat de les Illes Balears	2
Universitat de Lleida	2
Universidad Santiago de Compostela	2
Universidad de Sevilla	2
Universidad de Vigo	2
Universitat Jaume I	2
Universidad Pablo de Olavide	2
Universidad Pública de Navarra	2
Universidad Antonio de Nebrija	1
Universidad de Asturias	1
Universitat d'Alacant	1
Universidad de Burgos	1
Universidad de Cádiz	1
Universidad de Córdoba	1
Universidad de Jaen	1
Universidad de la Rioja	1
Universidad de Murcia	1
Universidad de Navarra	1
Universidad de Oviedo	1
Universidad de Salamanca	1
Universitat de Vic	1
Universidad Miguel Hernández	1
Universidad Nacional de Educación a Distancia	1
Universidad Politécnica de Cartagena	1
Universidad Rovira i Virgili	1
Universidad de las Palmas de Gran Canaria	1
<b>Total general</b>	<b>119</b>

**Nota:** Las universidades con más de un departamento que participan en un mismo proyecto han sido contabilizadas una sola vez.

Fuente: CDTI

españolas. Las universidades que presentaron un comportamiento más dinámico en cuanto a la participación en estos proyectos fueron la Universitat Politècnica de Catalunya con 14 proyectos aprobados y la Universidad de Zaragoza con 11 proyectos aprobados.

El programa CENIT tiene como objetivo aumentar la cooperación pública y privada en I+D+i a través de la colaboración a largo plazo entre grupos de investigación públicos y privados en un programa conjunto de investigación. En estos proyectos deben participar al menos 4 empresas, 2 de las cuales tienen que ser pymes, y las otras 2, entidades públicas de investigación con un compromiso extensible de al menos 4 años.

En la última convocatoria del programa CENIT se aprobaron 163 proyectos, en los cuales participaron 50 universidades. En comparación con la anterior convocatoria de este programa, disminuyó el número total de proyectos aprobados, mientras que el número total de universidades que participaron se ha mantenido constante. Entre las universidades participantes destaca la Universidad Politécnica de Madrid, la cual participó en 11 de los 163 proyectos aprobados en el 2008, seguida de la Universitat Politècnica de València con participación en 7 proyectos.

España es desde 1985 uno de los 38 países miembros de la red Eureka. Esta iniciativa intergubernamental de apoyo a la I+D+i cooperativa en el ámbito europeo, tiene como objeto impulsar la competitividad de las empresas europeas mediante el fomento

de la realización de proyectos tecnológicos, orientados al desarrollo de productos, procesos y/o servicios con claro interés comercial en el mercado internacional y basados en tecnologías innovadoras. Aunque no constituye una fuente de financiación de investigación por sí misma, la iniciativa ayuda a la búsqueda de socios y colaboraciones en red, al acceso a contactos gubernamentales y a la solicitud de financiación mediante la entrega de etiquetas de reconocimiento internacional a los proyectos que cumplen sus estrictos criterios de evaluación. Por tanto, Eureka está dirigido a cualquier empresa o centro de investigación capaz de realizar un proyecto de I+D de carácter aplicado en colaboración con una empresa y/o un centro de investigación de otro país de la red Eureka como mínimo.

En el caso español, es el CDTI el organismo que desempeña las labores de promoción general de Eureka y de coordinación, evaluación y seguimiento de las propuestas y los proyectos que presentan las empresas españolas.

Cinco universidades han participado en siete proyectos del programa EUREKA desde que la presidencia de este programa pasó a Portugal a mediados del 2008. Destaca la participación de la Universitat Politècnica de Catalunya la cual ha participado en 2 proyectos, al igual que la Universitat Autònoma de Barcelona, las otras tres universidades que desde mediados del año 2008 han participado en este programa son la Universidad de Salamanca, la Universidad de Murcia y la Universidad Carlos III Madrid.

### 4.3 *Los centros e infraestructuras de apoyo a la innovación y la transferencia de tecnología*

En la última década se ha puesto en evidencia el interés de organismos públicos y privados por promover las agrupaciones y redes que impulsen las relaciones entre las universidades y las empresas. Estas agrupaciones tienen como fin promover la colaboración entre universidades y empresas, y de este modo facilitar la transferencia de tecnología y promover la cultura innovadora de las empresas.

Al igual que en ediciones anteriores de este informe, en este apartado se analizan las fundaciones universidad empresa (FUE), las oficinas de transferencia de resultados de la investigación (OTRI), los parques científicos y tecnológicos (PCyT), y las plataformas tecnológicas (PT).

#### **Red de Fundaciones Universidad Empresa (REDFUE)**

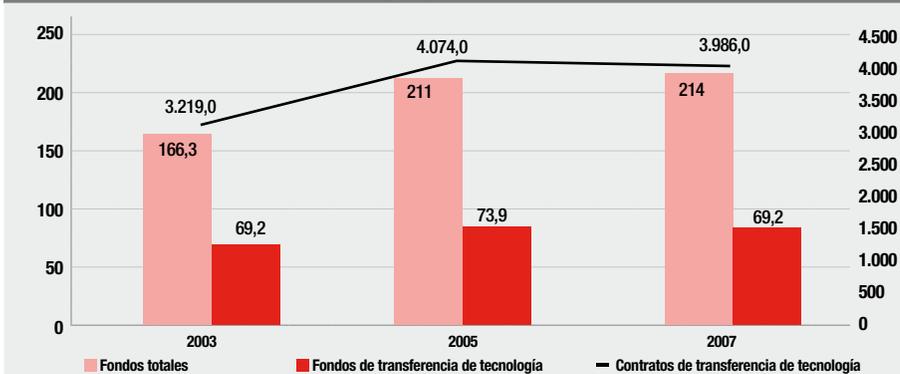
La Red de Fundaciones Universidad Empresa (REDFUE) ha actuado como centro de información, asesoría y coordinación para la universidad y la empresa y ha desarrollado numerosas actividades con objeto de fomentar las relaciones entre la universidad y la empresa. Las principales áreas de actividad de la REDFUE son los programas de innovación y transferencia de tecnología, la promoción del empleo y la formación o prácticas en empresas. La REDFUE está formada institucionalmente por 45 universidades españolas y más de 1.000 organizaciones entre las que se encuentran empresas, cámaras de comer-

cio, asociaciones empresariales y entidades de la administración local y regional.

**El volumen de fondos contratados por las universidades a través de las fundaciones universidad empresa, se incrementó el 1,6% entre el 2005 y 2007, alcanzando los 214 millones de euros.**

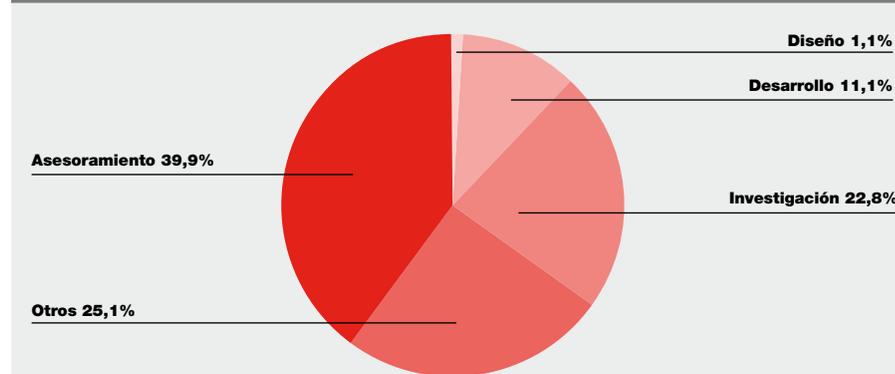
En el 2007 se firmaron 3.986 nuevos contratos, donde a diferencia del 2005, los más frecuentes fueron los del área de asesoramiento, los cuales representaron el 40% del total. Los contratos de investigación siguieron ocupando un porcentaje importante del total de contratos firmados, en el 2007 se firmaron un total de 910 contratos de investigación, los cuales representaron el 23%

**Gráfico 26. Evolución de los fondos totales, fondos de transferencia de tecnología y contratos de transferencia de tecnología gestionados por la REDFUE. Periodo 2003–2007**



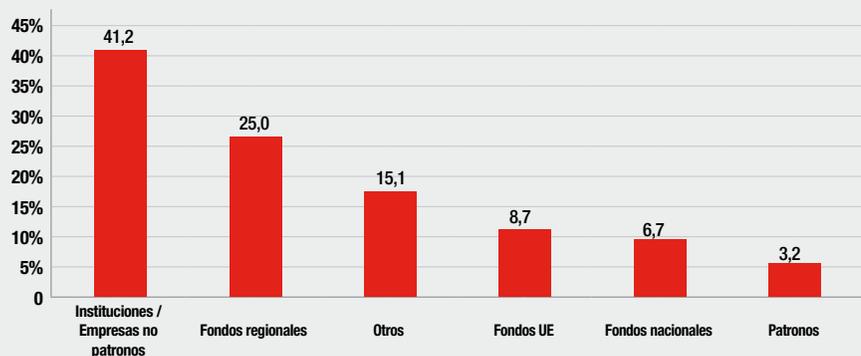
Fuente: REDFUE

**Gráfico 27. Distribución de contratos de transferencia de tecnología ejecutados en el 2007 en % del total de contratos**



Fuente: REDFUE

Gráfico 28. Fondos gestionados por la REDFUE por origen en % del total. Año 2007



Fuente: REDFUE

de los contratos totales. El 37% restante se distribuyó entre contratos de desarrollo (11%), contratos de diseño (1%) y otro tipo de contratos (25%).

El volumen de fondos gestionados por REDFUE en el 2007 se incrementó el 1,6% respecto al 2005, alcanzando los 214 millones de euros. El 41,2% de estos fondos provino de instituciones y empresas no patronas de la REDFUE y un 25%, de fondos regionales (gráfico 8). El 42,8% de los fondos de la REDFUE fue gestionado por el área de transferencia de tecnología, siendo el área que alcanzó una mayor importancia. El 57,2% restante de los fondos se repartió entre: formación y prácticas (27,5%), otras áreas (25,1%) y promoción de empleo (4,6%).

### Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación (RedOTRI)

**Los fondos de I+D contratados por la RedOTRI de Universidades en el 2008 se incrementaron el 14,3% respecto al 2007, alcanzado los 705 millones de euros, manteniendo de esta manera la tendencia creciente presentada en los últimos años.**

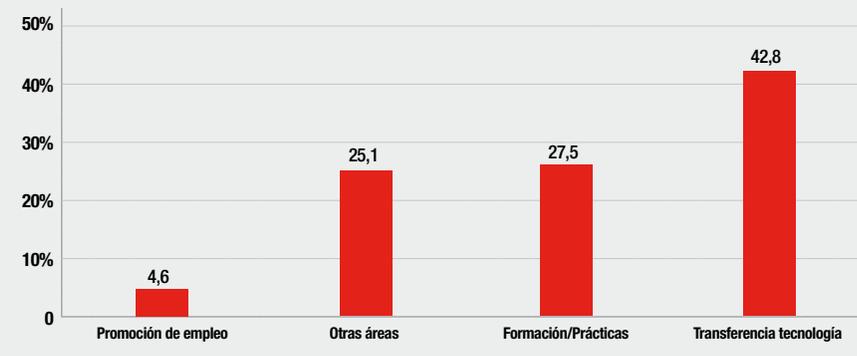
Promovida por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D, la RedOTRI se constituyó en 1998 como grupo de trabajo permanente dentro de la comisión sectorial de I+D de la Conferencia de Rectores de las

Universidades Españolas (CRUE). Su misión es dinamizar las relaciones entre los entornos científicos y productivos. Los objetivos específicos de la RedOTRI de Universidades se centran en elaborar un banco de datos de conocimiento e infraestructuras de I+D universitarias; identificar, evaluar y difundir los resultados de investigación universitarios, facilitando la transferencia de tecnología entre empresas y universidades; así como gestionar la negociación de contratos e informar sobre los programas europeos de I+D, ayudando técnicamente con su elaboración.

Para cumplir con sus funciones, las oficinas integradas a la RedOTRI de Universidades contaban en el 2008 con 74 universidades asociadas, 564 técnicos en equivalencia a jornada completa y 232 empleados de apoyo. A demás del soporte técnico se han definido las siguientes 7 líneas de actuación, que son: contratos de investigación y apoyo técnico a las empresas; los proyectos de I+D en colaboración con otros agentes y fuentes de financiación pública asociada a la obtención de resultados comercializables; las alianzas estratégicas con otras organizaciones para la explotación de la capacidad científica universitaria; la protección de los resultados de investigación; las licencias de patentes; la creación de nuevas empresas de base tecnológica; y las asociaciones de promoción y relación con empresas y otras instituciones.

De acuerdo con los resultados de la encuesta de la RedOTRI 2008, más del 90% de

Gráfico 29. Destino de los fondos gestionados por la REDFUE por área de actividad. Año 2007



Fuente: REDFUE

Cuadro 16. Funciones a las que se dedican las OTRI. Porcentaje sobre el total de OTRI en cada año.

	2006	2007	2008
Servicios de investigación	62,9%	50,8%	49,2%
I+D en colaboración con otras empresas	91,9%	88,5%	90,5%
Gestión de protección del conocimiento	93,5%	91,8%	95,2%
Licencias	88,7%	83,6%	92,1%
Contratos de I+D y consultoría	93,5%	90,2%	90,5%
Prestación de servicios técnicos	79,0%	75,4%	77,8%
Apoyo a la creación de empresas	77,4%	68,9%	77,8%
Gestión de parque científico	16,1%	16,4%	12,7%
Gestión de capital semilla	16,1%	18,0%	15,9%
Formación continua	33,9%	29,5%	31,7%

Nota: Se han considerado 58 OTRI en cada año.  
Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades

las oficinas se dedicaron a la gestión de protección del conocimiento, al apoyo de proyectos de I+D en colaboración con empresas y otras instituciones financiados en el programa marco de convocatorias públicas para la cooperación entre universidades y empresas, licencias y contratos de I+D y consultorías. Las funciones menos desarrolladas fueron la formación continua, la gestión de capital semilla y la gestión de parques científicos.

El número medio de técnicos por OTRI continuó la tendencia creciente señalada en el Informe CYD 2008. En el 2008 cada OTRI disponía de una media de 10,4 técnicos en equivalencia a jornada completa, lo que

implicó un incremento respecto al 2007, en que el tamaño medio de cada oficina era de 8,4 técnicos. El número de contratos de I+D gestionados por la RedOTRI de Universidades en el 2007 fue de 9.610, un 5% inferior respecto al año anterior. Por otra parte, el volumen de fondos contratados continuó con la tendencia creciente presentada desde 1997. En el 2008 los fondos contratados se incrementaron el 14,2% respecto al 2007, alcanzando los 705 millones de euros. En el informe anual de la misma RedOTRI se señalaba que ese incremento era un indicador de la consolidación de la colaboración de los grupos de investigación.

Cuadro 17. Evolución del empleo, empresas y facturación en los PCyT. Periodo 2000-2008

	2006	2007	2008	2008
2000	25.464	18,8%	695	3.034
2001	29.036	21,8%	1.080	3.890
2002	31.450	22,6%	1.266	4.716
2003	40.575	20,0%	1.520	5.535
2004	45.492	20,5%	1.781	6.445
2005	51.488	19,7%	2.010	7.494
2006	78.999	15,0%	2.615	9.156
2007	100.474	14,1%	3.809	13.230
2008	127.559	14,8%	4.592	18.323

Facturación en millones de euros.

Fuente: APTE

Como ya se observó en años anteriores, la principal fuente de recursos fue la misma institución universitaria, la cual aportó el 59,2% de los recursos totales de las OTRI; seguida en segundo lugar por los fondos provenientes de las subvenciones públicas, los cuales financiaron el 32,15% de los recursos. El 8,65% restante se distribuyó entre los ingresos provenientes de *over-heads* contratados (4,65%), licencias y otras fuentes de financiación (4%).

El 94% de los clientes privados que contrataron con universidades a través de las OTRI provinieron de España, de los cuales el 57,5% pertenecía a la propia comunidad autónoma. El 4,3% eran de la UE, y el 1,7% restante venía del resto del mundo.

### Parques científicos y tecnológicos (PCyT)

De acuerdo con la Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos, un PCyT es una organización gestionada por profesionales especializados, cuyo objetivo fundamental es incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo la cultura innovadora y competitiva de las empresas e instituciones generadoras de conocimiento instaladas en el parque, o asociadas a él.

En España la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos (APTE) es la

organización que coordina las empresas e instituciones pertenecientes a la red de PCyT situados en 17 comunidades autónomas españolas. El número de socios y asociados ha seguido creciendo respecto a años anteriores. En el 2008 el número de socios<sup>6</sup> ascendió a 32, mientras que el número de afiliados llegó a 47.

**El personal total empleado por los PCyT se incrementó un 27% entre el 2007 y el 2008, alcanzando un total de 127.559 empleados. Por otra parte, el número de empresas instaladas en los PCyT en el 2008 fue de 4.592, un 20,6% más que en el año anterior. De la misma manera, el volumen de facturación de estas empresas presentó un incremento del 38,5% respecto al 2007, superando los 18 mil millones de euros.**

Desde 1997, los PCyT han presentado un crecimiento general de nuevas empresas establecidas en los parques, así como también un incremento en el número de trabajadores y de la facturación. En el 2008 el número total de empresas instaladas en los PCyT se incrementó en un 20,6% respecto al año anterior, alcanzando una cifra total de 4.592 empresas. Del mismo modo se incrementó el volumen facturado por los PCyT, el cual ascendió a los 18.323 millones de euros, un 38,5% más que en el 2007. El número total de trabajadores de los PCyT se incre-

mentó en un 27% entre el 2007 y el 2008, llegando a un total de 127.559 trabajadores, de los cuales 18.842 estaban dedicados a actividades de I+D, lo que supuso un incremento de un 33% respecto al 2007.

El 24,9% de las empresas situadas en los diferentes PCyT se encontraban en el sector de la información, informática y telecomunicaciones, siendo este el sector que agrupaba el mayor número de empresas, seguido del sector de ingeniería, consultoría y asesoría, el cual representaba el 12,8%. Los centros de empresas fueron el sector que menos representación tuvo sobre el total de empresas pertenecientes a los PCyT, agrupando un 1,3% del total.

### Plataformas tecnológicas (PT)

Las plataformas tecnológicas (PT) son actuaciones de reflexión y análisis promovidas por las empresas para definir las estrategias de investigación y desarrollo tecnológico adecuadas para mejorar su competitividad. En esta reflexión se cuenta con los agentes científicos y tecnológicos para mejorar los procesos existentes y así configurar de una manera integrada las agendas estratégicas de I+D a corto, medio y largo plazo. La participación conjunta y en colaboración con universidades, organismos públicos de investigación, centros tecnológicos, empresas de base tecnológica, de ingeniería, servicios, fabricación de bienes de equipo y usuarias

de las tecnologías, permite facilitar la generación de proyectos de investigación en colaboración, así mismo, permite identificar las necesidades de instalaciones científicas y tecnológicas, marcar estrategias para mejorar la participación nacional en los programas marco de la UE y, en general, orientar mejor el tejido empresarial español para mejorar la capacidad tecnológica de éste.

La creación de PT pasa por tres fases: la agrupación de entidades con intereses afines sobre el desarrollo de tecnologías en un sector particular, y para un periodo de entre 10 y 20 años; la definición de la agenda estratégica de investigación, la cual establece las necesidades y prioridades de investigación, desarrollo e innovación para una tecnología determinada; y la implementación de la agenda de financiación. En esta última fase de implementación, la mayoría de PT se financia mediante ayudas de programas marco de la UE. A nivel español, el Ministerio de Ciencia e Innovación, dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, destina una parte de de las ayudas al fomento de la investigación técnica para el apoyo a la creación e impulso de redes tecnológicas, dentro de las cuales se encuentran las PT.

De acuerdo con los datos del Ministerio de Ciencia e Innovación, en España se encuentran activas 57 PT, de las cuales 26 contaban con la participación de al menos una

6. Tienen consideración de socios las organizaciones que mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y transferencia de tecnología o con otras instituciones de

educación superior; están diseñadas para alentar la formación y el crecimiento de las empresas basadas en el conocimiento de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario; y poseen un

organismo de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del parque. Los asociados o afiliados son organizaciones cuyos objetivos están de

acuerdo con los fines de la asociación, mientras que el desarrollo de su PCyT se encuentre en vías de proyecto o planificación. La condición de afiliado tiene un máximo temporal de tres años, salvo situaciones excepcionales.

**Cuadro 18. Universidades según número de plataformas tecnológicas a las que se encuentran asociadas. Año 2009**

	Número de PT en las que participa
Universidad Politécnica de Madrid	15
Universitat Politècnica de València	12
Universitat Politècnica de Catalunya	9
Universidad Carlos III de Madrid	8
Universidad de Sevilla	8
Universidad de Vigo	8
Universidad de Zaragoza	8
Universidad del País Vasco	8
Universitat de Barcelona	5
Universidad de Málaga	5
Universidade de Santiago de Compostela	5
Universidad de Alcalá de Henares	5
Universidad Autónoma de Madrid	4
Universidad Castilla-La Mancha	4
Universidad Complutense de Madrid	4
Universidade da Coruña	4
Universidad de León	4
Universitat de València	4
Universidad Politécnica de Cartagena	4
Universidad Pontificia de Comillas	4
Universidad Rey Juan Carlos	4
Universitat Autònoma de Barcelona	3
Universidad de Cantabria	3
Universidad de Extremadura	3
Universidad de Jaén	3
Universidad de la Laguna	3
Universidad de las Palmas de Gran Canaria	3
Universitat de Lleida	3
Universidad de Navarra	3
Universidad de Oviedo	3
Universidad de Valladolid	3
Universidad de Cádiz	2
Universidad de Granada	2
Universidad Pablo Olavide	2
Universitat d'Alacant	1
UNED	1
Universidad Antonio de Nebrija	1
Universidad Córdoba	1
Universidad de Almería	1
Universidad de Bilbao	1
Universidad de Deusto	1
Universidad de Salamanca	1
Universidad de San Jorge	1
Universidad Europea de Madrid	1
Universidad Miguel Hernández	1
Universidad Pública de Navarra	1
Universidad Rovira i Virgili	1
Universidad San Pablo CEU	1

Fuente: Elaboración propia a partir de las páginas web de las distintas PT

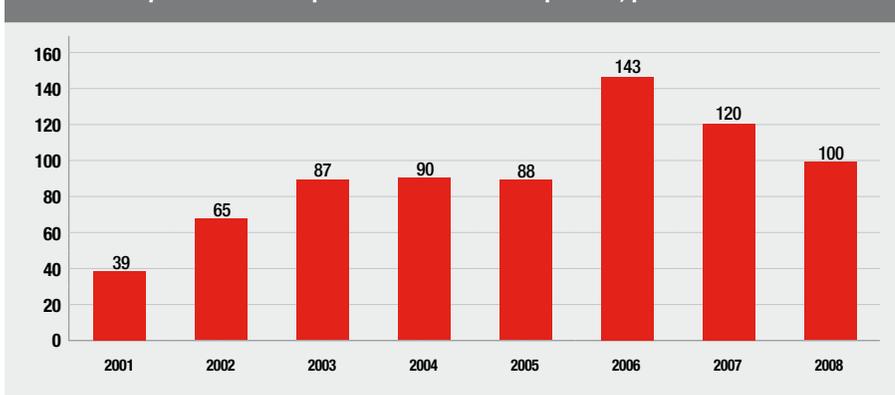
**Cuadro 19. Plataformas tecnológicas que contaron con el apoyo de universidades españolas. Año 2009**

	Número de universidades
Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa	24
FOTONICA 21	19
Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española	19
Plataforma Española de Nanomedicina	16
Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible	15
Plataforma Tecnológica Española para el Sector de Componentes de Automoción-SERTEC	12
Plataforma Tecnológica Española del CO2	10
Plataforma Tecnológica Hotelera REDHOTTECH	8
Red Tecnológica Fotovoltaica	8
Plataforma Tecnológica sobre Nanoelectrónica e Integración de Sistemas Inteligentes – GENESIS	7
Red Científico Tecnológica del Sector Eólico	7
Plataforma Tecnológica Española Forestal e Industrias Derivadas	6
Plataforma Tecnológica Laboratorios de Hidráulica de España	6
Plataforma Tecnológica de Energía Nuclear de Fisión	5
Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura	5
Plataforma Tecnológica Marítima	4
Iniciativa Española de Software y Servicios	3
Red Tecnológica de Polímeros Biodegradables y Composites Sostenibles	3
Plataforma Española de Redes Eléctricas	2
Plataforma Integrada para el Desarrollo Biotecnológico en España	2
Plataforma Tecnológica Española de Seguridad Industrial	2
RENAC-Red para Aplicación de Nanotecnologías en Materiales y Productos para la Construcción y el Habitat	2
Consolidación y Desarrollo de la Plataforma Tecnológica Española de Construcción 2007-2010	1
Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética	1
Red de Transcriptómica y Spliceómica	1
Sistemas Empotrados ARTEMIS - PROMETEO	1

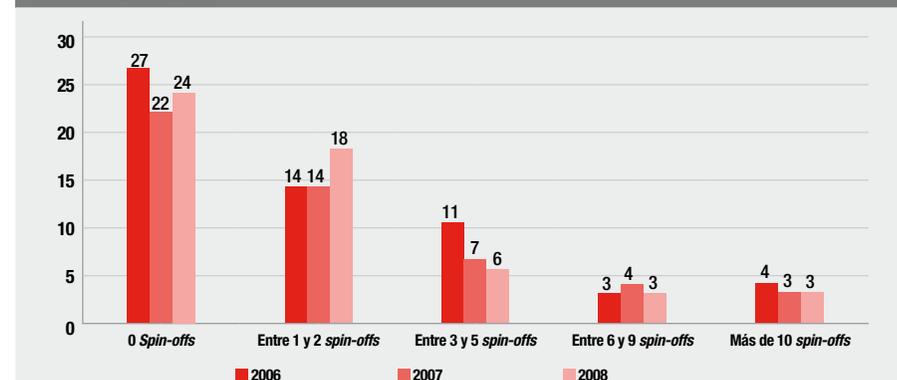
Fuente: Elaboración propia a partir de las páginas web de las distintas PT

universidad española. En estas 26 PT se identificó la presencia de universidades españolas en 52 ocasiones, en las que se destaca la participación de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Universitat Politècnica de València, las cuales participaron en 15 y 12 plataformas tecnológicas, respectivamente.

Las PT que contaron con un mayor número de universidades asociadas fueron la Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa, con 24 universidades, y las PT Fotónica 21 y Ferroviaria, con 19 universidades cada una.

Gráfico 30. *Spin-offs* creadas por las universidades españolas, periodo 2001-2008

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades

Gráfico 31. Número de universidades según el número de *spin-offs* creadas. Periodo 2006-2008

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades

#### 4.4 Las *spin-offs* universitarias y los programas de creación de empresas

Las *spin-offs* universitarias son empresas basadas en conocimientos creados en las universidades y que están impulsadas por investigadores, profesores, estudiantes y/o otros miembros vinculados al sistema universitario.

La reforma de la LOU introducida por la Ley Orgánica 4/2007, del 12 de abril, prevé un régimen específico para la participación de personal docente universitario en las *spin-offs* creadas a partir de proyectos de investigación desarrollados en las universidades. Hasta ahora, la vinculación de los profesores e investigadores a las *spin-offs* estaba regulada a través de la Ley 53/1984, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas. Esta Ley de Incompatibilidades impedía a los profesores universitarios ser titulares de más del 10% de las acciones de sus *spin-offs*, estar en más de dos consejos de administración de sociedades y superar, a través de los ingresos procedentes de sus actividades privadas, en un 30% sus sueldos como funcionarios. Asimismo, la ley impedía a los profesores de universidad con plaza de funcionario pedir una excedencia para constituir una empresa en el sector privado.

La reforma de la LOU recoge la posibilidad de obtener una excedencia de hasta un máximo de cinco años para los profesores

que quieran participar en las empresas de base tecnológica creadas como resultado de los proyectos de investigación universitarios. Asimismo, la ley permite a los profesores universitarios formar parte de los órganos de administración de las *spin-offs*, así como participar en su capital social en un porcentaje superior al 10%.

La creación de empresas universitarias en el 2008 presentó un descenso en comparación con el año anterior. De acuerdo con los datos de la última versión de la encuesta de la RedOTRI<sup>9</sup>, en el 2008 se crearon 100 empresas, lo que implicó un descenso del 16,7% respecto a las empresas creadas en el año anterior, en que se crearon 120 *spin-offs*. A pesar de que la creación de empresas disminuyó respecto al año anterior, el número de empresas creadas siguió estando por encima de las cifras observadas en el periodo 2001-2005, en que la media de creación de empresas fue de 73 *spin-offs* por año.

En 2008, 31 universidades crearon al menos una *spin-off*, 3 más que en el 2007. En general, las universidades españolas no están orientando sus esfuerzos hacia este medio de transferencia de tecnología, prueba de ello es que 24 de las 55 universidades respondieron no haber creado ninguna *spin-off* en el 2008. De las universidades que sí

crearon alguna *spin-off*, 3 crearon más de 10 empresas en el 2008, 3 crearon entre 6 y 9 *spin-offs*, 6 universidades crearon entre 3 y 5 *spin-offs* y 19 universidades crearon entre 1 y 2 *spin-offs* en el mismo año.

El número de empresas participadas por las universidades en el 2008 fue de 20, seis más que en el 2007. Sin embargo, el número de investigadores que promovieron las *spin-offs*, se redujo en un 6,1% entre esos años, pasando de 197 en el 2007 a 185 en el 2008. Por último, 27 de las 100 *spin-offs* creadas en el 2008 se encontraron bajo licencia de tecnología universitaria.

Además de los programas de incubadoras de empresas y los parques científicos, las administraciones públicas han desarrollado una serie de ayudas con el fin de facilitar el acceso de fondos de financiación para la puesta en marcha de empresas de base tecnológica. El plan nacional de I+D+i 2008-2011 pretende reforzar las acciones para fomentar la creación de empresas innovadoras. Entre las medidas previstas, destaca la propuesta del Estatuto de la Joven Empresa Innovadora, que forma parte del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, Valorización y Promoción de Empresas. Este estatuto establece una serie de procedimientos que tienen como fin facilitar la financiación, y de este modo, apoyar la

9. Este recuento corresponde a 63 universidades que respondieron a esta pregunta en la encuesta de la RedOTRI de Universidades.

**Cuadro 21. Universidades participantes en las *spin-offs* financiadas a través de los fondos NEOTEC y número de empresas creadas. Año 2008**

	<i>Spin-offs</i>
Universitat Politècnica de Catalunya	6
Universitat Autònoma de Barcelona	5
Universitat de Barcelona	4
Universidad de Alcalá de Henares	3
Universidad de Murcia	3
Universidad de Zaragoza	3
Universidad del País Vasco	3
Universidad Politécnica de Madrid	3
Universidad Complutense de Madrid	2
Universidad de Granada	2
Universitat de València	2
Universitat Politècnica de València	2
Universidad Carlos III de Madrid	1
Universitat d'Alacant	1
Universidad de Cantabria	1
Universidad de las Islas de Gran Canaria	1
Universitat de Lleida	1
Universidad Nacional de Educación a Distancia	1
Universitat Rovira i Virgili	1
<b>Total</b>	<b>45</b>

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades

**Cuadro 20. Características de las *spin-offs* creadas. Periodo 2006-2008**

	<i>Spin-offs</i> participadas por universidad	Retornos por beneficios de <i>spin-offs</i>	Personal investigador promotor de <i>spin-offs</i>	<i>Spin-offs</i> bajo licencia de tecnología universitaria	<i>Spin-offs</i> que han ampliado capital
2006	44	416	215	37	13
2007	14	0	197	46	21
2008	20	0	185	27	10

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades

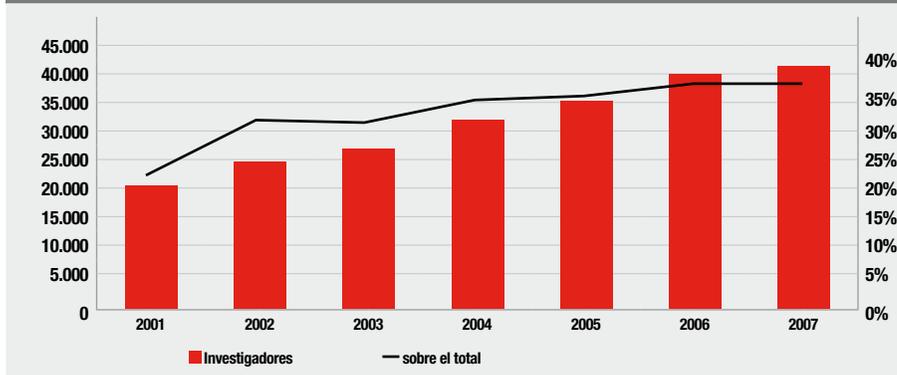
creación de nuevas empresas de base tecnológica.

A nivel nacional se destaca la iniciativa NEOTEC del Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Esta iniciativa tiene como objetivo el apoyo a la creación de nuevas empresas de base tecnológica en España. En esta iniciati-

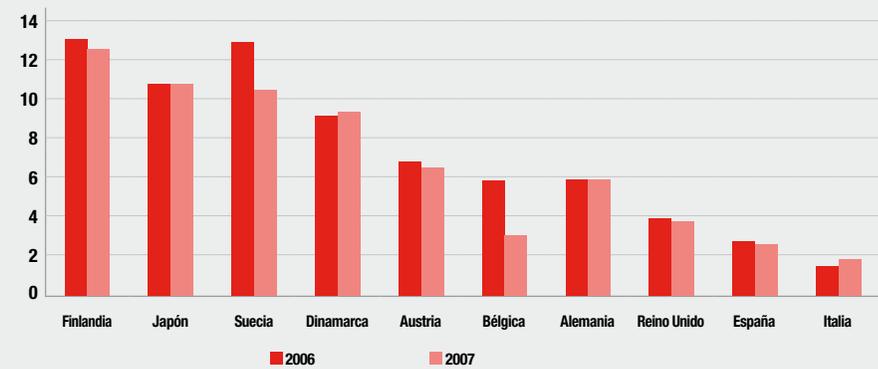
va participa, además del CDTI, el Fondo Europeo de Inversiones (FEI), así como otras entidades públicas y empresas privadas dedicadas al capital riesgo.

En el 2008, 19 universidades participaron en la creación de 45 *spin-offs* financiadas por la iniciativa NEOTEC, destacando la Universitat Politècnica de Catalunya, con un total de 6 *spin-offs*, y la Universitat

Autònoma de Barcelona con 5 *spin-offs* en el mismo año. En comparación con años anteriores se observa un aumento en el número de universidades que participan en la creación de más de una *spin-off*, pasando de 3 universidades en el 2006, a 8 en el 2007, hasta llegar a 12 universidades en el 2008.

**Cuadro 32. Número de investigadores en el sector empresarial y porcentaje sobre el total de investigadores españoles. Periodo 2001-2007**

Fuente: INE

**Gráfico 33. Número de investigadores en empresas por cada 1.000 empleados. Años 2006 y 2007**

Fuente: OCDE

## 4.5 La movilidad del personal investigador

El número de investigadores pertenecientes al sector empresarial se ha incrementado constantemente en el periodo 2001-2007, creciendo a una tasa media del 15% anual. Del mismo modo ha aumentado su participación respecto al total de investigadores en España, pasando de representar el 25,1% en el 2001 al 34,3% en el 2007.

De acuerdo con la Estadística sobre actividades de I+D publicada por el INE el número de investigadores en el sector privado se incrementó constantemente en el periodo 2001-2007, alcanzando un total de 42.101 investigadores en dedicación a jornada completa en el año 2007. Del mismo modo se incrementó la participación de los investigadores del sector privado sobre el total, llegando a representar en el 2007 el 34,3% del total de investigadores en España.

En comparación con otros países europeos España sigue ocupando las últimas posiciones en cuanto al porcentaje de investigadores en el sector empresarial respecto al total, mientras que este porcentaje en España rodea el 34%, en países como Dinamarca y Finlandia éste supera el 50%, y en países como Francia, Austria y Bélgica, este porcentaje supera el 40% de total de investigadores en cada país.

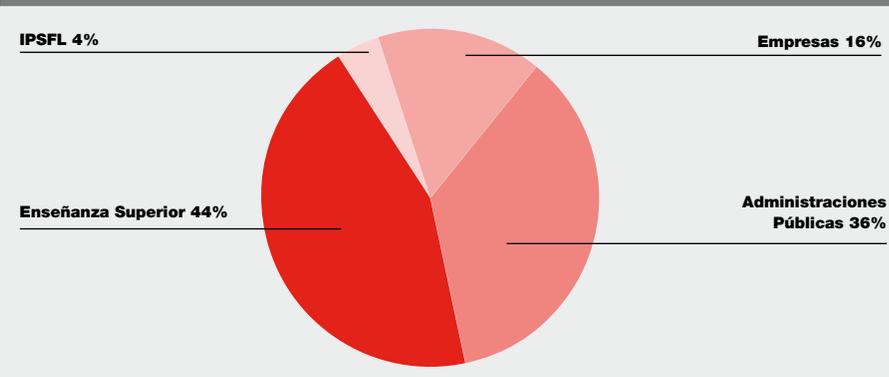
Otro indicador que nos ayuda a explicar la intensidad de la movilidad del personal investigador y la incorporación de personal investigador en las empresas es el número de investigadores por cada 1.000 emplea-

dos en el sector empresarial. En el 2007, España tenía 2,5 investigadores por cada mil empleados. En comparación con otros países desarrollados, España presentó una de las menores ratios de investigadores por cada mil empleados, superando a Italia (1,9), pero encontrándose muy lejos de países como Finlandia, Suecia y Japón, donde la ratio de investigadores por cada mil empleados en el sector empresarial era mayor a 10.

**De acuerdo con la Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología del INE, el porcentaje de doctores que se encontraban trabajando en el sector privado en el 2006 alcanzó el 15,7%. Por otra parte, el 29,4% del total de doctores en España pertenecían al campo de las ciencias naturales, siendo este el campo científico que agrupó a la mayoría de doctores españoles.**

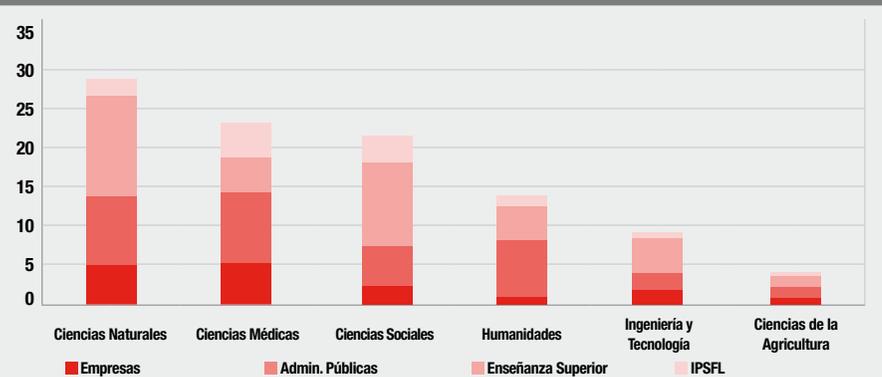
Por otra parte, de acuerdo con la Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología del INE, en el año 2006, el 15,7% de los doctores se encontraban en el sector empresarial, mientras que el 35,8% estaba en el sector de la Administración pública y el 44,4% permanecían en el sector de la enseñanza superior. El 4,2% restante estaban empleados en instituciones privadas sin fines de lucro.

Las ciencias naturales y las ciencias médicas fueron los campos científicos que agruparon al mayor porcentaje de doctores, alcanzando a representar en el 2008 al 29,1% y al 22,9% del total de doctores en España, respectivamente. Estos campos científicos fueron los que tuvieron al mayor porcentaje de doctores empleados en el sector privado. En el caso de las ciencias médicas, el porcentaje de doctores pertenecientes a este campo científico que se

**Gráfico 34. Distribución porcentual de los doctores españoles según el sector en el que se encuentren empleados. Año 2006**

Fuente: INE

**Gráfico 35. Porcentaje de doctores en activo por campo de doctorado y sector de empleo. Año 2006**



Fuente: INE

encontraban trabajando en el sector privado fue del 21,9%, mientras que el porcentaje de doctores pertenecientes al campo de las ciencias naturales, empleados en empresas fue del 17,7%. En el gráfico 35 se presenta el porcentaje de doctores en activo por campo científico y sector de empleo.

Una de las herramientas del Plan Nacional de I+D+i son las Líneas Instrumentales de Acción (LIA), dentro de las cuales se encuentra la línea destinada a los recursos humanos (RRHH). La LIA de RRHH tiene como objetivo el aumento de la cantidad y calidad del total de trabajadores dedicados a las actividades de I+D+i para satisfacer las necesidades del sistema español. Esta línea se encarga, por una parte, de crear los mecanismos adecuados para garantizar la mayor eficiencia en la formación de recursos humanos en cuanto a actividades de I+D, y por otra parte, se encarga de fomentar la movilidad geográfica, institucional e intersectorial de las personas dedicadas a la I+D+i. Dentro de esta LIA se definen 3 programas a nivel nacional: el Programa de Formación, el Programa de Movilidad y el Programa de Contratación e Incorporación de RRHH.

**El número de solicitudes y contratos firmados en el marco del subprograma Torres Quevedo mantuvo una tendencia creciente desde su inicio en el año 2001.**

De acuerdo con la resolución del 7 de octubre del año 2009, en la cual se plantearon los objetivos de cada uno de los subprogramas antes mencionados, el Torres Quevedo tenía programada una concesión de 1.000 ayudas con una duración de 3 años. Este programa está orientado a empresas, centros tecnológicos, asociaciones empresariales y parques científicos y tecnológicos, para la contratación de doctores y tecnólogos dedicados a la I+D, para que de este modo puedan desarrollar proyectos concretos de investigación industrial, desarrollo tecnológico y/o estudios de viabilidad técnica.

Este subprograma es el más importante dentro de todos los subprogramas antes mencionados, tanto en ayudas ofrecidas, como dentro de la participación en el presupuesto total de esta LIA. Al programa TQ se le asignaron 65,2 millones de euros para el periodo 2009-2012 repartidos en cuatro anualidades, el importe de la primera fue 10 millones y el importe de las tres siguientes es igual a 18,4 millones de euros.

Hasta octubre del 2009 se habían realizado 9 convocatorias del programa Torres Quevedo. Desde su lanzamiento en el 2001 se ha observado un incremento constante en el importe de las ayudas concedidas.

**Cuadro 22. Evolución de las concesiones y el volumen económico movilizado en las 9 convocatorias del subprograma Torres Quevedo**

Convocatoria	Concesiones	Importe
1ª	105	2210128
2ª	121	2266928
3ª	117	2132660
4ª	634	11538673
5ª	806	14622926
6ª	938	13866400
7ª	900	18267069
8ª	248	16417242
9ª	484	24643674

Fuente: Ministerio de Ciencia e Innovación

## Conclusiones

En este capítulo se han analizado distintos aspectos referentes a la investigación universitaria y a las relaciones de cooperación entre empresas y universidades. El primer aspecto examinado fueron los recursos y resultados de la investigación universitaria, en segundo lugar se estudió la financiación empresarial de la investigación universitaria y la cooperación en innovación entre universidades y empresas. El tercer aspecto hizo referencia al papel de los centros e infraestructuras de apoyo a la transferencia de tecnología e innovación, y en los dos últimos apartados se analizó la creación de empresas de base tecnológica desde las universidades y la movilidad del personal investigador.

Las principales conclusiones que se obtienen de este capítulo son:

- De acuerdo con la Estadística sobre Actividades de I+D del INE, el gasto total en I+D en relación al PIB se incrementó en 0,07 puntos porcentuales entre el 2006 y el 2007, llegando al 1,27% del PIB. El gasto interno de I+D del sector universitario en relación al PIB se mantuvo constante e igual al 0,33%
- El gasto interno de I+D de las universidades se incrementó en un 7,7% entre el 2006 y el 2007. Este incremento confirma la tendencia presentada en los últimos años, sin embargo, el porcentaje de participación sobre el gasto interno total de I+D disminuyó en el 2007, llegando a representar el 26,4%, 1,2 puntos porcentuales menos que en el año anterior
- Los gastos de I+D del sector de la enseñanza superior se financiaron básicamente a través de los fondos generales universitarios, los cuales representaron en el 2007 el 46,9% del total. Estos fondos se incrementaron en un 4,1% respecto al 2006 y alcanzaron un total de 1.648 millones de euros.
- El gasto en I+D de las universidades públicas representó el 91,8% del total del gasto en I+D del sector de la enseñanza superior, mientras que el gasto en I+D de las universidades privadas alcanzó el 5,6% del total de este sector.
- Los gastos en I+D por universidad privada alcanzaron los 8,6 millones de euros, mientras que el gasto medio en I+D en las universidades públicas fue de 65,8 millones
- El total de personal dedicado a actividades de I+D en el sector de enseñanza superior se incrementó en 5,9% llegando a un total de 75.148 personas en dedicación de jornada completa. En el caso de los investigadores pertenecientes a este sector, el incremento fue del 6,1% y alcanzando en el 2007 un total de 58.813 investigadores en equivalencia a jornada completa. A pesar del aumento en el personal y los investigadores del sector de enseñanza superior, el porcentaje que estos representan sobre el total disminuyó entre el 2006 y el 2007, pasando de representar un 54,9% en el 2006 a un 48% en el 2007.
- El número de publicaciones científicas españolas en el 2007 fue de 42.980, las cuales representan el 3,2% de la producción científica total.
- Según los resultados bibliométricos ofrecidos por la *Web of Science*, para el periodo 1999-2009 España ocupaba el noveno lugar en el ranking de los 20 países con mayor producción científica y el decimo-primer lugar en el ranking de los 20 países con mayor número de citas por documento.
- De acuerdo con el IEDCYT, el 54,3% de la producción científica española proviene de revistas de medicina clínica y biomedicina, siendo el área de medicina clínica la de mayor importancia respecto al total, aportando el 29,5% de las publicaciones totales en el periodo 2000-2007.
- La universidad es el principal sector institucional productor de documentos científicos, aportando el 60,3% del total de la producción nacional, en segundo lugar se encuentra el sector sanitario, el cual aportó el 25,5% del total.
- En el periodo 2000-2007 la Universitat de Barcelona fue la que más publicaciones científicas produjo, con un total de 16.290 publicaciones, las cuales representaron el 7,6% del total de las publicaciones universitarias en ese periodo.
- Las solicitudes de patentes universitarias a través de la OEPM creció con una tasa media del 11,9% anual en el periodo 2000-2008.
- La universidad que solicitó el mayor número de patentes en el periodo 2000-2008 fue la Universitat Politècnica de Catalunya, con un total de 271 solicitudes. En el 2008 la Universidad Politècnica de Madrid fue la que solicitó un mayor número de patentes, con un total de 41.

- En cuanto a las solicitudes de patentes a través del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT), se solicitaron un total de 548 patentes universitarias en el periodo 2004-2008. En este caso se destaca la Universidad de Sevilla, con un total de 60 patentes solicitadas por medio de esta vía.
- Entre el 2007 y el 2008 disminuyó en un 9,5% el número de contratos de licencias firmados por las universidades, mientras que los ingresos generados por éstas se incrementó en un 21%.
- En el 2007 los investigadores de las universidades españolas solicitaron 5.661 tramos de investigación, de los cuales se concedieron el 82%. Por otra parte, el número de profesores que solicitaron al menos un sexenio aumentó respecto al año anterior, y alcanzó el 77,3% del total de profesores.
- La financiación empresarial de la I+D universitaria presentó un incremento del 23,1% entre el 2006 y el 2007, llegando a los 317,2 millones de euros, este aumento se vio reflejado en un incremento en la participación de las empresas sobre el total de la financiación de la I+D universitaria, alcanzando el 9% del total en el 2007.
- En el 2007 el 79,4% de la financiación empresarial destinados a la I+D se dirigieron a universidades públicas, llegando a un total de 251,8 millones de euros, mientras que en el caso de las universidades privadas el total fue de 41,6 millones.
- El total de EIN que cooperaron en innovación con la universidad se incrementó en un 11,3% entre el periodo 2004-2006 y el periodo 2005-2007, alcanzando en el último periodo el 32,9% del total de EIN que cooperaron en innovación.
- Durante el 2008, el CDTI aprobó 186 programas de investigación y desarrollo (PID), en los que participaron 51 universidades.
- Las universidades que presentaron un comportamiento más activo en cuanto a la participación en proyectos PID fueron la Universitat Politècnica de Catalunya, con 14 proyectos aprobados y la Universidad de Zaragoza con 11 proyectos.
- Los fondos de I+D contratados por la RedOTRI de Universidades se incrementaron en un 14,3% entre el 2008 y el 2007, alcanzando los 705 millones de euros.
- El número medio de técnicos en equivalencia a jornada completa por OTRI en el 2008 fue de 10,4, lo que implicó un incremento de 2 técnicos por OTRI respecto al 2007.
- El número de contratos de I+D gestionados por la RedOTRI de Universidades en el 2008 se redujo en un 5% respecto al 2007, llegando a un total de 9.610 contratos.
- El número total de trabajadores de los PCyT se incrementó en un 27% entre el 2007 y el 2008, alcanzando los 127.559 empleados. El número de empresas instaladas en los PCyT en el 2008 fue de 4.592, un 20,6% mayor que en el 2006, y el porcentaje de empleados dedicados a actividades de I+D se incrementó en 0,7 puntos porcentuales entre el 2007 y el 2008, alcanzando el 14,8%.
- De acuerdo con el Ministerio de Ciencia e Innovación, en España se encuentran activas 57 plataformas tecnológicas, de las cuales 26 contaban con la participación de al menos una universidad.
- Las universidades que participan como miembros de un mayor número de PT son la Universidad Politécnica de Madrid, la cual participa en 15 PT y la Universitat Politècnica de València, la cual participa en 12 PT.
- Las plataformas tecnológicas que en el 2009 contaron con un mayor número de universidades fue la Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa, con un total de 24 universidades y la Plataforma FOTONICA 21 y la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española con 19 universidades cada una.
- La creación de *spin-offs* en el 2008 se redujo en comparación con el año anterior. De acuerdo con la Encuesta de la RedOTRI 2008, las universidades españolas crearon un total de 100 *spin-offs* en el 2008, 20 menos que en el 2007.
- En el 2008. 30 universidades crearon al menos una *spin-off*, dos más que en el 2007. En comparación con años anteriores se observa un incremento en el número de universidades que crearon al menos una *spin-off*, sin embargo el número de universidades que crearon entre 3 y 9 *spin-offs* se redujo.
- El porcentaje de investigadores en el sector privado en el 2007 alcanzó el 34,3% del total de investigadores en España. El número total de investigadores en el sector empresarial en el 2007 fue de 42.101.
- De acuerdo con la Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología de INE, en el año 2006 el 16% de los doctores se encontraban empleados en el sector empresarial, mientras que 44% permanecían en el sector de enseñanza superior.
- El campo de las ciencias médicas fue el que presentó el mayor porcentaje de doctores empleados en el sector privado, con un total del 21,9%. Las ciencias sociales y las humanidades fueron las que presentaron el menor porcentaje de doctores en el sector empresarial, donde este porcentaje no alcanza el 10%.

## Bibliografía y webgrafía

- APTE (2009): *Memoria APTE, 2008*.
- CDTI (2009): *Informe anual 2008*.
- CNEAI (2009): *Informe sobre los resultados de las evaluaciones de la CNEAI. La situación en 2009*.
- Comisión Europea (2007): *European Innovation Scoreboard, 2008. Comparative analysis of innovation performance*.
- CRUE (2008): *La universidad española en cifras, 2008*.
- Eurostat (2009): *Community Innovation Light Survey*.
- Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica (2009): *Informe Cotec 2009. Tecnología e Innovación en España, Madrid*.
- <http://ec.europa.eu/eurostat/>
- <http://sise.fecyt.es/>
- <http://www.cdti.es/>
- <http://www.epo.org/>
- <http://www.micinn.es/>
- <http://www.oepm.es/>
- <http://www.sciencewatch.com/>
- <http://www.uspto.gov/>
- INE (2009a): *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas, 2008*.
- INE (2009b): *Estadística sobre actividades de I+D, 2008*.
- Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología. (2009): *España en el Web of Science (2000-2008)*
- OCDE (2009): *Main Science and Technology Indicators, 2009/1*.
- REDFUE (2008): *La REDFUE en cifras, 2007*.
- RedOTRI de Universidades (2009): *Informe OTRI 2008*.

# El concepto de sistema regional de innovación

**Jaime del Castillo, Información y Desarrollo, S.L. (INFYDE)**

Ya desde hace tiempo, a la hora de plantearse las políticas de competitividad y de apoyo a la I+D+i, se viene hablando de sistemas nacionales de innovación. El origen de este concepto se puede remontar a finales de los años 80 con un estudio de Freeman sobre las razones que explicaban el éxito del Japón frente a unos competidores occidentales que en aquella época aprovechaban peor que las empresas japonesas las posibilidades abiertas por el cambio tecnológico.

En ese estudio Freeman llegó a la conclusión de que la mayor competitividad japonesa no se debía a ningún fenómeno aislado, sino que era fruto precisamente de un sistema, el japonés, donde las relaciones sociales, las redes de cooperación entre las empresas y de éstas con el sector público, la forma en que las universidades se insertaban en este entramado, eran las razones que explicaban la mayor competitividad japonesa frente a los países europeos y los Estados Unidos, así como su mayor capacidad para innovar aprovechando las posibilidades abiertas por las nuevas tecnologías y por la aplicación del conocimiento a la producción.

A partir de ahí el uso del concepto se generalizó como un instrumento útil para comprender las diferencias de comportamiento entre diferentes países. De ahí que no sea extraño que a principios de los 90 se comenzara a extender su uso también a otras dimensiones territoriales diferentes de los estados, y que se empezara a generalizar el uso del concepto de sistema regional de innovación. Al hilo de estos planteamientos la Comisión Europea lanzó en esos años las Estrategias Regionales de Innovación (RIS, por sus siglas en inglés), un programa que contribuyó a generalizar tanto el uso del concepto como a poner en primer plano las políticas que intentaban aprovecharse de las posibilidades que él mismo abre para generar procesos de mejora competitiva en las regiones objeto de la política regional y los fondos estructurales.

## Las razones que explican el uso del concepto

El hecho de que se haya generalizado el uso del concepto es inseparable de los cambios que ha vivido la economía mundial a finales del siglo xx y principios del xxi, donde la situación viene caracterizada por algunas tendencias que condicionan de manera decisiva la forma en que evoluciona la economía de cada región. Estas tendencias son:

1. Nuestra economía, e incluso nuestras sociedades son cada vez más globales, proceso mucho más amplio que el de la internacionalización.
2. Es un mundo en un proceso de constante innovación, donde cada vez más empresas dedican personal especializado a analizar cómo mejorar sus procesos, productos y formas de organización.
3. Como consecuencia de ambas tendencias, se da un proceso de constante cambio en las condiciones de la competitividad, lo que requiere una capacidad (y actitud) de adaptación permanente.

El resultado es que vivimos en un mundo cada vez más complicado, en el que se entrecruzan multitud de tendencias que en muchos casos ejercen efectos contradictorios y generan salidas imposibles de prever con antelación.

En este mundo la **información** y el **conocimiento** son las variables claves para salir con bien de los retos que se van presentando. Y es por ello que cada vez adquieren más importancia los **recursos humanos**, único factor capaz de procesar la información y transformarla en conocimiento útil. Además, estos recursos humanos deben tener una cultura que facilite su capacidad de adaptación a los cambios, y que permita ver los mismos no solamente como una restricción, sino también como una oportunidad para generar nuevas fuentes de riqueza en su territorio.

Las ventajas competitivas ya no descansan en factores “materiales” (o “recursos genéricos”) sino en factores de naturaleza “intangibles”: información, conocimiento y calidad de los recursos humanos (“recursos específicos” que se redefinen dinámicamente en el propio proceso productivo). Por ello, la capacidad para el aprendizaje de las nuevas situaciones y posibilidades así como para la utilización creativa del conocimiento, aparecen como los ejes centrales que determinan el crecimiento económico.

El aprendizaje es un proceso dinámico que se desarrolla más eficientemente en un contexto en el cual existe una interacción intensa entre los que “producen” conocimiento y los que lo “adquieren y aplican” en el proceso productivo. Una razón para ello es la existencia de conocimiento que no puede ser codificado, es decir, conocimiento tácito o *know how*, no transferible a través de los mecanismos del mercado, sino a través de la experiencia (*learning by doing*) y de redes donde la proximidad desempeña un factor clave.

Precisamente es debido a la complejidad de los procesos en la economía contemporánea, que la innovación se ha convertido en un proceso sistémico que depende cada vez más del conocimiento generado fuera de la empresa. De ahí que la localización y la proximidad se hayan convertido en variables críticas. Eso hace que, paradójicamente, el proceso de globalización se acompañe de una cada vez mayor territorialización de las actividades que determinan la competitividad de las empresariales.

Todo ello ha llevado a una nueva orientación de las políticas de I+D+i, donde en cada territorio la innovación se concibe como un proceso social, además de técnico. Por ello, hay que considerar el conjunto de procesos que configuran la secuencia de la innovación y su aspecto sistémico, otorgando una importancia creciente a factores como la transferencia de tecnología y conocimiento, los recursos humanos y la formación.

En consecuencia, a la hora de definir las políticas regionales de promoción económica, cada vez es más frecuente que se considere crear un entorno adecuado para la innovación, lo que significa precisamente el crear un sistema regional de innovación eficiente.

En ese objetivo es importante igualmente contar con una suficiente densidad institucional proclive a la innovación. Para ello hace falta una presencia institucional que facilite las relaciones entre las empresas y los organismos intermedios, así como la interacción entre los agentes; que permita la cooperación e intercambio de información, así como la creación de una cultura que genere una representación colectiva adaptada a las necesidades derivadas de la generalización de los procesos de innovación. Ello requiere, entre otras cosas, generar un conjunto de normas y valores comunes que hagan posible la comunicación y transmisión del conocimiento tácito entre los diferentes agentes, así como que facilite la puesta en marcha de actuaciones que favorezcan los procesos de innovación.

## Implicaciones para el diseño de políticas de innovación

Desde la perspectiva que abre la utilización del concepto de sistema regional de innovación, el ámbito territorial (regional/local) aparece como el marco ideal para articular las redes necesarias y formar los recursos humanos de forma que se genere el entorno más adecuado para la innovación. Asimismo, es el marco en el que se puede

facilitar la integración de las políticas de innovación con otras que aseguren la elevación de la calidad de vida y el trabajo de la población.

De esta forma, gracias a la tendencia generalizada que favorece mayores procesos de descentralización, asistimos a un mayor papel de la intervención pública de carácter regional/local y a la progresiva definición de un modelo territorial de desarrollo de la actividad productiva. El sector público debe, en este contexto crear las condiciones adecuadas para que la innovación se produzca y propiciar la aparición de las infraestructuras tecnológicas necesarias para el tipo de actividades productivas existentes.

Pero también debe, y este es su papel esencial, actuar de conexión entre las necesidades de conocimiento de las empresas y las fuentes de conocimiento que se encuentran distribuidas entre diversos agentes, ya sea dentro o fuera del sistema regional, con políticas y acciones concretas de animación y acercamiento activo, de prospectiva, inteligencia económica, etc.

Otro aspecto en que el sector público es insustituible en las regiones menos dinámicas es en la promoción del espíritu emprendedor, ya que parece hoy en día muy clara la relación entre la actividad emprendedora, la creación de empleo, la innovación y el desarrollo regional.

De esta forma aparece como esencial la difusión y promoción de instrumentos eficaces de política económica para lograr la creación de empresas y su desarrollo, tales como redes de apoyo a las empresas, incubadoras, microcréditos, programas de apoyo a clúster y otras formas de cooperación empresarial.

De ahí que asistamos a una necesaria sofisticación y racionalización de las políticas de promoción económica, que ahora se orientan hacia la coordinación y complementariedad de las diferentes políticas a nivel regional; una **actitud proactiva** y atención individualizada al desempleado, al emprendedor, a la empresa; la promoción

de la innovación mediante una mayor oferta de servicios: redes informales, organización del trabajo, capital humano, desarrollo de la oferta regional de infraestructuras de apoyo.

Por ello, se ha generalizado considerar a un conjunto de objetivos como propios de estas políticas:

- Incrementar el gasto regional en I+D y en innovación.
- Crear las infraestructuras e instituciones que favorezcan la generación y uso de conocimiento útil para las empresas.
- Aumentar la participación de las empresas en el gasto en I+D+i.
- Modernizar la cultura empresarial y emprendedora.
- Desarrollar nuevos sectores de valor añadido.
- Aprovechar la política de I+D+i para articular el territorio.
- Insertar el sistema regional de innovación en los circuitos internacionales.

### El impacto de las políticas

Una de las implicaciones que ha tenido en España la difusión del concepto ha sido la de reorientar algunas políticas autonómicas, tanto en el sentido de promover a nivel regional la I+D+i, como de considerar que las políticas en este campo se deben definir en una perspectiva global y de largo plazo para incidir sobre el conjunto de los elementos del sistema regional de innovación. Como que esa definición se debía hacer en un horizonte temporal de largo plazo.

En el caso español casi todas las regiones han llevado a cabo el ejercicio de definir sus estrategias regionales de innovación (financiadas por la Comisión mediante el programa RIS, o su equivalente el RITTS). Y aunque es cierto que no siempre basta con tener una buena estrategia para llegar a conseguir buenos resultados, lo que parece cada vez más difícil es tenerlos sin que las actuaciones se hayan llevado a cabo en el marco de un proyecto coherente definido en una estrategia.

Lo cierto es que en los últimos 30 años no todas las autonomías españolas han evolucionado de la misma manera

ni al mismo ritmo en estos temas. Pero en general las que lo han hecho de forma destacada, sí que lo han hecho gracias a políticas definidas con un horizonte de largo plazo y concebidas como instrumentos de mejora global de sus sistemas regionales de innovación.

Es el caso de dos de las regiones más desarrolladas de España, como el País Vasco y Navarra, donde se han sucedido los planes de actuación que enmarcaban sus políticas de I+D+i y competitividad en una visión común.

Es también el caso de una región como Castilla y León, que como región menos desarrollada fue asistida durante los años 80 y 90 por los fondos europeos, pero que gracias a su esfuerzo ha salido de esa situación. Uno de los instrumentos que ha coadyuvado a esa evolución ha sido el que desde la elaboración de su Plan Tecnológico a principios de los años 90 en el marco de un proyecto piloto cofinanciado por la Unión Europea, Castilla y León ha seguido elaborando regularmente sus estrategias de innovación, lo que le ha permitido incrementar notablemente el gasto regional en estas materias y ampliar de forma significativa el número de empresas que participa en estas actuaciones.

De esta manera Navarra y el País Vasco han pasado de tener un bajo nivel de gasto en los años 80 a estar por encima de la media nacional en los 2000, y cerca de la media europea (el 2% ambas regiones). Y de la misma manera, Castilla y León, que en los 80 estaba en el pelotón de cola en el porcentaje de gasto respecto al PIB, a finales de los 2000 acercándose al 1,3% en relación al PIB, se encuentra cada vez más cerca de la media española y en cabeza de las regiones Objetivo 1 (hoy Convergencia).

Por lo tanto parece que en este caso el concepto no sólo sirve para entender mejor las distintas evoluciones regionales, sino que permite incidir sobre ellas con una herramienta de gran potencia conceptual a la hora de definir políticas útiles para mejorar la competitividad regional.

# La universidad, despensa de conocimiento para una economía sostenible

**Joaquín Moya-Angeler, Presidente de la Corporación Tecnológica de Andalucía**

Las economías desarrolladas se encuentran en pleno proceso de implantación de un nuevo modelo de crecimiento que ha venido a bautizarse como “economía sostenible”. Sus límites y prácticas aún no están definidos por completo, pero lo que sin duda es un acuerdo generalizado es que la piedra angular de este nuevo sistema de crecimiento debe ser el conocimiento, lo que sitúa a la universidad en una posición destacada. El saber hacer, la cualificación y la tecnología son los cimientos sobre los que edificar el nuevo sistema y la universidad es una valiosa proveedora de todos ellos.

Como institución por excelencia de generación y custodia del conocimiento durante siglos, la universidad debe ser una pieza clave en el engranaje de este nuevo modelo de funcionamiento para la maquinaria económica. Junto a su doble misión tradicional de enseñanza superior e investigación, la universidad se enfrenta a un tercer gran reto: la transferencia de conocimiento a la sociedad. Y el eslabón que puede ayudarle en ese objetivo para conectar con la sociedad es el tejido empresarial.

La comunidad científica española ha realizado un importante esfuerzo en los últimos años y, según datos del Ministerio de Ciencia e Innovación, en el mismo período en el que la producción científica mundial se multiplicaba por dos, la española lo ha hecho por nueve. De esta forma, España ha logrado situarse como novena potencia científica mundial, en correlación con su economía. Sin embargo, los índices que miden la transferencia de todo ese conocimiento y el grado de innovación empresarial todavía son insatisfactorios, por lo que el siguiente paso debe encaminarse a poner los medios para rentabilizar todo ese esfuerzo científico acumulado.

Las empresas dan los últimos pasos del proceso innovador, porque transforman el nuevo conocimiento generado en el entorno científico en aplicaciones prácticas que significan mejoras en los productos, servicios o procesos que llegan finalmente a la sociedad. Desde una nueva técnica biotecnológica que ayuda a prevenir rechazos de trasplantes hasta nuevos materiales para hacer aviones más ligeros y económicos, pasando por una tecnología que hace la radioterapia menos agresiva. Todo este tipo de desarrollos son sólo algunos ejemplos de proyectos financiados por Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) y pueden llegar a la sociedad gracias a un conocimiento generado en el seno de la universidad que las

empresas son capaces de aplicar a productos, servicios o procesos concretos.

## Simbiosis universidad-empresa

CTA, fundación privada promovida por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa (CICE) de la Junta de Andalucía, ofrece financiación exclusivamente a proyectos empresariales económica o socialmente viables y con la condición de que cuenten con la participación de un grupo público de investigación al menos en un 15% de su presupuesto. Este requisito garantiza la transferencia tecnológica universidad-empresa, pero, además, ha generado un caldo de cultivo que fomenta la expansión de este tipo de cooperación como si de una gota de aceite se tratara. Las empresas han encontrado tan provechosa su cooperación con la universidad que están aumentando la participación de los grupos de investigación en sus proyectos muy por encima del mínimo que les exigimos. Es más, algunas de ellas están alcanzando acuerdos estables de colaboración para el intercambio de personal, becas e incluso cátedras específicas de investigación en temas que tienen interés comercial para las empresas.

Y no es de extrañar, ya que la universidad es, sin duda, una despensa de conocimiento que las empresas, especialmente las pymes, deben habituarse a aprovechar, porque les permite acceder a nuevo conocimiento de alta calidad y recursos cualificados a un precio razonable que sería muy difícil asumir como activos fijos en la empresa. No obstante, no sólo son las pequeñas empresas las que se benefician de estos recursos científicos, ya que hay grandes compañías nacionales miembros de CTA que solían subcontratar estos trabajos fuera de Andalucía y han comenzado a colaborar de forma estable con grupos de investigación universitarios de la región. Es innegable que una empresa no puede mantener dentro de su propia estructura a los mejores expertos en todas las materias y ya existe un gran stock de conocimiento especializado disponible en la universidad.

Pero, no sólo la empresa se beneficia de esta cooperación. Se trata de una simbiosis en la que todos ganan. La colaboración con las empresas es un mecanismo de retroalimentación para la universidad, puesto que, a través de este contacto, puede actualizar sus programas de formación en función de los perfiles de profesionales que necesita el mercado y puede orientar su estructura y

objetivos de investigación a la demanda social. Además, supone una vía de financiación considerable para dotarse de mejores recursos humanos y técnicos y favorece el traspaso de capital humano de alta cualificación desde el mundo científico-universitario al tejido industrial.

## Un millar de científicos trabajando con empresas

La capacidad que tiene un grupo de investigación de producir un resultado de valor muy elevado a partir de un coste reducido es más que considerable. A través de los proyectos financiados por CTA, todos los agentes implicados en esta Fundación (empresas, universidad y Administración) hemos conseguido que alrededor de un millar de científicos de más de 200 grupos de investigación de universidades, hospitales y otros centros de investigación públicos andaluces estén trabajando en proyectos empresariales de I+D+i.

El potencial de esta interacción universidad-empresa es incalculable. Por ahora, en cuatro años se han incentivado más de 250 proyectos empresariales (insistimos en que todos ellos con participación de grupos de investigación), que han movilizado una inversión de 225 millones de euros y han recibido financiación por parte de CTA por valor de casi 70 millones de euros.

Los más de 70 proyectos que ya han finalizado han generado patentes, nuevos productos o servicios lanzados al mercado y una importante generación de conocimiento en Andalucía que está contribuyendo a mejorar su imagen como región competitiva en I+D+i.

La demostración más palpable de que la cooperación con el mundo científico está resultando útil a las empresas es que éstas están intensificando su colaboración con los grupos de investigación por encima de los mínimos exigidos. Así, la media de participación de los grupos de investigación en los proyectos vivos de CTA se sitúa en el 23%, ocho puntos por encima del mínimo del 15% exigido. Es más, más de la cuarta parte de los proyectos destinan más del 30% de su presupuesto a la contratación de grupos de investigación.

Así, tenemos proyectos concretos de compañías de los sectores farmacéutico, biotecnológico, agroalimentario, industrial, de la construcción e incluso una empresa de

servicios municipales que han subcontratado entre un 60% y un 85% del presupuesto total a grupos de investigación.

Además de confiar una parte cada vez más importante de sus desarrollos de I+D+i a grupos de investigación, y quizá como consecuencia de ello, muchas de las empresas miembros de la Corporación están trabando relaciones estables con los grupos con los que más colaboran mediante acuerdos, becas de investigación e incluso cátedras de temas concretos que tienen especial interés para sus negocios. Como caso reciente, tenemos una constructora nacional, miembro de la Corporación, que nos ha pedido ayuda para alcanzar acuerdos de colaboración con todas las universidades andaluzas, en cada una de ellas con el grupo de investigación que más se adecúe a sus objetivos y necesidades empresariales. Sólo en 2009, ya ha cerrado acuerdos con cinco universidades andaluzas.

Además, la Corporación está respaldando proyectos empresariales surgidos en el seno de la universidad, puesto que varias de las iniciativas financiadas pertenecen a empresas de base tecnológica nacidas en departamentos universitarios de los sectores aeronáuticos o biotecnológico, por ejemplo. Es más, en 2009 se ha fundado una *spin-off* biotecnológica enfocada a la agricultura que ha surgido de un proyecto desarrollado con el respaldo de la Corporación.

## Hacia la especialización de las universidades

En cuanto a la respuesta por parte de la universidad, en el caso de CTA debemos subrayar que existen grupos de investigación orientados a las demandas de las empresas y con un sistema de trabajo adaptado a los ritmos del mercado. Sin embargo, sabemos que la citada tercera gran misión a la que se enfrenta la Universidad, que es ese acercamiento a la sociedad mediante la transferencia de conocimiento, exigirá a esta centenaria institución un gran esfuerzo de especialización y mayor orientación al

mercado. Es innegable, y el caso de CTA es un ejemplo de ello, que la universidad ya ha recorrido un largo camino de acercamiento a la empresa y que la comunicación es mucho más fluida, pero, para ejercer ese papel clave que decíamos que está llamada a jugar en el nuevo modelo económico, todavía debe evolucionar guiada por los parámetros de la eficacia y la especialización.

En las décadas de los 80 y 90, se produjo un valioso proceso de democratización de la universidad, en el que el mayor afán consistía en la fundación de nuevas instituciones y facultades para acercar la formación universitaria a todos los rincones geográficos. Conseguido el reto de democratizar la universidad, ahora ha llegado el momento de apostar por la especialización. Llegado el punto en que casi podemos decir que, en España, existen más universidades que aeropuertos, debemos ser conscientes de que el próximo salto debe ser claramente cualitativo y no cuantitativo.

Ha llegado el momento de apostar en firme por la mejora del conocimiento y la calidad de nuestras universidades mediante una planificada especialización en los conocimientos que sean realmente estratégicos para su zona geográfica y en los que el grado de competencia permita un liderazgo internacional. Entra aquí en juego, por lo tanto, esa necesaria imbricación de la universidad en la sociedad en la que se enmarca y su tejido empresarial. No sólo resulta lógico sino que además será una fortaleza competitiva el hecho de que cada universidad tienda a especializarse y alcanzar la excelencia en investigación y formación de profesionales en un determinado ámbito que realmente demandan las empresas de su zona. De esta manera, el mundo científico y el tejido productivo se complementarán y avanzarán de la mano con éxito, consiguiendo que determinadas áreas geográficas sobresalgan en productos o servicios concretos.

Además, la nueva sociedad del conocimiento permite, y al mismo tiempo necesita, una organización del trabajo en red, de forma que no tiene sentido que se investigue

lo mismo a la vez en diferentes centros, puesto que sería redundante, ya que la información es compartida y lo interesante es aprovechar el conocimiento generado en cualquier punto para continuar avanzando. Este argumento respalda, por tanto, el objetivo de la especialización.

Años atrás, existía la tendencia generalizada a considerar la innovación como un patrimonio privado y encerrado dentro de las paredes de la empresa, pero la velocidad del avance tecnológico y del conocimiento ha echado por tierra esta postura. En su lugar, se está imponiendo la innovación abierta, que rompe los muros de la empresa para establecer lazos de cooperación con socios tecnológicos que ayuden a conseguir los objetivos marcados. El conocimiento útil y necesario para innovar, es decir, para lograr mejoras competitivas de nuestros productos y servicios, no siempre está dentro de la empresa y la ventaja competitiva surge de la habilidad para localizar e integrar conocimientos y tecnologías tanto propios como ajenos.

La globalización y la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación afianzan esta tendencia. La innovación abierta consiste en un trabajo en red en el que todos los elementos del sistema están o pueden estar conectados, lo que multiplica exponencialmente la capacidad de generar resultados.

Los grupos de investigación que colaboran en los proyectos de la Corporación son un ejemplo de que ese camino hacia la especialización y el trabajo en red ya se ha emprendido, con áreas de excelencia en biomedicina, agroalimentación, construcción o aeronáutica en diferentes universidades andaluzas que están alcanzando resultados de referencia a nivel internacional, muchos de ellos vinculados a clusters cercanos geográficamente. Sin duda, estos son pasos acertados hacia una universidad todavía más competitiva y útil para la sociedad que puede y debe jugar, como decíamos, un papel protagonista en el nuevo modelo productivo.

# El papel de las infraestructuras de investigación en la construcción del espacio europeo de investigación

**Gonzalo León, Vicerrector de Investigación de la UPM, Presidente del Grupo de Expertos sobre Infraestructuras de Investigación de la Comisión Europea**

La dificultad de encontrar soluciones apropiadas a los retos a los que se enfrenta actualmente la Humanidad requiere establecer colaboraciones estables que impliquen a los mejores científicos del mundo en proyectos multidisciplinarios a largo plazo. Este objetivo se enmarca en el proceso de construcción del espacio europeo de investigación (EEI) iniciado en el año 2000.

Un eje fundamental de ese EEI al que se ha aludido anteriormente lo constituyen las **infraestructuras de investigación**. Realmente, casi toda la investigación científica experimental de hoy día requiere hacer uso de equipos o instalaciones singulares cuyo coste puede variar desde unas decenas de miles de euros a miles de millones de euros. Es evidente que el coste y la complejidad de las grandes infraestructuras científicas es muy superior al que se puede justificar para un único grupo de investigación, para toda una institución o, incluso, para una comunidad científica regional o nacional; requieren un planteamiento global. Si la Unión Europea desea liderar alguno de estos dominios científicos deberá disponer o participar con ambición en el diseño y construcción de nuevas grandes infraestructuras superando, aunque no olvidando, los intereses individuales de los Estados miembros.

Estas infraestructuras científicas se enmarcan en una perspectiva más amplia en el corazón del denominado “triángulo del conocimiento”, fomentando la interacción entre la actividad investigadora, la formación en áreas avanzadas, y la innovación; la actividad conjunta en esos tres ejes permitirá avanzar más rápidamente en la generación de conocimiento en todos los dominios científicos que requieran el uso de complejas instalaciones singulares.

En las últimas décadas se han creado diversas organizaciones internacionales relacionadas con la gestión y operación de grandes instalaciones científicas como son, por ejemplo, el CERN (laboratorio europeo de física de partículas en Ginebra), el ESFRF (sincrotrón Europeo en Grenoble) o el ESO (observatorios astronómicos europeos situados en Chile). En ellas participan muchos países europeos como “socios” de los mismos y también colaboran otros países con diferentes aportaciones. El 7º Programa Marco de I+D de la Unión Europea a través del Programa Capacidades apoya el acceso de investigadores a éstas y otras muchas infraestructuras científicas singulares y apoya la realización de estudios de viabilidad de nuevas infraestructuras.

Desgraciadamente, ni basta con las infraestructuras científicas actuales ni la toma de decisiones es ágil ni el consenso entre los posibles interesados sencillo. La necesidad de coordinación multilateral así como facilitar la toma de decisiones sobre futuras infraestructuras ha llevado a la creación de diversos foros de debate o coordinación como el Foro de Ciencia Global de la OCDE o el EIRO-Forum (constituido por organizaciones que gestionan grandes infraestructuras científicas).

Para asistir a los Estados miembros de la UE y a la Comisión Europea en el proceso de identificar nuevas infraestructuras científicas necesarias en los próximos años y facilitar la toma de decisiones, se creó en 2002 el Foro Estratégico Europeo de Infraestructuras de Investigación (ESFRI). Reúne a representantes de los Estados miembros y de estados asociados y un representante de la Comisión Europea. ESFRI pretende apoyar la toma de decisiones relativas a nuevas infraestructuras de investigación y las negociaciones internacionales relativas a infraestructuras con participación europea fuera de la UE. En 2008, ESFRI identificó 44 nuevas infraestructuras científicas no sólo por su potencial investigador sino por el papel positivo que pueden jugar en el fortalecimiento del EEI en recursos humanos, coordinación para la toma de decisiones, e integración regional.

Desgraciadamente, no existen recursos económicos suficientes para construir todas las infraestructuras incluidas en el mapa generado por ESFRI. Una idea del esfuerzo necesario queda reflejado en el dato de que la inversión total necesaria estimada para construir todas ellas sería superior a 16-17.000 millones de euros durante cinco años; esa cantidad es superior a los recursos disponibles para infraestructuras científicas en los presupuestos nacionales o a través de los mecanismos de financiación de la I+D europeos (Programa Marco, fondos estructurales o Banco Europeo de Inversiones). Se requiere, por tanto, priorizar atendiendo a aquéllas que permitan situar a Europa como líder mundial y cuyo desarrollo sea factible, tecnológica y económicamente. Hasta el momento, apenas existe coordinación entre los procedimientos de priorización empleados a escala nacional para decidir cómo se asignan los recursos disponibles a las infraestructuras de investigación (nuevas o preexistentes que también consumen muchos recursos para su operación y actualización).

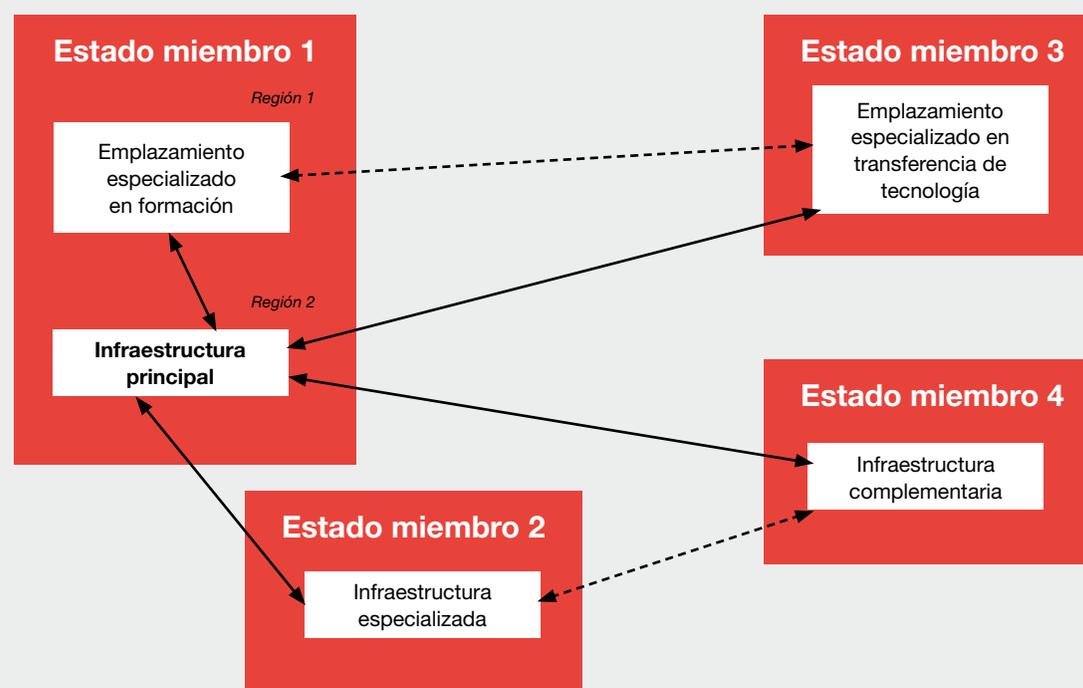
Para que las infraestructuras científicas cumplan su papel es necesario contar con los recursos humanos adecuados. En este contexto, las infraestructuras de investigación son entornos adecuados para formar y retener nuevos investigadores e ingenieros y técnicos experimentados de diferentes países, regiones y disciplinas. Adicionalmente, una estrecha relación entre universidades o centros públicos de investigación e infraestructuras de investigación contribuye a la creación de un “ecosistema” educativo y científico que puede ser atractivo para la industria. De hecho, la industria no sólo proporciona componentes para las infraestructuras científicas que suelen estar en la frontera del desarrollo tecnológico y la ingeniería sino que, poco a poco, también empiezan a ser usuarios de estas infraestructuras.

Un elemento importante en la construcción de la capacidad investigadora europea es asegurar que participen todas las regiones europeas, además de lograr una mejor coordinación de acciones entre regiones. Este objetivo puede conseguirse incrementando la complementariedad de las acciones de I+D relacionadas con las infraestructuras científicas en el ámbito regional adoptando un enfoque de “ecosistema de infraestructura de investigación”: muchas actividades complementarias y pequeñas infraestructuras pueden situarse en diferentes localidades contribuyendo al mismo objetivo y favoreciendo el proceso de innovación. En muchos casos, la infraestructura principal deberá situarse en un emplazamiento único, concentrando las inversiones en el mismo; en otros casos, es posible adoptar un enfoque más amplio para incrementar el impacto en toda Europa combinando un lugar principal con la existencia de otras infraestructuras secundarias o complementarias localizadas en otros emplazamientos (véase la figura 1).

La disponibilidad y procedencia de los recursos requeridos para construir una nueva infraestructura condiciona las decisiones sobre la decisión de construirla y también sobre su emplazamiento (además de las lógicas condiciones técnicas que debe reunir y la existencia, si fuera posible, de equipos humanos preparados) porque su coste suele representar un porcentaje significativo en un país o dominio científico reduciendo las posibilidades de financiar simultáneamente otras infraestructuras de investigación.

Combinaciones de aportaciones monetarias y “en especie” podrían facilitar el lanzamiento de nuevas infraestructuras

Figura 1. Ecosistema de una infraestructura de investigación



siempre que se preserve la calidad y criterios de costes en las aportaciones no monetarias (véase la figura 2). En el caso europeo, no sólo el VII Programa Marco, a través del Programa Capacidades, sino también los fondos estructurales han permitido apoyar la construcción de algunas infraestructuras en países que disponen de estos fondos.

Obsérvese que, en algunos casos, la financiación puede concretarse mediante aportaciones monetarias de diversas entidades a un “fondo común” mientras que en otros casos puede suponer la entrega de un componente necesario para la construcción con una valoración predefinida y aceptada por el resto de los países participantes satisfaciendo los criterios de calidad exigidos. Las contribuciones económicas de empresas, fundaciones u organizaciones científicas son hasta ahora, en la Unión Europea, muy poco significativas.

A pesar de la necesidad urgente de disponer de nuevas infraestructuras científicas para asegurar la competitividad de la UE, los procedimientos de priorización no son obvios. Tres elementos deben tenerse especialmente en cuenta: las decisiones de construcción estarán generalmente basadas en el principio de “geometría variable” en la que no todos los Estados miembros de la UE participarán en todas ellas; la decisión sobre el emplazamiento de la instalación implicará aportaciones desiguales con mayor

implicación del país en el que se sitúe el emplazamiento principal; y la forma de participar en infraestructuras internacionales puede requerir una coordinación con una “voz europea” en el proceso de negociación que no es sencilla de alcanzar y que no puede ignorar a los Estados que, finalmente, contribuirán económicamente a su construcción. Este último punto requiere, además, fijar el papel de la Comisión Europea y eso conduce a resolver un problema de “gobernanza” que aún no está totalmente consolidado. La reciente aprobación en la UE de una regulación específica (ERIC, European Research Infrastructure Consortium) puede acelerar la puesta en marcha de estas infraestructuras.

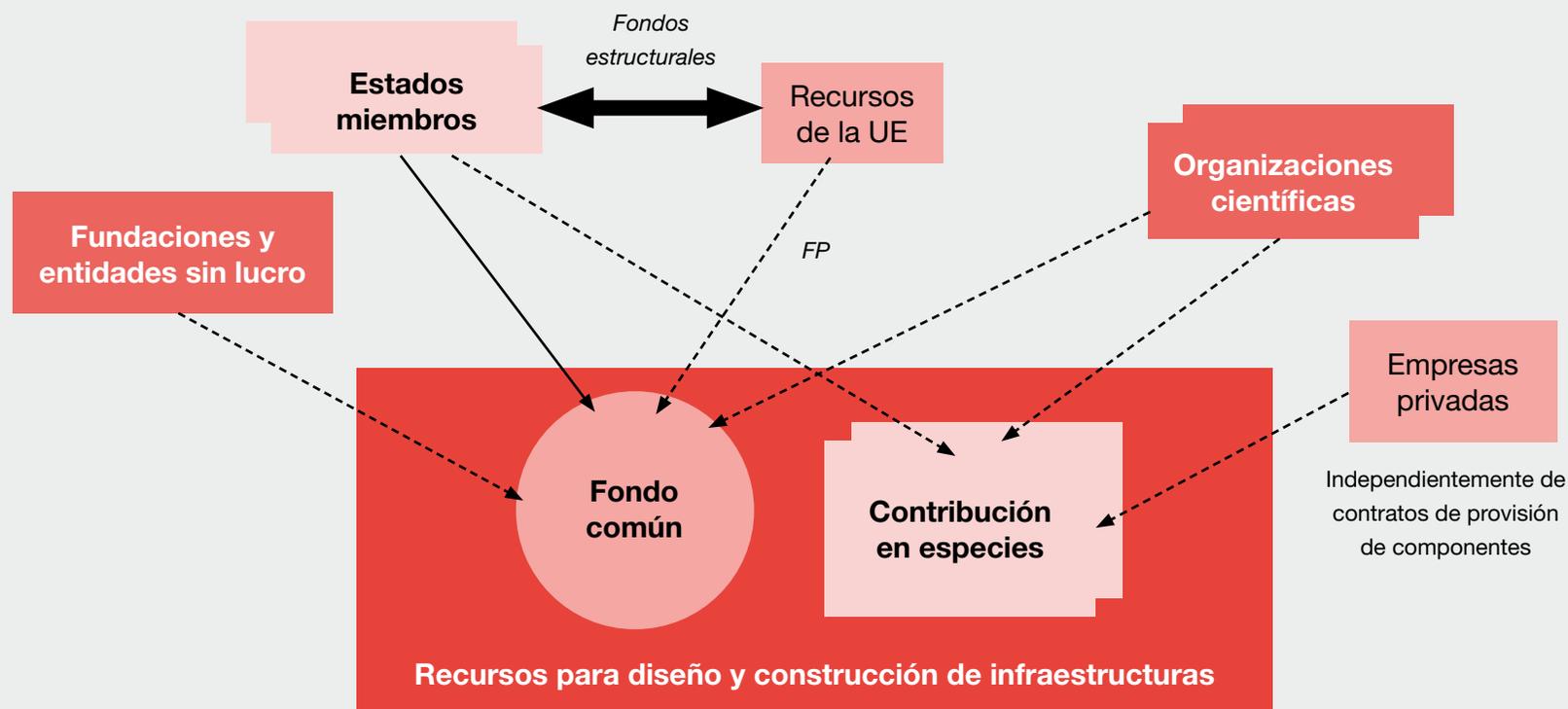
Si bien el análisis efectuado es válido para el conjunto de la UE, durante muchos años España no ha contado con recursos suficientes para poder construir infraestructuras científicas de relevancia mundial. Ha sido a partir de la década de los 90 en los que en algunos ámbitos como astronomía (observatorios de Canarias), oceanografía (buque oceanográfico Bio-Hespérides) o energía de fusión (TJ-2 en el CIEMAT) se ha dispuesto de equipamientos sofisticados abiertos a la comunidad nacional y con cierto atractivo para la internacional. No obstante, no ha sido hasta muy recientemente con la entrada en funcionamiento del Gran Telescopio Canarias en el observatorio del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma, el

supercomputador Mare Nostrum en Barcelona o la finalización del sincrotrón Alba en el Vallés cerca de Barcelona cuando puede decirse que España dispone de infraestructuras científicas de categoría internacional y cuyo uso está abierto a investigadores de otros países

España participa también en múltiples organizaciones internacionales asociadas a grandes infraestructuras científicas financiando con cuotas anuales el coste de construcción y operación de las mismas. Estas cuotas se basan, generalmente, en el producto interior bruto relativo pero también con la posibilidad de ajustar la participación a intereses nacionales concretos). En algunas de ellas España dispone de instalaciones o instrumentos propios, además de utilizar las facilidades generales (así sucede, por ejemplo, en el sincrotrón europeo). También España ha intentado albergar alguna de las nuevas grandes instalaciones científicas (caso del ITER, o la ESS, fuente de espalación de neutrones europea) en las que, aunque no ha tenido éxito, sí ha conseguido albergar alguna actividad o laboratorio asociado. La voluntad de albergar el futuro gran telescopio ELT en la isla de La Palma es un paso más en esta dirección.

Cara al futuro, España también ha identificado nuevas infraestructuras que serían necesarias para nuestro sistema de ciencia y tecnología. En este sentido, se dispone de un “mapa de instalaciones científicas singulares” con

Figura 2. Financiación de grandes infraestructuras de investigación



un objetivo adicional de cohesionar mejor nuestro sistema. Los acuerdos de financiación de la construcción de estas nuevas infraestructuras singulares entre la Administración General del Estado y las comunidades autónomas son esenciales para su viabilidad siempre que se preserve el interés científico intrínseco de las mismas más allá del reparto territorial.

Todo este esfuerzo en infraestructuras científicas singulares no puede estar aislado de otros múltiples objetivos de política científica y tecnológica. Así, los programas de formación de recursos humanos, los de capacitación de grupos de usuarios científicos, el apoyo a centros de investigación, centros tecnológicos o empresas para el diseño y construcción de instrumentos o componentes sofisticados, o la financiación de proyectos de I+D que aprovechen el uso de estas infraestructuras (algunos dependen de ellas para poder realizarse) deben formar parte de un conjunto integrado de políticas científicas que optimice el esfuerzo económico realizado. Aún persiste en nuestro país una fragmentación de actuaciones nacionales y regionales que dificulta optimizar los recursos empleados.

También es importante disponer de estructuras adecuadas para la operación y gestión de estas infraestructuras al servicio de la comunidad científica. De hecho, existen tres modalidades que coexisten actualmente: a) Gestión

a través de organismos públicos de investigación o universidades) que asumen esta responsabilidad en nombre de la comunidad científica mediante una “encomienda de gestión” de la Administración (este es el caso del CSIC que, por ejemplo, se hace cargo de la gestión científica y técnica del buque Hespérides); b) creación de una entidad con personalidad jurídica propia cuya misión es la de gestionar una de estas infraestructuras y en cuya estructura de gobierno participan las entidades que financian la misma (Administraciones nacionales y/o regionales) con cierta autonomía de funcionamiento (este es el caso de la empresa pública Grantecan para el nuevo telescopio en las Islas Canarias (con un papel indirecto relevante del Instituto de Astrofísica de Canarias); c) participación española en entidades supranacionales cuyas instalaciones se radican en nuestro territorio (éste podía haber sido el caso de la fuente de espalación de neutrones europea) y puede ser el caso de futuros ERIC.

Para instalaciones singulares más pequeñas, las universidades o los OPI están directamente capacitados para su gestión y el apoyo a las comunidades de usuarios nacionales e internacionales siempre que la forma de financiar ese uso a través de las ayudas de la Administración General del Estado y de las CCAA esté garantizada a lo largo del tiempo y sometida a evaluación periódica. Este proceso se convierte, además, en un catalizador de modernización de las estructuras de gestión de los centros públicos y de

coordinación entre ellos que debería potenciarse aún más. Asociada a esa responsabilidad, la formación avanzada o la actividad de I+D adquieren un mayor valor y protagonismo. La clave del éxito está, no obstante, en dotar o asegurar a estas entidades de una autonomía de gestión que permita optimizar su funcionamiento.

En definitiva, las infraestructuras de investigación suponen un elemento fundamental para disponer de un sistema de ciencia y tecnología competitivo a nivel internacional. El esfuerzo económico necesario para disponer de ellas se compensa por su efecto beneficioso en la generación de nuevo conocimiento y apoyo al proceso innovador.

### Referencias:

1. *European Roadmap for Research Infrastructures. ESFRI (European Strategy Forum for Research Infrastructures)*. ISBN 978-92-79-10117-5. European Communities, 2008.
2. *A vision for strengthening world-class research infrastructures in the ERA. Report of the Expert Group on Research Infrastructures*. ISBN: 978-92-79-14214-7. Febrero 2010.
3. *Council Regulation (EC) No 723/2009 on the Community Legal Framework for a European Research Infrastructure Consortium (ERIC)*. 25 June 2009
4. *Mapa de infraestructuras científicas y técnicas singulares*. Ministerio de Educación y Ciencia. 2007

# El entorno legal de la creación de empresas en el ámbito universitario

**Ignasi Costas y Alberto Ouro, RCD, Asesores Legales y Tributarios**

## La creación de empresas: un objetivo de la universidad

La creación de empresas en el entorno universitario, como mecanismo para la articulación de la transferencia de los conocimientos generados y la presencia de la universidad en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas, es una función específica que la Ley Orgánica 6/2001 recoge, en su artículo 41, como uno de los objetivos a desarrollar por la universidad.

### **Artículo 41. Fomento de la investigación, del desarrollo científico y de la innovación tecnológica en la universidad.** [...]

2. El fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico corresponderá en el ámbito universitario a la Administración General del Estado y a las comunidades autónomas, de acuerdo con la legislación aplicable, sin perjuicio del desarrollo de programas propios de las universidades y con la finalidad, entre otros objetivos, de asegurar: [...]
- g) La vinculación entre la investigación universitaria y el sistema productivo, como vía para articular la transferencia de los conocimientos generados y la presencia de la Universidad en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas. **Dicha vinculación podrá, en su caso, llevarse a cabo a través de la creación de empresas de base tecnológica a partir de la actividad universitaria, en cuyas actividades podrá participar el personal docente e investigador de las universidades conforme al régimen previsto en el artículo 83.**

Esta función se ha visto impulsada en los últimos tiempos por la necesidad de estimular los sectores económicos basados en la innovación. En tanto que, en nuestro país, el sector público, y en particular las universidades, realizan una gran parte de las actividades de desarrollo de la I+D, resulta de especial importancia la regulación aplicable a la creación de este tipo de empresas, y la posibilidad de participación de los investigadores en las mismas.

## El entorno jurídico previo a la Ley Orgánica 4/2007

La Ley Orgánica 6/2001 permitía la participación de los investigadores en las actividades de la empresa única-

mente mediante la suscripción de un convenio de colaboración entre la universidad y la empresa, según lo establecido en el artículo 83 de dicha Ley.

Este mecanismo permite a los investigadores universitarios desarrollar actividades de investigación en empresas privadas. Sin embargo, esto no resolvía la posibilidad de que el personal docente o investigador que hubiera desarrollado la tecnología o conocimiento pudiera ostentar participación en el capital social de la empresa, o tener cargos en la misma.

En este sentido, el personal docente e investigador de las universidades queda sujeto al régimen jurídico aplicable al personal al servicio de las Administraciones públicas. En dicha materia, es aplicable la Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas. Dicha norma, en relación a la posibilidad de compatibilizar un puesto en la función pública con el desarrollo de actividades de carácter privado, establece la prohibición de dicha compatibilidad en caso de que la actividad privada esté relacionada de forma directa con su actividad en la función pública:

### **Artículo 11.**

1. De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1.3, de la presente Ley, el personal comprendido en su ámbito de aplicación no podrá ejercer, por sí o mediante sustitución, actividades privadas, incluidas las de carácter profesional, sean por cuenta propia o bajo la dependencia o al servicio de Entidades o particulares que se relacionen directamente con las que desarrolle el departamento, organismo o entidad donde estuviera destinado. [...]

### **Artículo 12.**

1. En todo caso, el personal comprendido en el ámbito de aplicación de esta Ley no podrá ejercer las actividades siguientes:
- a) El desempeño de actividades privadas, incluidas las de carácter profesional, sea por cuenta propia o bajo la dependencia o al servicio de entidades o particulares, en los asuntos en que esté interviniendo, haya intervenido en los dos últimos años o tenga que intervenir por razón del puesto público. Se incluyen en especial en esta incompatibilidad las actividades profesionales prestadas a personas a quienes se esté obligado a atender en el desempeño del puesto público.

- b) La pertenencia a consejos de administración u órganos rectores de empresas o entidades privadas, siempre que la actividad de las mismas esté directamente relacionada con las que gestione el departamento, organismo o entidad en que preste sus servicios el personal afectado.
- c) El desempeño, por sí o persona interpuesta, de cargos de todo orden en empresas o sociedades concesionarias, contratistas de obras, servicios o suministros, arrendatarias o administradoras de monopolios, o con participación o aval del sector público, cualquiera que sea la configuración jurídica de aquéllas.
- d) La participación superior al 10 por 100 en el capital de las empresas o sociedades a que se refiere el párrafo anterior.

La existencia de esta norma ha supuesto un importante obstáculo a la desarrollo de empresas de base tecnológica por parte del personal docente e investigador universitario, ya que les impedía participar en las actividades y la administración de la empresa, así como ostentar una participación superior al 10 por ciento en el capital de las mismas.

## La Ley Orgánica 6/2001: régimen de creación de empresas de base tecnológica

La Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, que modifica la Ley Orgánica 6/2001, de Universidades, supuso una gran modificación en el ámbito jurídico de la creación de empresas de base tecnológica en el entorno universitario, por cuanto por primera vez introdujo medidas específicas para la participación de los profesores e investigadores universitarios en dichas empresas.

En primer lugar, y respecto la participación en las actividades de la empresa, se crea un régimen de excedencia, similar al previsto para los organismos públicos de investigación en la Ley 13/1986, de Fomento y Coordinación General de la Investigación, y que afecta al profesorado funcionario y al contratado con vinculación permanente:

3. Siempre que una empresa de base tecnológica sea creada o desarrollada a partir de patentes o de resultados generados por proyectos de investigación financiados total o parcialmente

con fondos públicos y realizados en universidades, el profesorado funcionario de los cuerpos docentes universitarios y el contratado con vinculación permanente a la universidad que fundamentalmente su participación en los mencionados proyectos podrán solicitar la autorización para incorporarse a dicha empresa, mediante una excedencia temporal.

El Gobierno, previo informe de la Conferencia General de Política Universitaria, regulará las condiciones y el procedimiento para la concesión de dicha excedencia que, en todo caso, sólo podrá concederse por un límite máximo de cinco años. Durante este periodo, los excedentes tendrán derecho a la reserva del puesto de trabajo y a su cómputo a efectos de antigüedad. Si con anterioridad a la finalización del periodo por el que se hubiera concedido la excedencia el profesor no solicitara el reingreso al servicio activo, será declarado de oficio en situación de excedencia voluntaria por interés particular.

Por otra parte, y en relación a la participación en el capital social y el órgano de administración, se introduce un régimen específico de creación de empresas de base tecnológica, en base al cual se permite la inaplicación parcial de la normativa de incompatibilidades anteriormente expuesta:

**Disposición adicional vigésimo cuarta. Modificación de la Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas**

Las limitaciones establecidas en el artículo 12.1 b) y d) de la Ley 53/1984, de 26 de diciembre, de Incompatibilidades del Personal al Servicio de las Administraciones Públicas, no serán de aplicación a los profesores y profesoras funcionarios de los cuerpos docentes universitarios cuando participen en empresas de base tecnológica, promovidas

por su universidad y participadas por ésta o por alguno de los entes previstos en el artículo 84 de esta Ley, creadas a partir de patentes o de resultados generados por proyectos de investigación realizados en universidades, siempre que exista un acuerdo explícito del Consejo de Gobierno de la universidad, previo informe del Consejo Social, que permita la creación de dicha empresa.

En este acuerdo se debe certificar la naturaleza de base tecnológica de la empresa, y las contraprestaciones adecuadas a favor de la universidad. El Gobierno regulará las condiciones para la determinación de la naturaleza de base tecnológica de las empresas a las que se refiere el párrafo anterior.

De esta forma, este precepto inaplica dos prohibiciones establecidas en el antedicho artículo 12.1 de la Ley 53/1984:

- El apartado b), referente a la participación en los órganos de administración.
- Y el apartado d), relativo a la participación en el capital social de la empresa, en un porcentaje superior al 10%.

Finalmente, cabe destacar que este régimen resulta aplicable únicamente al profesorado funcionario, por lo que, a diferencia de la excedencia del artículo 83.3, se excluye de su aplicación al personal con vinculación laboral permanente.

Con todo ello, cabe concluir que este régimen, aún cuando supone un sustancial avance en la posibilidad de que los investigadores puedan participar en el desarrollo de empresas de base tecnológica, no resuelve por completo la problemática existente al respecto.

**Los retos pendientes: la regulación estatal y las normativas internas universitarias**

El marco jurídico comentado con anterioridad no está aún cerrado, sino que en los próximos meses podrá verse modificado por nuevas normas.

En primer lugar, está pendiente de desarrollo reglamentario tanto la disposición adicional 24ª como el artículo 83.3 de la LOU, a fin de determinar, respecto al primero, el alcance del concepto de “naturaleza de base tecnológica”, y respecto al segundo, el procedimiento aplicable para la solicitud de la excedencia.

Por otra parte, no es descartable que la eventual aprobación de los anteproyectos de la Ley de la Ciencia y la Tecnología y de la Ley de Economía Sostenible puedan suponer modificaciones en el régimen actual. En particular, de los borradores actuales pueden determinarse modificaciones respecto a elementos como el procedimiento y la regulación de la transferencia de los resultados de la investigación de la universidad a la empresa.

En todo caso, tanto las modificaciones introducidas con ocasión de la Ley Orgánica 4/2007 como las que puedan desarrollarse en el futuro exigirán a las universidades un esfuerzo a fin de adecuar sus normativas y protocolos internos al nuevo marco legal.

En este sentido, en los últimos meses se ha producido una importante actividad en las universidades españolas para aprobar las normativas internas de creación de empresas de base tecnológicas, o de modificarlas, en aquellos casos en que se había aprobado con anterioridad a la aprobación de la Ley Orgánica 4/2007, a fin de poder aprovechar la nueva regulación.

En algunos casos, además, esta regulación ha venido acompañada por la adecuación de otras normativas internas en materia de investigación, como la de propiedad intelectual e industrial.

Todo ello configura un entorno jurídico complejo y cambiante en materia de creación de empresas de base tecnológica, derivado de la cada vez mayor importancia que se le concede a esta materia por parte de los poderes públicos.

# Financiación privada en empresas de base tecnológica

**Carlos Hernández, Fundación Uniemprendia**

La inversión privada actúa como motor principal en el transcurrir económico de cualquier país, en los últimos años la inversión privada ha pasado a jugar un papel que trasciende más allá de lo económico, ganando cada vez más relevancia el ámbito social y ambiental.

Hasta finales de los 90 hablar de inversión privada en empresas de base tecnológica resultaba cercano a lo anecdótico, ya que por un lado los casos de EBT eran escasos y novedosos, enmarcándose en un sistema investigador español caracterizado por la dedicación al trabajo de laboratorio y publicaciones científicas, dejando a un lado la búsqueda de transferencia de tecnología hacia el sector empresarial.

Por otro lado, la bonanza económica de la última década ha posibilitado la generación de importantes patrimonios tanto en el ámbito empresarial como a nivel particular, dando lugar a la creación de numerosos agentes inversores *business angels* y *sociedades de capital riesgo*.

Así por ejemplo según datos de ASCRI (Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo) en la siguiente gráfica podemos observar el notable incremento en la evolución tanto de captación de fondos como en inversión de los mismos

Otro aspecto a tener en cuenta es la definición de empresa de base tecnológica (EBT), y es que, aunque son numerosos los investigadores que se dedican a estudiar las peculiaridades de este tipo de empresas, no se ha alcanzado en la actualidad un consenso acerca del significado concreto del término. De esta forma es habitual que cada vez se utilice la definición que más se adapte al contexto en el que se va debatir. En este caso tomaremos como EBT compañías basadas en la innovación, con capacidad de adaptación a los cambios, que aportan fluidez al proceso de transformación de la capacidad tecnológica e innovadora hasta hacerla llegar al mercado, obteniéndose como resultado bienes y servicios de alto valor añadido.

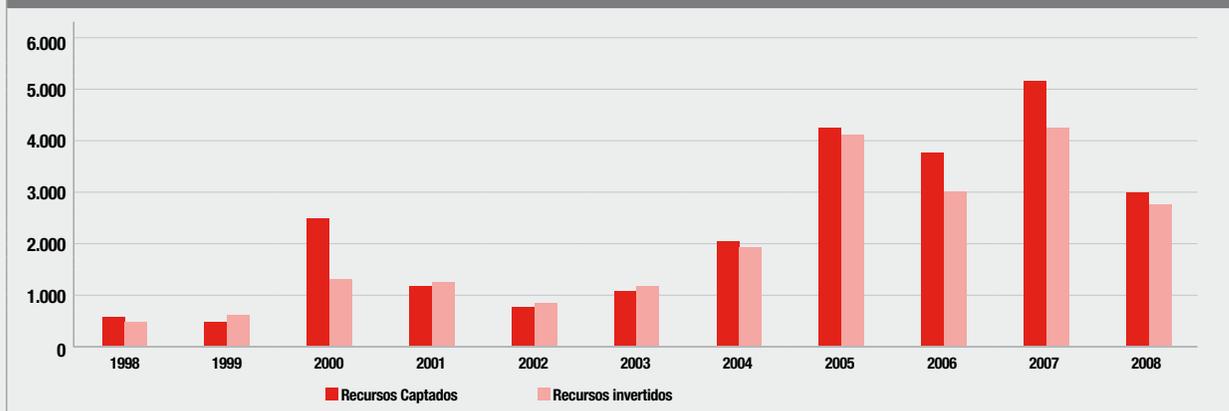
## ¿Qué busca un inversor para invertir en un proyecto EBT?

No existe una solución única que dé respuesta a esta pregunta, se analizan una serie de variables que acaban determinando el binomio rentabilidad-riesgo;

### Equipo promotor

Lo más habitual en una EBT es que el equipo promotor provenga del ámbito investigador, por lo que suelen ser

Gráfico 1



personal con altos conocimientos técnico-científicos pero escasa experiencia en gestión empresarial y finanzas. Se suele decir que un mal equipo puede derrumbar un buen proyecto, mientras que un buen equipo puede llevar con éxito un proyecto mediocre.

El capital riesgo busca en este tipo de compañías equipos que realmente sean conscientes de sus carencias, y estén dispuestos a dejarse acompañar de personas cualificadas para aquellas funciones en las que el emprendedor está menos especializado.

### Tecnología y ventaja competitiva

Es el elemento diferencial con respecto a los posibles competidores, es la razón por la que los clientes adquirirán los productos de esta compañía y no otros, ya sea por hacer lo mismo más barato, en menos tiempo, con mayor calidad, etc. Pero es necesario que exista este elemento diferencial propiciado por la tecnología utilizada, y que esta ventaja sea sostenible en el tiempo mediante barreras de entrada (patente, *know-how*).

### Mercado

Los inversores privados buscan crecimientos exponenciales en las ventas de compañías en las que invierten, por lo que se busca la penetración en mercados incipientes con gran potencial de crecimiento. Así, en los últimos años los mercados a los que se ha dirigido principalmente el capital riesgo han sido mercados en auge como las energías renovables, la biotecnología o las TIC, los cuales, ya sea debido a tendencias tecnológicas, sociales o legislativas, vienen experimentando crecimientos importantes en los últimos tiempos.

El conjunto de factores determinará la existencia de una

**oportunidad de negocio**, y a partir de ahí se examinará si encaja dentro del binomio rentabilidad-riesgo definido en la política de inversión de cada sociedad o agente inversor.

Las formas más comunes de financiación de EBT por parte del sector privado son dos:

- **Préstamo participativo:** se presenta como una opción de financiación que no exige más garantías adicionales que las que ofrece el mismo proyecto empresarial. Consiste en la concesión de un préstamo con periodos de devolución definidos, y un tramo del tipo de interés que se incrementa en función de alguna variable de medición de los resultados de la compañía, (Ventas, EBITDA...). Esta opción también es utilizada en algunas ocasiones por los agentes inversores como una posibilidad de realizar una valoración dinámica, esto es, plantear escenarios de valoración para la conversión de este préstamo en capital de la empresa a uno o dos años vista en función de la evolución de la compañía.
- **Participación en capital:** consiste en la adquisición de una parte de las participaciones sociales de la compañía a cambio de la financiación requerida, compartiendo de esta manera éxitos y fracasos de la aventura empresarial.

A continuación nos centraremos en la descripción de los principales agentes de financiación de EBT:

### **Capital riesgo**

El capital riesgo permite aportaciones de capital que dan solidez a las estructuras financieras de las EBT. En España esta solución financiera se instauró con retraso en relación a otros países europeos situándose en los inicios de la presente década su etapa de mayor apogeo.

En los últimos años han sido numerosas las sociedades que han centrado sus objetivos de inversión en las EBT, debido a las grandes expectativas de rentabilidad y crecimiento que existen sobre éstas. En muchos casos las sociedades de capital riesgo son la única opción para muchas compañías que presentan un elevado grado de riesgo, que les impide la obtención de otras opciones de financiación más convencionales.

El capital riesgo busca la participación en el capital de las compañías ofreciéndoles apoyo y asesoramiento a nivel gerencial y empresarial, con la intención de maximizar el valor de la compañía y generar rentabilidad mediante la desinversión en periodos de entre 5 y 10 años aproximadamente. La inversión media en este tipo de proyectos ronda los 500.000€ quedándose el porcentaje de participación del fondo en la compañía por debajo del 50% en la mayor parte de los casos.

La variedad y tipología de los fondos es muy diversa, así desde el punto de vista de la promoción de los mismos podemos hablar de fondos promovidos por instituciones públicas o privadas, en estas últimas el criterio que primará es la búsqueda de plusvalías mientras que en los de iniciativa pública primarán criterios de creación de empleo y promoción de tejido empresarial. Desde otros puntos de vista podremos diferenciarlos en función de sus sectores objetivo o límite de inversión por operación.

En la actualidad estas entidades de capital riesgo están reguladas por la **Ley 25/2005, de 24 de noviembre**. Las entidades de capital riesgo tienen la posibilidad de adoptar las formas jurídicas que se detallan a continuación:

- **Sociedades de capital riesgo (SCR)**

Art. 2.1: “Las sociedades de capital riesgo son entidades financieras cuyo objeto principal consiste en la toma de participaciones temporales en el capital de empresas no financieras y de naturaleza no inmobiliaria que, en el momento de la toma de participación, no coticen en el primer mercado de bolsas de valores o en cualquier otro mercado regulado equivalente de la Unión Europea o del resto de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).”

- **Fondos de capital riesgo (FCR)**

Art. 32: “Los fondos de capital riesgo son patrimonios separados sin personalidad jurídica, pertenecientes a una pluralidad de inversores, cuya gestión y representación corresponde a una sociedad gestora, que ejerce las facultades de dominio sin ser propietaria del fondo.”

- **Sociedades gestoras de entidades de capital riesgo (SGECR)**

Art. 4.1: “Las sociedades gestoras de entidades de capital riesgo son sociedades anónimas cuyo objeto social principal es la administración y gestión de fondos de capital riesgo y de activos de sociedades de capital riesgo. Como actividad complementaria podrán realizar tareas de asesoramiento a las empresas no financieras de naturaleza no inmobiliaria que, en el momento de la toma de participación, no coticen en el primer mercado de bolsas de valores o en cualquier otro mercado regulado equivalente de la Unión Europea o del resto de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).”

### **Business angels**

El concepto de *business angels* (BA) nació en Silicon Valley en los años noventa, en la primera fase para financiar proyectos de telecomunicaciones e Internet principalmente.

En la actualidad son una de las principales fuentes de financiación privada de las EBT con inversiones por lo general inferiores a 100.000€ y en sectores de actividad que ya conocen.

Los BA son personas que poseen grandes patrimonios y que pretenden aportar a sus proyectos algo más que recursos financieros, aportando capacidad de gestión y en muchos casos experiencia empresarial y conocimientos dentro del sector de actividad de la compañía.

Por último los distintos agentes inversores, en origen informales han ido desarrollándose y agrupándose en estructuras cada vez más formales y profesionalizadas. Así en España existe la **Red Española de Business Angels, ESBAN**, que actúa como red de redes en nuestro país y ésta, a su vez, pertenece a la red europea EBAN, (European Business Angels Network). En EBAN se agrupan 45 redes, representando a más de 20 países, en España tenemos cinco redes asociadas BANC, XIP, BANG, UNIBAN y BANM, localizadas en Cataluña, Galicia y Madrid.

Completarían esta lista de financiadores las clásicas FFF (*fools, friends and family*) y la financiación bancaria convencional que resulta más bien anecdótica en este tipo de empresas debido al elevado nivel de riesgo que conllevan.

Tanto el capital riesgo tecnológico como los BA, están funcionando como impulsores de las EBT, colaborando a su vez en el cambio de modelo estructural de la economía de numerosas regiones, ayudando a la retención de capital intelectual y creando empleos de alta cualificación que contribuyen a la generación de riqueza económica y social de la región en la que se sitúan.

# Determinantes de la transferencia de tecnología

José Polo-Otero, Fundación CYD

## 1. Introducción

Tradicionalmente, las universidades se han dedicado a la formación académica y la investigación, sin embargo, en las últimas décadas, el papel de las universidades como mecanismo de transferencia de tecnología (TT) y conocimiento a la sociedad ha ganado fuerza, hasta llegar a ser conocido como la tercera misión de las universidades. Esta tercera misión se crea y se fortalece con el surgimiento de los modelos triple hélice de interacción entre la industria, el sector público y la universidad (Etzkowitz y Leydesdorff, 1997; Etzkowitz, 1998; Etzkowitz *et al.*, 2000).

Los mecanismos de TT se pueden clasificar en cuatro grupos. El primero hace referencia a la propiedad intelectual, en este grupo se encuentran indicadores como las comunicaciones de invención, las solicitudes de patentes y los acuerdos de confidencialidad que protegen el *know-how* de la universidad. En el segundo grupo se encuentran las licencias y opciones, tales como los permisos para que una empresa pueda usar y explotar tecnologías creadas por las universidades, ya sean basadas en patentes, en bases de datos o en *know-how*. El tercer grupo está constituido por los contratos de I+D y la colaboración entre empresas y universidades, dentro de este grupo se encuentran los contratos de apoyo técnico realizados por las universidades y los contratos de I+D que impulsan la cooperación entre empresas y universidades. Por último, el cuarto grupo hace referencia a la creación de empresas desde las universidades, ya sean basadas en el conocimiento generado por la universidad (*spin-off*) o las empresas formadas por emprendedores universitarios, aunque

estas no estén basadas en el conocimiento creado por las universidades (*start-ups*).

El objetivo de este estudio es realizar una aproximación empírica de los determinantes de la transferencia de tecnología. Con este fin, hemos utilizado, por una parte la capacidad de las oficinas de transferencia de tecnología (OTT) para transferir la tecnología producida por las universidades, y por otra, la capacidad de las universidades para producir bienes y servicios tecnológicos. El análisis se basa en los datos de la Encuesta de la RedOTRI de Universidades en el periodo 2004-2008.

## 2. Análisis de los determinantes de la transferencia de tecnología

Numerosas aportaciones científicas (Link *et al.*, 2007; Siegel *et al.*, 2008; Thursby y Thursby, 2007 y Landry *et al.*, 2007) concuerdan en que la transferencia de tecnología es un proceso que depende tanto de la capacidad de las universidades para producir bienes y servicios tecnológicos, como de los instrumentos y herramientas que tengan las universidades para transferir este *stock* de conocimiento. La capacidad de producción de nuevas tecnologías en las universidades depende del número de profesores e investigadores a tiempo completo, del gasto total en actividades de I+D y de la infraestructura física disponible en las universidades. Por otra parte, la capacidad de transferencia de tecnología depende del conjunto de herramientas de que dispongan las universidades para transferir la tecnología producida, específicamente, el trabajo de Jain y George (2007) pone en manifiesto la importancia de las OTT para la TT. La capacidad de trans-

ferencia de tecnología por parte de las OTT se aproxima a través de su tamaño tanto en personal como en presupuesto y de la relación legal entre la OTT y la universidad.

En este estudio se aproxima la TT mediante cinco indicadores: (1) el número de comunicaciones de invención, (2) el número de solicitudes de patentes prioritarias<sup>1</sup>, (3) el número de acuerdos de licencias, (4) el número de contratos de I+D y (5) el número de *spin-offs* creadas. Estos cinco indicadores se analizarán individualmente en función de la capacidad de las universidades para producir tecnología y de la capacidad de las OTT para transferir la tecnología producida.

De acuerdo con los datos de la encuesta de la RedOTRI de Universidades el número de comunicaciones de invención producido por las universidades españolas ha presentado un comportamiento creciente en el periodo 2004-2008. El promedio de comunicaciones pasó de 7.05 en el 2004 a 15.88 en el 2008, siendo este el indicador de TT que mostró un crecimiento más dinámico en el periodo analizado. Del mismo modo, el número de solicitudes de patentes prioritarias por universidad mostró un incremento sostenido durante este periodo, pasando de 5,49 solicitudes por universidad a 8,64 solicitudes en el 2008. Otros indicadores como el número de acuerdos de licencia, el total de contratos de I+D y la creación de *spin-offs* no tuvieron una tendencia claramente definida en el periodo de análisis (cuadro 1).

Con el fin de estimar los determinantes de la TT se han analizado cada una de los indicadores antes mencionadas en función de dos grupos de variables. Por una parte se tuvieron en cuenta variables referentes a las OTTs, dentro

Cuadro 1. Evolución de los indicadores de transferencia de tecnología en el periodo 2004-2008

	Comunicaciones de invención	Solicitudes de patentes	Acuerdos de licencia	Contratos de I+D	Spin-offs
2004	7,05	5,49	2,49	106,39	1,14
2005	7,56	5,70	1,82	97,56	1,22
2006	10,71	6,59	3,20	108,69	2,35
2007	11,49	7,20	3,18	163,28	1,9
2008	15,88	8,64	2,86	159,25	1,55

Fuente: RedOTRI de Universidades. Periodo 2004-2008

1. Las solicitudes de patentes prioritarias son la primera solicitud de protección por una patente de una invención de la cual se deriva una fecha de prioridad en todos los casos de patentes relacionados.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos

	Obs.	Promedio	Desv. est.	Mín.	Máx.
<b>Indicadores de transferencia de tecnología</b>					
Comunicaciones de invención	272	11,27	13,26	0	71
Solicitudes de patentes	272	7,22	8,21	0	46
Acuerdos de licencias	272	2,91	6,77	0	72
Contratos de I+D	272	107,05	202,53	0	1.486
<i>Spin-offs</i>	272	1,76	3,25	0	22
<b>Oficinas de transferencia de tecnología</b>					
Personal en EJC	272	13,33	11,61	1	66
Presupuesto de la OTRI(a)	253	650,15	951,24	10,51	6.678,88
Gasto de la OTRI por empleado	253	52,03	66,57	0,68	743,75
<b>Personal dedicado a</b>					
Invencciones	272	0,86	1,37	0	7
Patentes	272	0,56	0,55	0	4
Acuerdos de licencias	272	1,57	1,50	0	13
Contratos de I+D	272	1,68	1,61	0	8,5
<i>Spin-offs</i>	272	0,69	0,73	0	3
<b>Regulación específica sobre</b>					
Invencciones	272	0,90	0,29	0	1
Patentes	272	0,49	0,50	0	1
Contratos art. 83 LOU	272	0,88	0,31	0	1
Creación de EBT	272	0,56	0,49	0	1
Edad de la OTRI	262	14,15	5,72	1	29
Unidad interna	272	0,81	0,38	0	1
<b>Universidad</b>					
Personal docente investigador (EJC)	225	1.999,24	1.261,37	403	6671
% de PDI con PhD	224	0,62	0,24	0,19	0,89
Gasto universitario por PDI(a)	224	63,32	8.877,62	43,14	110,54
Universidad politécnica	272	0,07	0,26	0	1

(a) miles de euros.

Fuente: RedOTRI de Universidades. Periodo 2004-2008

de estas encontramos el número de empleados dedicados específicamente a cada mecanismo de transferencia de tecnología, el presupuesto total, la edad, la existencia de regulaciones específicas sobre cada mecanismo de TT y la relación legal entre la OTT y la universidad. Por otra parte, se utilizaron variables referentes a las universidades, tales como, el tipo de universidad (generalista o politécnica), el total de personal docente investigador en equivalencia a jornada completa (PDI en EJC), el gasto en I+D universitario por PDI, el porcentaje del PDI que tiene título de doctor y el volumen de publicaciones científicas por PDI. Además de las variables antes mencionadas se hemos utilizado variables regionales y temporales para controlar efectos inherentes al

territorio y tendencias estacionales. En el cuadro 2 se presentan los estadísticos descriptivos de los datos utilizados.

Dado que las variables que hemos utilizado como indicadores de TT son variables contables, cuya máxima frecuencia se encuentra en valores cercanos a cero, y disminuye a medida que se aumenta el valor de cada variable, hemos utilizado un modelo de Poisson para estimar los determinantes de la TT. En el cuadro 3 se presentan los efectos marginales derivados de la estimación de los distintos modelos.

Los resultados muestran que existe una relación positiva entre el volumen de personal de las OTT y la TT. Este

efecto se presenta en cuatro de los cinco mecanismos de TT analizados, siendo más importante en el caso de los contratos de I+D, donde un aumento del 1% del personal dedicado a estas actividades incrementa el número de contratos de I+D en un 6.86%. Del mismo modo, al aumentar el presupuesto en las OTT se incrementa la TT. Este efecto es estadísticamente significativo en el caso de las solicitudes de patentes, en el número de acuerdos de licencia y en el número de contratos de I+D, aunque su impacto sobre la TT es cercano a cero.

La experiencia de las OTT es un factor determinante de la TT, excepto en el número de acuerdos de licencia. Este

Cuadro 3, Determinantes de la transferencia de tecnología<sup>(a)</sup>

	Comunicaciones de invención	Solicitudes de patentes	Acuerdos de licencia	Contratos de I+D	Spin-offs
<b>Oficina de transferencia de tecnología</b>					
Personal específico a cada mecanismo de TT	0,27*	0,68**	0,18**	6,86***	
Presupuesto de la OTT	0,001**		0,001**	0,009***	
Edad	0,36***	0,26***		7,36***	0,06**
Regulación específica para cada variable de TT	4,27***	-2,28***			0,86***
Unidad interna			-1,55***	-1,99***	-0,58**
<b>Universidad</b>					
Universidad politécnica	4,72***	11,60***	0,96***	0,96***	2,44***
PDI en EJC	0,002***	0,001***	0,002***	0,002***	
Gasto total por PDI	7,46·10 <sup>-05</sup> ***	1,26·10 <sup>-05</sup> **		2,36·10 <sup>-06</sup> **	
% del PDI con PhD	33,86***	15,44**	4,94***	1,31**	6,04***
ISI por PDI				0,71***	

**Nota:** (\*), (\*\*), (\*\*\*) significa que el coeficiente es estadísticamente significativo al 90%, 95% y 99%, respectivamente. (a) Se han utilizado variables regionales y temporales para controlar por efectos inherentes al territorio y por tendencias temporales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la RedOTRI de Universidades. Periodo 2004-2008

resultado indica que a medida que las oficinas de transferencia de tecnología se posicionan en el mercado aumenta su capacidad de transferir tecnología.

La relación legal entre las OTT y las universidades es otro factor que explica la TT. De acuerdo con los resultados se observa que en los casos que la OTT depende directamente de la universidad el nivel de TT es menor que en los casos en que la OTT tiene carácter autónomo y ánimo de lucro. Este resultado implica que se deben dar los incentivos adecuados para que se mejore el flujo de tecnología desde las universidades hacia la sociedad.

En cuanto a la existencia de regulaciones expresas sobre los distintos mecanismos de TT se encuentran resultados contrapuestos. Estas regulaciones tienen un efecto positivo sobre el número de comunicaciones de invención y la creación de *spin-offs*, mientras que en el caso de las solicitudes de patentes se observa una relación negativa. Este resultado no debe ser interpretado directamente, ya que las distintas regulaciones varían entre las universidades y las OTTS, y por tanto no es posible extraer alguna relación sobre este aspecto, además, dado que no se conoce la fecha en la cual se establecieron estas regulaciones no se puede estimar el efecto de éstas sobre la TT.

En cuanto a las variables universitarias se encuentra que las universidades politécnicas son las que tienen una estructura más eficiente para transferir tecnología, esto se debe a que este tipo de universidades están más orientadas hacia la producción de bienes y servicios tecnológicos tangibles, los cuales suelen ser más fácilmente transferidos a la sociedad.

Por otra parte, se observa una relación positiva entre el tamaño de la universidad, ya sea a través del total de PDI o del gasto por PDI, y la TT. Esto se debe a que al aumentar los recursos universitarios en términos de capital humano y presupuesto, aumenta la capacidad de las universidades para producir tecnología y por ende, para transferir ésta. Este resultado se hace más importante si se controla por la calidad de los recursos utilizados para producir bienes y servicios tecnológicos. El porcentaje de PDI que tiene título de doctor juega un papel fundamental al momento de explicar la TT. Al incrementar en un 1% el porcentaje de PDI con título de doctor se incrementan el número de comunicaciones de invención en un 33,8%, el número de solicitudes de patentes en un 15,4%, el número de acuerdos de licencia en un 4,9%, los contratos de I+D en un 1,3% y la creación de *spin-offs* aumenta en un 6%.

#### 4. Conclusiones

En este estudio se analizan la transferencia de tecnología en función de la capacidad de las OTT para transferir la tecnología y de la capacidad de las universidades para producir bienes y servicios tecnológicos.

Una de las principales conclusiones que se pueden extraer de este estudio es que al aumentar los recursos de las OTT y de las universidades se incrementa la TT. Por otra parte, los resultados muestran que se pueden establecer políticas de incentivos en la relación legal entre las OTT y las universidades, los cuales conduzcan a un incremento en el nivel de TT.

De acuerdo con los resultados se observa que la transferencia de tecnología está estrechamente ligada con la capacidad de las universidades para producir conociemien-

to. Esta capacidad se puede aproximar por el porcentaje de profesores que tienen el título de doctor, y los resultados muestran que incrementos marginales en este porcentaje conducen a una mejora significativa en la TT.

#### 5. Bibliografía

- Etzkowitz, H. (1998). "The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university-industry linkages". *Research Policy*.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorf, L. (1997). *Universities in the global knowledge economy: a triple helix of academic-industry-government relations*. Cassell.
- Jain, J., y George, G. (2007). "Technology transfer offices as institutional entrepreneurs: the case of Wisconsin Alumni Research Foundation and human embryonic stem cells". *Industrial and Corporate Change*.
- Landry, R., Amara, N., y Ouimet, M. (2007). "Determinants of knowledge transfer: evidence from canadian university researchers in natural science and engineering". *Journal of Technology Transfer*.
- Link, A., Siegel, D., y Bozeman, B. (2007). "An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer". *Industrial and Corporate Change*.
- Siegel, D., Wright, M., Chapple, W. y Lockett A. (2008). "Assessing the relative performance of university technology transfer in the US and UK: A stochastic distance function approach". *Economics of Innovation and New Technology*.
- Thursby, J., y Thursby, M. (2007). "University licensing". *Oxford Review of Economic Policy*.

# Reflexión sobre ejemplos exitosos de licencias de patentes

**José Luis de Miguel, Vicepresidente Adjunto de Transferencia de Conocimiento, CSIC**

Según el diccionario de la Real Academia Española, reflexionar significa “considerar nueva o detenidamente algo”. No demos nada por sentado y pensemos. Según esta misma autoridad, éxito, del latín “exitus”, o salida, significa en su primera acepción, “resultado feliz de un negocio, actuación, etc.”.

Veamos. Este primer “negocio” comienza cuando una joven investigadora regresa a España, tras una estancia en los Estados Unidos, y reflexiona sobre su actividad futura. En un ejercicio de realismo –que como se verá fue realmente productivo–, decide que ha de investigar en un ámbito nuevo, en el que no haya excesiva competencia externa, y que sólo precise de una instrumentación asequible. El tema que elige es un tipo de virus bacteriano, o bacteriófago, el bacteriófago phi29 que infecta a *Bacillus subtilis*.

Los virus son moléculas de ADN o ARN rodeadas por una envoltura proteica que necesitan células viables para poder replicarse. Utilizan la maquinaria metabólica de las células para sintetizar su material genético y las proteínas de la envoltura.

En el caso del bacteriófago phi29, esta maquinaria metabólica comprende una enzima, la ADN polimerasa de phi29, sobre la que la profesora Margarita Salas, la investigadora a la que aludía anteriormente, centra una parte esencial de su investigación en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM). Junto con Luis Blanco, publica en 1984 la caracterización y la purificación de la polimerasa en una revista de alto impacto científico. Entre 1985 y 1989, continúan publicando resultados que muestran que la ADN polimerasa de phi29, a diferencia de otras ADN polimerasas, es procesiva (incorpora más de 70.000 nucleótidos en un solo proceso de unión al ADN), tiene capacidad de desplazamiento de banda y además posee una alta fidelidad.

Estas propiedades tan singulares llaman la atención de la comunidad científica. En particular, las de un colaborador norteamericano del grupo, a la sazón asesor de una compañía también norteamericana, que advierte a ésta sobre la potencial aplicabilidad de los resultados y establece la relación entre ambas partes. Los responsables de United States Biochemical Corporation (USB) proponen a los investigadores que protejan los resultados mediante patente<sup>1</sup> y negociar con la institución un contrato de licencia en exclusiva.

De este modo, en 1989 y con la ayuda de USB, se realiza la primera patente de la ADN polimerasa de phi29, siendo el Consejo Superior de Investigaciones Científicas su propietario y los doctores Luis Blanco, Antonio Bernad y Margarita Salas sus inventores.

El grupo continua la investigación en la ADN polimerasa y en 1995 produce una nueva patente que contiene mejoras en su producción, que también procede a publicar. Posteriormente, la empresa Amersham Biosciences se convierte en propietaria de USB, por lo que la licencia de explotación de la ADN polimerasa de phi29 pasa a pertenecer a dicha empresa. En noviembre de 2001, Amersham Biosciences comienza la comercialización de un *kit* de amplificación de ADN circular con oligonucleótidos iniciadores múltiples de secuencia al azar, que da lugar a amplificación isotérmica de 10<sup>4</sup>-10<sup>6</sup> veces mediante desplazamiento de cadena [Templiphi™ ([www.templiphi.com](http://www.templiphi.com))]. Dos años después, en 2003, la empresa comercializa un *kit* de amplificación de ADN genómico lineal [Genomiphi™ ([www.genomiphi.com](http://www.genomiphi.com))]. En ambos casos, se obtienen productos de amplificación de alta calidad que pueden ser digeridos o secuenciados directamente sin pasos de purificación adicionales. Posteriormente, la licencia de explotación pasó a la empresa General Electric Healthcare.

Desde 2001, se han vendido más de 75.000 *kits* para la amplificación de ADN basados en estas patentes. Los *kits* se usan en todo el mundo para investigación y en análisis genéticos y forenses. Además, el método es utilizado por empresas competidoras mediante un acuerdo de licencia cruzada. Las patentes de la ADN polimerasa de phi29 han producido unas regalías para el CSIC de unos 6,63 millones de euros hasta la fecha.

Permítaseme ahora alguna reflexión sobre este caso exitoso. Sin duda, es producto de la actividad científica básica. Como reconoce la investigadora, cuando decide comenzar a investigar en este tema, en ningún caso consideró que los resultados de su investigación pudieran tener aplicaciones industriales. Se trata de investigación de la más alta calidad, como lo acreditan el impacto científico de las publicaciones y el prestigio de la profesora Salas y de su grupo a nivel mundial.

En su transferencia, las relaciones personales y profesionales del grupo juegan un papel esencial. También, la presencia de investigadores en los consejos de las empresas. La transferencia, considerada como el proceso que lleva el resultado de investigación al mercado, lleva tiempo. Las primeras

publicaciones son del año 1984 y el producto no se comercializa hasta el 2001; es más, se podría decir que cuando se realiza la solicitud de patente, aún no existía un mercado.

No se trata de patentar los resultados y ponerse a investigar en otro tema. A lo largo de todos estos años, el grupo de investigación ha continuado investigando en este tema y produciendo mejoras que se incorporan al producto; la relación entre los investigadores y sus interlocutores industriales se ha mantenido en el tiempo, lo que ha repercutido en sus investigaciones, y ello a pesar de los cambios en la propiedad de la empresa.

Aunque a nivel presupuestario de la institución las regalías obtenidas tienen sólo un pequeño impacto, a nivel de grupo ese impacto es más grande (aproximadamente un tercio de las regalías retornan al grupo para aplicarlas en su investigación); además, se puede afirmar que la experiencia adquirida por el grupo ha hecho a sus miembros, así como a los investigadores más jóvenes que se forman con ellos y a su entorno más inmediato, más receptivos hacia la transferencia de sus resultados. De hecho, a fecha de hoy, todos los titulares de las patentes forman parte de iniciativas empresariales, alguna de ellas con un amplio desarrollo.

Desde el punto de vista de su impacto, no es arriesgado decir que los *kits* comercializados han tenido un fuerte impacto en la evolución de la investigación biotecnológica en todo el mundo. Raro es el laboratorio del ámbito de la biotecnología y biomedicina, industrial o público, que no utiliza los *kits* basados en las patentes del CSIC. Además, se utilizan rutinariamente en los análisis forenses que involucran análisis de ADN, como estamos acostumbrados a ver en los telefilmes tipo CSI y similares que están tan de moda, con el impacto social que ello conlleva.

Pasemos ahora a un segundo “negocio”, de características muy diferentes al anterior, como se verá. En este caso, todo empieza cuando un empresario ve que el futuro de su negocio peligra. Angulas de Aguinaga se crea en el año 1974 cuando varias empresas familiares con larga tradición en la pesca y comercialización de la angula decidieron unir sus esfuerzos y crear la mayor empresa del sector. Sin embargo, a principio de los años 80, la captura de la angula empezó a caer drásticamente, de forma que la compañía sólo consigue comercializar un 10% del volumen habitual.

Ante un problema de tal magnitud, Angulas de Aguinaga tiene que buscar alternativas de negocio, decidiéndose por la creación de un sustituto natural de la angula. Es enton-

ces cuando entran en contacto con el grupo del Profesor Javier Borderías y de la Profesora Margarita Tejada, del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Carne y Productos Cárnicos y del Pescado y Productos de la Pesca del Instituto del Frío del CSIC. El grupo de Javier Borderías realiza investigación científica y tecnológica en una línea que comprende la valorización del pescado picado y estudios sobre surimi y sus productos derivados. Se trata de aprovechar subproductos de músculo de pescado procedentes del fileteado de especies valoradas o bien músculo entero de especies infravaloradas (pescado, crustáceo y moluscos), y se orienta tanto a la elaboración como a su conservación, y a la fabricación de productos reestructurados con y sin gelificación, entre otros aspectos. Tras numerosas conversaciones entre el grupo investigador y los gestores y propietarios de la compañía, se fijaron los conceptos de desarrollo, que posteriormente se plasmarían en un contrato de investigación y desarrollo. Se decidió desarrollar un producto basado en surimi que simulara el aspecto, color y textura y sensaciones de la angula (un sucedáneo de la angula). Tras la realización de pruebas de laboratorio, pruebas de vida útil y pruebas del consumidor utilizando *partners* amigos y después de haber sido desarrollada la maquinaria por una empresa japonesa, en 1991 se produce el lanzamiento de La Gula del Norte y Angulas de Aguinaga abandona la pesca y comercialización de la angula. El producto se protege por dos patentes propiedad de la empresa, una de producto y otra de proceso de fabricación, además de otras patentes asociadas relativas a la maquinaria.

Del carácter exitoso de este proceso de transferencia de conocimiento da fe la previsión de 90 millones de euros de facturación para el año 2009, o la existencia de dos plantas industriales, que dan trabajo directo a más de 245 empleados. Pero toma aún una mayor dimensión si se tiene en cuenta que la que ahora sería una zona deprimida ante la desaparición de su fuente tradicional de sustento, la pesca de la angula, se ha convertido en un paradigma de la innovación, con una empresa que dispone de un departamento de I+D con cuatro técnicos, en la que más del 30% de sus productos son innovadores (tienen menos de dos años en el mercado), que colabora habitualmente con el CSIC, y que participó en el proyecto Seafood del 6º Programa Marco de la Unión Europea junto con el Instituto del Frío.

Para el grupo de investigación, este éxito, además del prestigio profesional, también ha supuesto poder mantener una relación con la empresa a lo largo de estos años, plasmada en otros proyectos de investigación, así como ofrecer a los jóvenes investigadores que se forman en su seno la posibilidad de desarrollar su actividad profesional en laboratorios industriales.

Y finalizamos con un tercer “negocio”; uno que tiene mucho que ver con la tenacidad de dos investigadores, que no se resignan a que el fruto de su investigación no se convierta

en un producto y llegue al mercado, y de todos los que les están acompañando en su aventura, y de cómo este empeño produce efectos difícilmente previsibles en un principio.

Comencemos explicando brevemente que es la lactosa, en qué consiste y qué síntomas presentan aquellas personas que tienen intolerancia a la lactosa, y cuáles son los métodos actuales más habituales para su diagnóstico. La lactosa es el azúcar que se encuentra de forma natural en la leche. Para digerirla, el organismo precisa de un enzima presente en la mucosa del intestino delgado, la lactasa intestinal, que transforma la lactosa en dos unidades más pequeñas, galactosa y glucosa, las cuales son absorbidas al torrente circulatorio. La deficiencia de la lactasa intestinal reduce la capacidad para digerir la lactosa, presentándose entonces los síntomas de intolerancia a este compuesto. Los síntomas más frecuentes son: flatulencia, dolor abdominal, diarrea, distensión abdominal y náuseas. Su prevalencia a nivel mundial es variable, dependiendo principalmente del grupo étnico al que pertenece el individuo, siendo muy frecuente en poblaciones de color, asiáticas y oriundas de América. En España se estima que la prevalencia de la hipolactasia en adultos oscila entre el 19 y 28% de la población. Se calcula que alrededor del 38% de la población occidental y del 65% de la población mundial es deficiente en lactasa.

Este “negocio” comienza a finales de los años 80, cuando un profesor de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el Dr. Juan José Aragón, y un grupo de químicos del Instituto de Química Orgánica del CSIC, entre ellos el Dr. Alfonso Fernández-Mayoralas, sienten la inquietud de desarrollar un método de diagnóstico de la intolerancia a la lactosa que sea a la vez fiable, sencillo y poco traumático para el paciente. Fruto de esta colaboración surge la idea de sintetizar una molécula tan “parecida a la lactosa”, que sea capaz de “engañar” a la enzima lactasa, de forma que actúe sobre ella, produciendo una nueva molécula que se puede detectar en la orina o en la sangre.

En 1990, fruto de la investigación sobre este tema llevada a cabo con fondos públicos, fundamentalmente del Plan Nacional, se presenta una solicitud de patente con un procedimiento de obtención de una “xilosa utilizable para la evaluación diagnóstica de la lactasa intestinal”, a nombre de la UAM y del CSIC.

La prueba de concepto ya está realizada; pero sólo supone el comienzo de un largo camino para que el método pueda ser llevado al mercado. Para empezar, hay que demostrar que se puede sintetizar la nueva molécula de manera económicamente (y medio-ambientalmente) eficiente, de forma que se pueda abordar su producción industrial. La molécula ha sido sintetizada químicamente, necesiéndose siete etapas de reacción y con sólo un 9% de rendimiento. Los siguientes cinco años de actividad se dedican a investigar un método alternativo de síntesis. En 1995 se solicita la protección

mediante patente de un procedimiento de síntesis enzimática que permite obtener la xilosa en sólo una etapa y con un rendimiento del 45%.

Demostrada la viabilidad industrial de la producción de la molécula, es hora de abordar el desarrollo del producto como medicamento. Se trata de un proceso largo y costoso, sometido al control del regulador, que exige conocimientos distintos a los habituales en los laboratorios de investigación pública. Comienza con una fase denominada pre-clínica, en la que se llevan a cabo estudios en laboratorio y en animales con el objetivo principal de mostrar la seguridad y la actividad biológica de la molécula. En función de los resultados obtenidos, el regulador, la Agencia Española del Medicamento, concede una autorización inicial, que permite abordar las tres fases clínicas, previas para conseguir la autorización que permite llevar el medicamento al mercado. Durante estas tres fases, se habrá determinado la seguridad en un conjunto de entre 20 y 80 voluntarios sanos (fase I), se habrá evaluado la eficacia y los efectos secundarios a corto plazo y las dosis adecuadas en un conjunto de entre 50 y 300 voluntarios enfermos, y finalmente se habrán realizado estudios de eficiencia y comparación con los fármacos aprobados hasta el momento en una muestra de entre 100 y 1000 voluntarios enfermos. A veces, también se deben realizar ensayos post-clínicos como condición para la aprobación. Como resulta evidente, un proceso que sólo lo pueda hacer una empresa. Se trata por tanto ahora de encontrar una empresa interesada en el potencial producto y dispuesta a afrontar todo este proceso. El reloj, además, ya está puesto en marcha, pues el plazo de protección de la tecnología mediante las patentes –veinte años– comenzó con su solicitud, y además hay que comenzar a afrontar los pagos por su mantenimiento.

En 1996, se firma un contrato de licencia de explotación con una compañía farmacéutica nacional. Se abren así las primeras expectativas de poder llevar el método al mercado. Se decide extender las patentes a todo el mundo y se llevan a cabo estudios pre-clínicos para determinar la toxicidad en animales. Se firman también contratos de investigación entre la empresa y el grupo de investigación para mejorar la síntesis enzimática. Sin embargo, en el año 2000 la compañía modifica su estrategia y decide no seguir adelante con el desarrollo del producto.

A pesar de ello, el convencimiento de los investigadores sobre la bondad del proyecto y su compromiso con él, llevan a ambas instituciones a decidir continuar con el mantenimiento de las patentes, negociar con la compañía la entrega de los resultados de investigación y de los estudios pre-clínicos, y buscar otra licenciataria. Comienza así una larga travesía del desierto que se extiende hasta el año 2003. Se viaja a ferias y encuentros de empresas biotecnológicas y del sector farmacéutico, se contacta con empresas nacionales y con empresas multinacionales con delegación en

España. Una de éstas se interesa inicialmente por el tema y elabora un estudio de mercado y un primer plan de negocio. Finalmente, decide no emprender el proyecto, pero aporta a las instituciones los resultados de su análisis.

Llegados a este punto, surgen entre las instituciones y el grupo de investigadores la idea de que la manera de llevar los resultados al mercado pasa por la creación de una nueva empresa (*spin-off*): comienza la búsqueda de posibles socios. En ese proceso resulta de gran utilidad todo el trabajo realizado hasta la fecha, en particular, el estudio de mercado y el plan de negocio, las patentes concedidas y, sobre todo, el compromiso de los investigadores y las instituciones, como a esas alturas estaba sobradamente probado. Finalmente, en el año 2003, se constituye Lactest S.L., contando como socios fundadores a los dos investigadores antes mencionados, la sociedad de capital riesgo (SRC) Cross Road Biotech S.L., y la Fundación General UAM. Se decide que el CSIC no participe en el capital social habida cuenta de los trámites necesarios para ello, que involucra la aprobación de otros departamentos ministeriales y del mismo Consejo de Ministros, y la falta de experiencia previa, lo que retrasaría el proyecto empresarial hasta el punto de poder hacerlo inviable.

En el periodo transcurrido desde entonces (2003-2009), Lactest ha llevado a cabo el desarrollo del producto. En 2005, consiguió la calificación de la molécula como “producto en fase de investigación clínica” (PEI) –paso necesario en todos los ensayos clínicos con medicamentos de terapias avanzadas–, y entre 2005 y 2007 se efectuaron los ensayos clínicos de la fase I. En el año 2006, fue preciso realizar una ampliación de capital, que conllevó la incorporación de otros socios inversores.

Uno de los requisitos para conseguir la aprobación del órgano regulador es demostrar que se es capaz de producir el medicamento en cantidades tales que se asegure el suministro y con un determinado nivel de calidad. Por ello, hubo que abordar el escalado industrial de la síntesis enzimática. Este tipo de síntesis es complicado y son pocas las empresas que tienen capacidad tecnológica e industrial para abordarlo. Tras una búsqueda intensa, se localizó una empresa que podría estar interesada en afrontar este nuevo reto; un gran reto si se tiene en cuenta que no dispone de experiencia previa en síntesis enzimática. Es más, los propietarios de la empresa deciden unirse al proyecto empresarial Lactest y pasar a formar parte del capital social de esta empresa. En 2007, se finaliza el escalado industrial, lo que incluye la descripción del proceso de fabricación, las especificaciones del producto, estudios de estabilidad, y la validación de los métodos analíticos (producto e impurezas). Desde entonces y hasta el año 2009, Lactest continúa con la realización de las fases clínicas II y III y en la actualidad está sometiendo su expediente a la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), que es

quien tiene que aprobar la puesta en el mercado de la nueva prueba diagnóstica.

¿Podemos hablar ya de éxito? Sin duda se trata ya de un éxito personal de los investigadores, que con su persistencia y su compromiso han sido capaces de llevar el producto de su investigación hasta este punto. El nuevo *kit* de detección de la intolerancia a la lactosa presenta muchas ventajas frente a los métodos actuales. Es de una alta fiabilidad y sensibilidad, no produce molestias en el paciente por las reducidas dosis del disacárido, no presenta interferencia por la antibioterapia, y se trata de una tecnología simple y barata que sólo precisa de un equipamiento disponible de rutina en cualquier laboratorio clínico. Pero aún ha de pasar la aprobación de la AEMPS y de encontrar su hueco en el mercado. En cualquier caso, el haber sido capaces de llevar un proyecto de esta naturaleza adelante, afrontando sin desmayo todos los retos que se han ido presentando supone, en un entorno como el español, más propicio a otro tipo de aventuras empresariales, se puede considerar ya un éxito del grupo empresarial y del grupo inversor. Sin duda, ellos no lo considerarán así si no se produce el deseado retorno económico, pero visto desde fuera, creo que ya se puede considerar un éxito. Uno del que el país está necesitado, pues muestra que la senda de la nueva economía, de la que políticos y expertos se hacen tanto eco, es transitable, no exenta de dificultades, y que da los frutos anunciados y esperados.

Sin embargo, la elección de este tercer ejemplo de “negocio”, y su pormenorizada descripción, obedece a que sí se trata de un caso “consumado” de éxito, no necesitado de la retórica, totalmente sentida por quien esto escribe, pero sujeta sin duda a la crítica de aquellos que sólo ven en los resultados tangibles –otra forma de decir, traducible a euro– la medida del éxito. Me refiero al impacto que el proyecto Lactest ha tenido ya sobre el socio industrial, la empresa que decidió entrar en el proyecto para realizar el escalado industrial de la síntesis enzimática. Esta empresa, que como se comentó no tenía experiencia en este tipo de síntesis, ha desarrollado con éxito esta tecnología, consiguiendo hoy en día un lugar en el mercado del que no disponía y un prestigio y una credibilidad que le han llevado a ser acreedora de proyectos europeos, de los reservados únicamente para las empresas más avanzadas. Una sociedad española radicada en la Región de Murcia que ha sido capaz de afrontar con éxito los retos tecnológicos y de continuar generando riqueza en su entorno.

Tres casos, tres “negocios”, de muy distinta naturaleza, pero que han encontrado una o varias “salidas felices”. Y es justo aquí donde quería llevar mi reflexión: en el negocio de la investigación y el desarrollo, la I+D, sea esta privada o público-privada, el impacto que se puede producir y produce es múltiple y con frecuencia surge de y en dónde menos se espera y de la forma también más inesperada. Los expertos en el estudio de la transferencia de conocimiento y de la

innovación hablan de la existencia de procesos no lineales. La innovación se considera como un conjunto de actividades relacionadas las unas con las otras y cuyos resultados son frecuentemente inciertos. A causa de esta incertidumbre no hay progresión lineal entre las actividades del proceso de innovación. Hablan también de la necesidad de que se incentiven las interacciones entre los actores y su relevancia, como mejor modo de fomentar la innovación.

Espero que todo lo anterior sirva para poner en evidencia con casos concretos algo en lo que creo profundamente: la importancia capital de la investigación científica para el desarrollo social, la creación y el mantenimiento del bienestar y, por supuesto, para la innovación; un mensaje que nunca dejaré de repetir, hasta que acabe calando en nuestro sector productivo.

No se trata de afirmar que la investigación científica sea obligatoriamente el primer elemento del polinomio de la innovación y, por tanto, de la competitividad de las empresas. El modelo lineal –primero investigar, luego desarrollar y después innovar–, se adapta, esencialmente, a los sectores industriales basados en la ciencia, como se muestra precedentemente en los casos de los sectores biotecnológico y farmacéutico. La investigación, aún ocupando un lugar relevante en los procesos de innovación de estos sectores, lo es menos en otros sectores, como en el alimentario, en dónde otros factores presentan, frecuentemente, un mayor protagonismo. Con todo, esta resituación del papel de la investigación en el proceso de la innovación no debe conducir a minusvalorarla. El caudal de conocimientos es el que determina el grado, el impacto, de la innovación, y a ese caudal se accede, principalmente, a través de la formación y la investigación.

Los “negocios” sobre los que se ha reflexionado son casos de éxito. Se han seleccionado para mostrar aspectos distintos de éxito en transferencia de conocimiento. Se puede decir que “son todos los que están, pero obviamente no están todos los que son”.

Antes de acabar me gustaría agradecer a algunos de los protagonistas de este artículo, los profesores Margarita Salas, Javier Borderías y Alfonso Fernández-Mayoralas del CSIC, y a Manuel Castellón y José Luis Martín de CrossRoad Biotech y Lactest, respectivamente, su deferencia al haber accedido a revisar sus casos, y sus comentarios. También, al profesor Ignacio Fernández de Lucio por la revisión crítica del artículo. Y por último, pero sin duda no en último lugar, a mi compañero Domingo Represa, responsable de Protección de Resultados de la VATC del CSIC, actor y memoria histórica de mucho de lo que aquí se ha contado, y continuo impulsor de la necesidad de difundir en la sociedad el impacto del trabajo de investigación.

# La investigación del CSIC a través de sus publicaciones científicas (Web of Science, 2000-2007)

**Borja González-Albo Manglano, IEDCYT-CCHS-CSIC**

En los últimos treinta años, la investigación en España ha pasado de ser un elemento secundario dentro de la agenda nacional, a ser gestionada con políticas científicas modernas y a incorporarse al escenario científico internacional (Fernández-Esquinas *et al.*, 2009), habiéndose desarrollado un verdadero sistema nacional de I+D. Dentro de este sistema, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), constituye el principal organismo público de investigación que, con implantación nacional y un carácter multidisciplinar –desarrolla su actividad en todos los campos del saber– y multisectorial –ya que su actividad abarca desde la investigación básica hasta los desarrollos tecnológicos más avanzados–, ha experimentado un importante desarrollo en este mismo lapso de tiempo. En primer lugar, las diferentes disposiciones legislativas de los años ochenta y noventa le confirieron las herramientas necesarias para constituirse en un elemento destacado del sistema español de I+D. Más recientemente, se ha impulsado una importante reforma con el objetivo de permitir una mayor flexibilidad en su gestión: desde 2007 es una Agencia Estatal adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación, cuyo objetivo es promover y realizar la investigación científica y técnica al servicio de la política científica y tecnológica del país, con objeto de impulsar y contribuir a su desarrollo económico, social y cultural.

Debido a la importancia de esta institución, el CSIC ha sido objeto de múltiples estudios que analizan sus resultados científicos y tecnológicos desde diferentes puntos de vista. Entre ellos podemos citar los estudios bibliométricos realizados anualmente por el grupo ACUTE<sup>1</sup> que analizan la producción científica de la institución a partir las bases de datos internacionales y españolas (véase el último publicado, Gómez *et al.*, 2009), el elaborado a partir de los National Science Indicators (NSI) (Bordons y González-Albo, 2008), así como diferentes artículos científicos que analizan aspectos concretos de la actividad investigadora del CSIC, como la colaboración científica (Filippo, D. de, Morillo, F., Fernández, T., 2008) o de su producción tecnológica a través de las patentes (Romero de Pablo, A. y Azagra Caro, J.M., 2009). Por otro lado, hay que mencionar las memorias elaboradas por el propio CSIC, que proporcionan datos estadísticos sobre instalaciones

científicas, recursos materiales, económicos y humanos, así como datos agregados sobre producción científica y tecnológica (véase como ejemplo CSIC, 2009).

## Aspectos metodológicos

La presente reseña sólo pretende mostrar una visión general de la actividad científica del CSIC a través de sus publicaciones en revistas incluidas en las bases de datos Science Citation Index, Social Science Citation Index, Arts & Humanities Citation Index del WoS, propiedad de Thomson-Reuters; así como de las bases de datos ISOC e ICYT, elaboradas por el CSIC y que vacían los documentos de las revistas españolas de Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencia y Tecnología, respectivamente, para aquellas áreas de orientación más local. Los resultados mostrados corresponden a un estudio reciente del periodo 2000-2007 (Gómez *et al.*, 2009).

La base de datos del WoS incluye la producción científica de las más importantes revistas del *mainstream* científico en la práctica totalidad de las disciplinas, seleccionadas con criterios de calidad, realizando un vaciado completo (*cover to cover*), e incluyendo todos los autores y centros firmantes, así como datos de citas, lo que permite analizar la colaboración científica y el impacto de los documentos en la comunidad científica internacional. Sin embargo, es necesario tener en cuenta el sesgo que presenta la base de datos hacia revistas anglosajonas, la investigación de carácter más básico, y aquella con una orientación internacional. La falta de normalización de los datos de centros y autores incluidos en sus registros hace necesaria una depuración de los mismos. En este sentido, el grupo ACUTE ha desarrollado un método de descarga, tratamiento y normalización semiautomática de los datos que permite la obtención de indicadores bibliométricos consistentes y altamente fiables.

Los principales aspectos analizados incluyen la cuantificación de la producción del CSIC por institutos, disciplinas y áreas a través del número de documentos (sistema de recuento “total”), la evaluación del impacto de los documentos a través del prestigio de las revistas de publicación (factor de impacto) y de su impacto sobre la comu-

nidad científica (citas recibidas), y los hábitos de colaboración local, nacional e internacional. En el estudio de las citas se ha considerado una ventana de citación variable, considerándose aquellas recibidas desde el momento de publicación de un documento hasta principios de 2008 (fecha de descarga). La actividad del CSIC se compara con la relativa al total del país para analizar su especialización temática, e identificar disciplinas y áreas de excelencia científica (mayor impacto que el promedio del país). Para el análisis temático, se utilizan las 10 grandes áreas en que se agrupan las disciplinas ISI según una clasificación propia del grupo ACUTE basada en la utilizada por el Current Contents.

## El CSIC a través de sus publicaciones

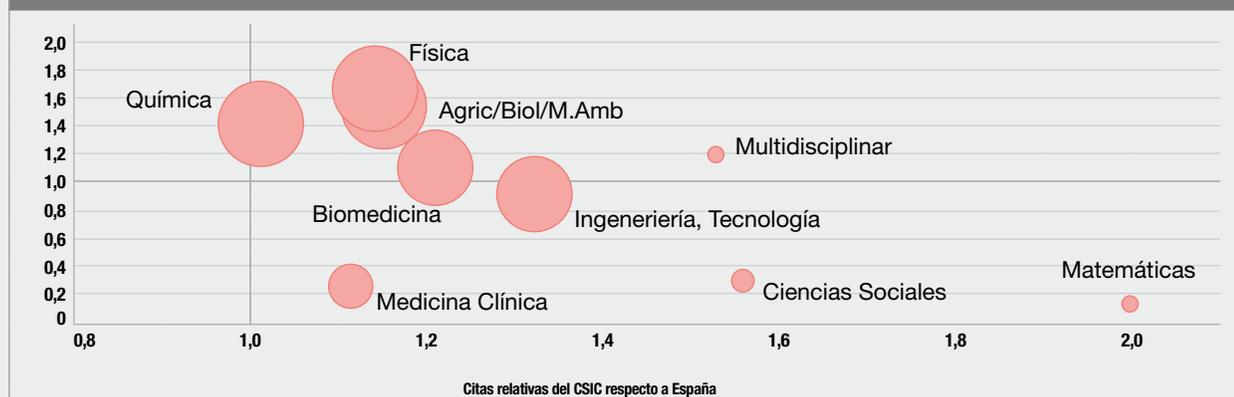
La producción científica del CSIC en revistas de difusión internacional representa el 19% de la producción nacional, el 1,7% de la producción europea (UE-27) y el 0,6% de la producción mundial (2003-2007), habiendo experimentado un incremento superior al observado para el total del país o de la Unión Europea desde la década de los ochenta hasta la actualidad. Así, el número de documentos publicados por el Consejo desde 1990 hasta 2006 se ha multiplicado por 4,4, mientras que el conjunto de la producción española lo ha hecho por 3,3. Igualmente el impacto medio del Consejo también ha aumentado en los últimos años, situándose, en la actualidad, por encima de la media española, europea y mundial.

El número de documentos del CSIC en revistas de difusión internacional asciende a 47.507 en el periodo 2000-2007 –la gran mayoría son artículos originales escritos en inglés, publicados en 3.377 revistas, 48 de las cuales son españolas–, lo que indica que el CSIC se sitúa en tercer lugar por número de documentos publicados, tras la universidad y el sector sanitario.

Si bien el CSIC tiene centros en toda España, la mayor concentración se encuentra en Madrid, Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valencia, lo que provoca que la producción científica muestre esta misma distribución. La mayor colaboración interregional se presenta entre centros de Madrid con los de Andalucía y Cataluña.

1. Grupo de Análisis Cuantitativo en Ciencia y Tecnología (ACUTE), del Instituto de Estudios Documentales en Ciencia y Tecnología (IEDCYT). Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), CSIC.

Gráfico 1. Especialización e impacto relativo del CSIC respecto a España



La colaboración es un signo distintivo de la investigación que se realiza dentro del Consejo, más del 73% de los documentos publicados entre 2000 y 2007 se realizan entre dos o más centros, y menos del 5% de los documentos están realizados por un único autor, aunque estos valores varían al analizar las diferentes áreas del CSIC. La colaboración internacional está presente en el 45% de los documentos, tasa diez puntos por encima de la correspondiente al total del país y que ha mostrado una tendencia ascendente en los últimos años. Se trabaja fundamentalmente con países de nuestro entorno geográfico –los documentos con países de la Unión Europea representan más del 66% del total de los realizados en colaboración internacional–, siendo también importante la colaboración con América del Norte –27% de los documentos en colaboración internacional–. Los países con los que se colabora de forma más habitual son los Estados Unidos, Francia, el Reino Unido, Alemania e Italia.

Atendiendo a la clasificación temática utilizada en la base de datos WoS que asigna a cada revista de publicación una o varias disciplinas agrupadas en 10 grandes áreas, el CSIC publica fundamentalmente en revistas de Física (28%), Agricultura/Biología/Medio Ambiente (26%), Biomedicina (24%), Química (23%) e Ingeniería/Tecnología (18%). Su producción es reducida en las restantes áreas: Medicina Clínica (5%), Ciencias Sociales, Humanidades y Multidisciplinar (1% cada una) y Matemáticas (menos del 1% de la producción total). En las 10 áreas, los investigadores del CSIC publican en promedio en revistas de similar o mejor factor de impacto y obtienen mayor número de citas que la media del país.

Al comparar la especialización temática del CSIC con la de España en las diez grandes áreas mencionadas, el Consejo muestra altas tasas de actividad relativa en Física, Agricultura/Biología/Medio Ambiente y Química; mientras que muestra muy bajas tasas de actividad relati-

va en Ciencias Sociales, Humanidades y Medicina Clínica. Sin embargo, el factor de impacto relativo y el indicador relativo de citas por artículo, indicadores que comparan la actividad CSIC frente a los de España, muestran los valores más altos en Matemáticas, Multidisciplinar y Ciencias Sociales. Este hecho indica que aunque la dedicación a estas disciplinas dentro del Consejo sea proporcionalmente inferior a la del conjunto de España, el CSIC publica en revistas más visibles para la comunidad investigadora y obtiene más citas que el conjunto de la producción científica nacional en dichas áreas (véase figura).

Destaca la actividad del CSIC en determinadas disciplinas en función de diversos criterios (sólo se mencionan disciplinas con más de 200 artículos):

- Las tres disciplinas con un mayor número de artículos son Bioquímica y Biología Molecular, Química Física, y Ciencia de Materiales/Multidisciplinar, que son también tres de las cuatro disciplinas de mayor producción en el conjunto de la producción española.
- El CSIC muestra alta actividad comparada con la dedicación nacional en Ciencia de Materiales/Cerámica; Física/Partículas y Campos; y Ornitología, en las que el Consejo aporta más del 43% de la producción española.
- Por el prestigio de las revistas de publicación el CSIC destaca en Medicina/Investigación; Inmunología; y Ciencias Multidisciplinares, en las que el factor de impacto medio de las revistas utilizadas por el CSIC es superior en al menos un 40% al correspondiente valor para el promedio del país.
- El mayor impacto observado relativo a España (citas/documento del CSIC frente a citas/documento de España) se observa en Informática/Teoría y Métodos; Medicina/Investigación; y Neurociencias. Especialmente significativos son los valores de Neurociencias, Biología Celular y Física/Multidisciplinar, que además cuentan con un alto número absoluto de documentos.

Con fines de organización interna, los institutos del CSIC se agrupan en ocho áreas científicas<sup>2</sup>, que difieren en su tamaño (número de investigadores e institutos), y en sus hábitos de publicación y citación, lo que debe ser tenido en cuenta en la interpretación de los resultados y limitar las comparaciones a aquéllas entre centros de una misma área temática. Así las áreas básicas de investigación son las mejor recogidas en la base de datos WoS, mientras que los resultados de las Ciencias Sociales y Humanas están escasamente representados, debido al importante papel de las revistas nacionales y las monografías –no incluidas en WoS– en estas últimas áreas. En este sentido, las áreas de Químicas, Biología y Biomedicina, Físicas o Ciencia de Materiales tienen en torno al 80%-90% de su producción recogida en WoS y una productividad en torno a 3 o 4 documentos anuales de media; Alimentos y Ciencias Agrarias tienen entre el 50% y el 65% de sus documentos en WoS, y entre 1 y 2 documentos de media; y la producción del Consejo en Ciencias Sociales y Humanidades no alcanza al 20% de sus documentos incluidos en la base de datos –0,4 documentos anuales– mientras que los artículos no recogidos en WoS y las monografías suponen conjuntamente el 80% de su producción. Todo ello nos indica la necesidad de analizar con cautela los datos de productividad calculados como cociente entre el número de publicaciones en WoS y el número de investigadores, ya que no todas las áreas están igualmente representadas en la base de datos analizada.

Los patrones de colaboración también difieren de forma importante según las áreas: así el área de Humanidades y Ciencias Sociales se caracteriza por la escasa colaboración –sólo el 28% de sus documentos han sido realizados por 2 o más centros–, mientras que Ciencia y Tecnologías Físicas, Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Naturales presentan colaboración en más del 75% de sus documentos, siendo muy importante la colaboración internacional dentro del área de Ciencia y Tecnologías Físicas –62% de los documentos–. Los hábitos de colaboración también se reflejan en el número de autores por documento en las diferentes áreas. Mientras en Humanidades y Ciencias Sociales el 60% de los documentos han sido realizados por un único autor, en Ciencia y Tecnologías Físicas en torno al 20% de los documentos han sido realizados por 10 o más autores.

Los indicadores basados en el factor de impacto de las publicaciones o en las citas recibidas permiten identificar documentos relevantes por el prestigio de su revista de publicación o por su impacto real sobre la comunidad científica. Aunque las áreas básicas de investigación se

2. Las actividad científica del CSIC se desarrolla a través de la siguientes áreas científico-técnicas: Área 1. Humanidades y Ciencias Sociales; Área 2. Biología y Biomedicina; Área 3. Recursos Naturales;

Área 4. Ciencias Agrarias; Área 5. Ciencias y Tecnologías Físicas; Área 6. Ciencia y Tecnología de Materiales; Área 7. Ciencia y Tecnología de Alimentos; Área 8. Ciencia y Tecnologías Químicas.

caracterizan por unas tasas de citación más elevadas, es posible limitar los análisis dentro de cada área, e identificar institutos que destacan por la visibilidad e impacto de su investigación. Así, dentro del área de Física destacan el Instituto de Ciencias del Espacio y el Instituto de Física Corpuscular (centro mixto CSIC-Universidad de Valencia) mientras que en Biología/Biomedicina, destacan el Instituto de Microbiología Bioquímica (centro mixto CSIC-Universidad de Salamanca) y el Instituto de Neurobiología Ramón y Cajal de Madrid; y en el área de Química sobresalen el Centro de Investigación y Desarrollo de Barcelona y el Instituto de Tecnología Química (centro mixto CSIC-Universitat Politècnica de València), todos ellos con alta visibilidad y producción.

El estudio de la producción científica incluida en las bases de datos nacionales ISOC e ICYT permite complementar los resultados obtenidos a través de la base de datos WoS. Se aprecia que la producción de difusión internacional (WoS) predomina en todas las áreas del CSIC, excepto en Ciencias Sociales y Humanidades, donde los documentos en ISOC constituyen el 64% de la producción total. Otras áreas que destacan por su peso en la producción de difusión nacional (en torno al 10% de su producción está recogida en ICYT) son Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ciencias Agrarias, y Recursos Naturales, lo que se explica por el interés y orientación local de algunos de sus temas de investigación.

Se aprecia así en estas líneas, la importante contribución del Consejo al acervo científico español y mundial, el progreso experimentado en los últimos años, y la utilidad de los indicadores bibliométricos como instrumento de apoyo a los gestores de la investigación para la planificación, evaluación y seguimiento de la actividad científica de la institución.

**Agradecimientos:** quisiera agradecer los comentarios de María Bordons, Luz Moreno y Fernanda Morillo que han enriquecido el presente texto.

### **Bibliografía**

Bordons, M. González-Albo, B. *La investigación del CSIC a través de sus publicaciones científicas de difusión internacional (1981-2007)*. Madrid: IEDCYT, 2008.

CSIC. *Memoria Anual 2008*. [Madrid: CSIC]. Última edición publicada hasta la fecha. En: <http://www.csic.es/memorias/2008/>

Fernández-Esquinas, M.; Sebastian, J.; López-Facal, J., Tortosa-Martorell, E. (2009) "Anillos de crecimiento en el árbol de la ciencia: la evolución institucional del Consejo Superior de Investigaciones Científicas". *Revista Internacional de Sociología*, 67(2):251-395.

Filippo, D., Morillo, F., Fernández, T. (2008) "Indicadores de colaboración científica del CSIC con Latinoamérica en bases de datos internacionales". *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 31, nº. 1, p. 66-84.

Gómez, I; Bordons, M; Morillo, F.; González-Albo, B.; Aparicio, J.; Candelario, A.; Herrero, M. (2009). *La actividad científica del CSIC a través del Web of Science. Estudio bibliométrico del periodo 2000-2007*. Madrid: IEDCYT-CCHS-CSIC. Última edición publicada hasta la fecha. En: <http://www.cindoc.csic.es/investigacion/informes1.html>

Romero de Pablos, A. y Azagra Caro, J. M. (2009) "Internationalisation of patents by Public Research Organisations from a historical and an economic perspective". *Scientometrics*, 79(2):329-340.

# Facilitando la innovación: el caso ESADE CREAPOLIS

**Elisabet Juan Tresserra, Responsable d'Activitats i Serveis d'Innovació a ESADE CREAPOLIS**

“Innovación” es un término de moda. En los últimos años, creativos, diseñadores, tecnólogos, empresas innovan. Para apoyarles ministerios, consejerías y centros de soporte llevan “innovación” en el título o en alguna parte de su misión. Se empieza a parecer a lo que en inglés se denomina *hype* o lo que en castellano se traduciría como “un despliegue a bombo y platillo”. Términos como *cool-hunting*, tendencias, creatividad, *crowdsourcing*, *design thinking*, *open innovation*, empresas de base tecnológica, etc., están en al orden del día. Cada uno de ellos se toma por un todo, aplicable en cualquier situación. El último gran *hype* que recuerdo, y acabó bastante mal, es el de la época punto com.

La innovación es esencial pero ni es la solución a todos los males ni todo se puede etiquetar como innovación. Por eso, me parece importante, antes de hablar del rol de un centro como ESADE CREAPOLIS, aclarar algunas confusiones sobre el término “innovación”.

## Confusiones

### Confusión 1. Eficiencia operativa = innovación

Se confunden acciones destinadas a mejorar la eficiencia operativa de la empresa con innovación. Mejorar la eficiencia operativa y, por tanto, llegar al *output* deseado con menos recursos (dinero, tiempo, personas, energía, etc.) es clave y deseable para la competitividad empresarial pero no necesariamente innovador. Dos ejemplos:

- Lo que antes se llamaban sistemas de participación de los trabajadores, desde un buzón de sugerencias hasta los círculos de calidad inspirados por Ishikawa (primera publicación en 1939) y aplicados inicialmente por las empresas japonesas, ahora se realizan mediante *software*, *communities of practice*, etc. Son sistemas organizacionales que llevan a claras mejoras de proceso, sinergias en corporaciones, etc., que se traducen en un incremento de productividad y beneficio pero no son necesariamente innovación.
- Lo mismo ocurre con la incorporación de tecnología al proceso, por ejemplo la automatización de un almacén, la robotización de un proceso productivo o la implantación de un sistema de *datamining*. Incorporar tecnología no siempre quiere decir innovar. La mayoría de veces significa eficiencia operativa.

### Confusión 2. Transformación estratégica = innovación

Continuamente se producen procesos de transformación empresarial. Una empresa textil abandona la moda para

entrar en el textil técnico (palabra vaga donde las haya) o una empresa de decoletaje de piezas para automóvil se introduce en el más lucrativo mundo de los implantes dentales. Cambiar de un sector de bajo atractivo a un sector de mayor atractivo es un proceso muy meritorio de transformación estratégica. Michael E. Porter lo explica con el modelo de las cinco fuerzas del 1979. Pero la mayoría de empresas que se transforman lo hacen a productos que ya existían (como los dos casos mencionados) y por ello no se puede decir que, pese a su gran esfuerzo, estén innovando. No se puede negar que esta transformación es en muchos casos la salvación de la empresa.

### Confusión 3. Marketing = innovación

Una estrategia de *marketing* coherente, especialmente si es fresca y responde a públicos “guapos” o *cool* también se confunde a menudo con innovación. Pocas empresas tienen una estrategia de *marketing* totalmente coherente, incluidas algunas muy grandes. Seguir las 4 pes de Kotler del 1967 (producto, precio, promoción y canal) o sus evoluciones es esencial para mantener la identidad de la empresa y diferenciarse pero no es necesariamente innovar, por fresca que se la imagen que se transmite. Tampoco tiene porque ser innovador usar los *social media* o un configurador de producto si no eres el primero en hacerlo en tu categoría de producto. También me sorprende cuando se dice que una empresa es innovadora porque el 30% de sus ventas procede de productos lanzados en los últimos 3 años. Responder al lanzamiento de una sopa de verduras de la competencia con otra sopa de verduras no es innovar. Es simplemente una estrategia de cartera de productos para hacer frente a la competencia.

### Confusión 4. Tecnología = innovación

A menudo, especialmente desde la Administración (europea, estatal y autonómica) se prioriza unos sectores sobre otros. Estos sectores que se priorizan son los “innovadores” y se corresponden generalmente con sectores erróneamente llamados tecnológicos. También se subvencionan por encima de otras empresas de base tecnológica, etc. Ciertamente, muchas innovaciones incorporan tecnología y la tecnología juega un papel fundamental incrementando el abanico de posibilidades de innovación. Hoy es posible concentrar en un solo aparato de 100 gramos como es un móvil, llamadas, música, fotos, video, Internet, aplicaciones diversas, etc. Todo ello es posible gracias a la miniaturización de los procesadores, el incremento de duración de las baterías, los estándares de comunicación, etc., pero la tecnología está cada vez más accesible y se puede comprar. No es mejor una empresa por ser de textil

técnico que de textil moda ni viceversa. Depende de la empresa, la estrategia, la coherencia operacional, etc. Lo importante no es tanto la posesión de tecnología como el uso que se hace de ella para que la innovación tenga impacto en el mercado.

Estas son sólo algunas de las confusiones más comunes. No entraré a hablar de soluciones mágicas a la innovación como la co-creación con el consumidor, la creatividad, etc. Todas ellas válidas y útiles, pero no siempre y, en todo caso, como parte de un proceso integrador y más amplio.

## Innovación

¿Qué es entonces innovación? Una definición que me gusta es “*the successful implementation of new ideas*” creada por el desaparecido DTI (Department of Trade and Industry) británico. Es decir, la implantación exitosa de nuevas ideas.

Por lo tanto, algo es una innovación si es nuevo y significativo para el mercado (y obviamente alineado con la estrategia empresarial para sostener la ventaja competitiva de la empresa). No es suficiente con que la novedad lo sea sólo para la empresa. Las innovaciones pueden ser de:

- **Producto o servicio:** desde una mejora a un producto/servicio diferente que aporte nuevos atributos al mercado. Por ejemplo, el envase de café que al abrirse deja ir aroma sería una mejora y el libro electrónico un nuevo producto. El segundo libro electrónico ya no es una innovación, a no ser que incorpore características que lo hagan substancialmente diferencial y tenga un impacto en el mercado.
- **Modelo de negocio:** se puede innovar en la forma en que la empresa obtiene sus ingresos. Dejando de lado que un Iphone sea en si un producto innovador, adicionalmente la innovación de Apple ha sido en el modelo de negocio. Un Iphone genera ingresos recurrentes ya que, haciendo alianzas de exclusividad con las operadoras, obtiene un porcentaje de la cuota mensual del usuario. Adicionalmente genera ingresos con las aplicaciones exclusivas del Appstore. Por tanto, el Iphone ha generado un nuevo modelo de negocio en telefonía.
- **Proceso:** un cambio en el proceso que permita desarrollar un nuevo concepto (recordar que no hablo de una mejora de eficiencia operativa). Por ejemplo, un conjunto de actividades coordinadas (información en tiempo real de ventas, equipos de *fast design*, producción parcial-

mente integrada y excelencia logística) es la innovación en proceso de Inditex que permite un impacto diferencial en el mercado, el *fast fashion* o colecciones cada 15 días.

- **Marketing:** decía que *marketing* coherente no se debe confundir con innovación, pero ciertamente se puede innovar en *marketing*, distribuyendo en nuevos canales, haciendo participar al público en la definición de producto, etc. Un ejemplo es el configurador de zapatillas deportivas NikeID ahora copiado por muchos otros, en el que el comprador puede, a partir de un modelo, configurar los colores de su calzado, recibirlo en su casa y, además, compartirlo en la red social.

Por lo tanto, la innovación es crucial para que la empresa mantenga y mejore la **ventaja competitiva** sobre sus competidores contribuyendo, en línea con la estrategia, a construir un posicionamiento diferencial.

La **innovación** deviene ahora más **esencial** que nunca por tres factores fundamentales:

- La **globalización**, que hace desaparecer las barreras locales y, por tanto, oportunidades de copiar y adaptar al país las innovaciones de los demás. ¿Recuerdan cuando cada país tenía su marca de aparatos de televisión y cada uno con su estándar?
- La **hipercompetencia** o exceso de oferta que lleva a muchas industrias a un excesivo lanzamiento de nuevos productos que deben ser retirados del mercado a posteriori por falta de éxito. Por ejemplo, en gran consumo, un 80% de los nuevos lanzamientos se retiran después de 6 meses. Además se reducen los ciclos de vida de los productos para generar mercado.
- El **dominio del canal** sobre el fabricante ya que dispone de la información de mercado en tiempo real y puede integrarse aguas arriba tomando decisiones sobre o controlando totalmente la gama de productos. La mal llamada marca blanca o de distribuidor es un claro exponente, superando en algunas categorías el 60% de la cuota de mercado en volumen.

A pesar de que la innovación sea esencial no se pueden cambiar productos, procesos, modelos de negocio o estrategias de *marketing* cada día. El exceso de innovación llevaría a disrupción dentro de la empresa y a la confusión de los clientes.

No se puede innovar cada día pero la innovación comporta un proceso que si hace falta aplicar día a día. Independientemente de las nomenclaturas, innovar comporta:

- **Explorar:** constantemente la competencia, mercado, tecnologías y cambios socioeconómicos que nos puedan afectar como empresa, tanto en el corto como en el medio plazo.

- **Procesar:** analizar, sintetizar y filtrar la información distinguiendo factores críticos esenciales que detonan la necesidad de lanzar nuevos productos o de generar otro tipo de innovación.
- **Crear:** nuevos conceptos, soluciones, etc. de generación interna o externa, prototiparlos, testarlos y mejorarlos hasta obtener la solución relevante para el mercado.
- **Implantar:** desde el escalado y la industrialización, la financiación, el *marketing mic* y, en ocasiones, la fórmula empresarial con la que se va a llevar a cabo esta innovación (consorcios, *spin off*, nueva unidad de negocio, etc.)

Finalmente, este proceso se realiza sobre unas bases que resumidas parecen verdades de Perogrullo pero que raramente se cumplen:

- **Estrategia:** la innovación tiene que contribuir de forma coherente a la consecución de la estrategia empresarial y ser uno de los pilares para la consecución de ventaja competitiva.
- **Organización:** una empresa que decide innovar ha de configurar una estructura adecuada, conocida y dotarla de recursos (en horas y presupuesto) para hacerlo.
- **Cultura:** finalmente, aunque las decisiones se toman a nivel de dirección y consejo de administración, quien innova son las personas y, por eso, hace falta una cultura permeable y participativa.

## Tendencias recientes en innovación

No entraré en tendencias tecnológicas que, como hemos dicho, impactan y amplían el abanico de posibilidades de innovar, sino en algunos de los aspectos en la gestión de la innovación que no se pueden considerar nuevos pero si crecientes.

- **Orientación al mercado:** se consolida el concepto de que la innovación no comienza necesariamente en los departamentos de I+D de las empresas y la necesidad de tener en cuenta al cliente final como esencia de la innovación. En este sentido, Von Hippel habla de la participación del consumidor en la definición del producto. Hay que remarcar que se refiere solo a usuarios expertos y a ciertas categorías de producto como instrumentos científicos o material deportivo. Otra aproximación interesante es la del *design thinking* que observa al consumidor para identificar necesidades latentes y no resueltas para generar propuestas que prototipa y, de nuevo, contrasta con el mercado. Esta corriente es iniciada por la consultora IDEO en California. Otro aspecto creciente es la observación de tendencias de futuro transversales.
- **Abierta:** parte de la base que fuera de las fronteras de la propia empresa hay muchos más recursos para innovar que dentro y se pueden aprovechar si se sistematiza. El concepto de innovación abierta plasmado por Henry

Chesbrough, hace tiempo que se practica por parte de empresas como las farmacéuticas. En algunas de estas empresas, el 50% de la facturación proviene de productos adquiridos a empresas más pequeñas y ágiles. Últimamente se han estructurado mercados de recogida de ideas como Connect 6 Develop propio de Procter & Gamble, o intermediarios puros como Innocentive o Innoget que nace en nuestro país.

- **Cruzada:** otra tendencia es la hibridación o la fertilización cruzada entre sectores y disciplinas. Ya que la correcta definición de un problema es el 90% de su solución, por que no involucrar a otras perspectivas a la definición de este problema que nos hagan pensar fuera de nuestra forma habitual de ver las cosas “*think out of the box*” para avanzar en soluciones novedosas. Inditex no deja de tener los sistemas de información de los supermercados y la logística del automóvil para ofrecer nuevas colecciones cada 15 días.

## El rol de Esade Creapolis

ESADE CREAPOLIS es un espacio donde se facilita el proceso de innovación y, por tanto, explorar, procesar, crear e implantar innovaciones, combinando espacios de interacción con actividades y servicios. Ayudamos a las empresas en el día a día de la gestión de la innovación. De algún modo es un gimnasio en el que hay un clima deportivo y se fomentan actividades para que la gente esté en forma y pueda después alcanzar sus objetivos personales, sean de mantenimiento o bien de ganar una competición en algún deporte. El centro crea pues un clima de innovación con actividades y servicios continuados que ayudan a las empresas a alcanzar sus objetivos individuales de innovación.

Impulsado por una escuela de negocios como ESADE imprime un carácter diferencial al soporte a la innovación que tradicionalmente ha sido *technology push* (por tanto pensado en generar patentes, licencias y *spin-off*) para transformarlo en un soporte *demand pull* o orientado al mercado y a la gestión.

Se plasma en un edificio que hoy cuenta con cerca de 60 empresas que obtienen principalmente cuatro cosas:

- Economías de escala y sistematización en aspectos que pueden resultar caros como la exploración de nuevas tendencia o *insights* del consumidor.
- Beneficiarse de forma activa de perspectivas sectoriales y de disciplinas diversas para enriquecer la definición de las oportunidades de negocio.
- Un entorno y valores compartidos que faciliten la interacción entre empresas y la colaboración; y
- Un seguimiento personalizado de proyectos de innovación que ayuda a enfocar los esfuerzos y a acelerar el “*time to market*”

ESADE CREAPOLIS fomenta el proceso de innovación adoptando las tendencias comentadas de orientación al mercado, innovación abierta y fertilización cruzada. Se busca que las empresas que se instalen sean lo más variadas posible en términos de sectores y tamaño para enriquecer el sistema. Se pide que el grupo de personas que residen en el centro tengan capacidad de proponer innovación en su empresa y mínimos recursos para llevar los procesos a cabo. Los propios residentes han elaborado un código de valores en los que se pide, entre otros, aspectos como la voluntad de aprender de forma continuada, la participación, la apertura a otros residentes, etc., para hacer funcionar un ecosistema basado en la confianza y que persigue la innovación. Así, paseando por los corredores, se encuentran muchas oficinas con las puertas abiertas fomentando el intercambio entre empresas.

Una de las actividades conjuntas son las comunidades de interés en las que se trabaja sobre tendencias transversa-

les como el envejecimiento o la sostenibilidad con empresas de diferentes sectores que exploran y generan oportunidades de forma conjunta a partir de *insights*, tendencias, encuentros y debate con expertos así como talleres de generación de ideas.

El centro está, entre otros, en los campus de excelencia de la UAB y URL y en la asociación de parques científicos y tecnológicos APTE con la vocación de reforzar la red y aproximar a las empresas a otras empresas, tecnologías y disciplinas científicas. Fruto de la colaboración con la UAB surgen las actividades Where Science Meets Business que se inician como jornada abierta para divulgar un tema en el que la ciencia y la tecnología están cambiando la forma de hacer de departamentos no científicos de las empresas. En estos encuentros se reúnen empresas, tecnólogos y científicos bajo un mismo techo para debatir y relacionarse. Estas jornadas tienen continuidad a través de plataformas online de intercambio y otras actividades más reducidas como talleres, *networking*, etc.

ESADE CREAPOLIS es pionero y sin precedente. Por ello, el equipo es ágil y construye metodología en base a teoría de la innovación con apoyo de ESADE llevándola de forma accesible a las empresas y mejorándola día a día para convertirse en el mejor centro de innovación orientada al mercado de Europa. El emplazamiento es además excepcional dado que en un radio de 10 km se encuentra el denominado Catalonia Innovation Triangle con una sólida base empresarial, de parques empresariales e infraestructuras para empresa, ciencia con varias universidades, destacando el campus de la UAB y las nuevas instalaciones del Sincrotrón y el Parc de l'Alba.

# El Parque Científico y Tecnológico de Albacete: una nueva infraestructura para potenciar la Sociedad del Conocimiento

**Pascual González, Fundación Parque Científico y Tecnológico de Albacete**

Nos encontramos ante un cambio importante en la sociedad que abre las puertas a una nueva era, en la que el *conocimiento* debe considerarse como el intangible clave. En este nuevo marco la investigación científica y la innovación tecnológica se han consolidado como los principales factores de riqueza y se están convirtiendo en protagonistas destacados del desarrollo económico y social. El proceso de globalización y la actual revolución tecnológica basada en la información son dos de los elementos fundamentales de esta nueva *economía del conocimiento*. El reconocimiento de esta situación se ha plasmado en el interés de los gobiernos de los distintos países por habilitar mecanismos capaces de trasladar los logros científicos al sistema productivo, con el fin de conseguir un mayor valor añadido y un aumento del bienestar de sus ciudadanos.

Dentro del nuevo entorno, aunque la materia prima es el conocimiento, para alcanzar beneficios a partir de él es necesario que existan iniciativas empresariales que lo apliquen para aportar soluciones en forma de nuevos servicios, procesos o productos. No basta con generar conocimiento, con *invertir*, es necesario establecer mecanismos que permitan su aplicación a problemas concretos que reviertan en mejoras a la sociedad que los generó, en definitiva es necesario *innovar*. Para garantizar el adecuado desarrollo de esta nueva sociedad, una región o país debe planificar de manera correcta las infraestructuras de apoyo a la innovación que estimulen la generación y aplicación práctica del conocimiento. En este ámbito, los parques científicos y tecnológicos han surgido con fuerza como nuevas herramientas que pretenden integrar en un mismo espacio a los diferentes agentes del sistema de ciencia y tecnología: centros de generación del conocimiento; instrumentos de gestión del conocimiento y centros de transformación del conocimiento en innovación empresarial. Esto junto al papel que juegan las administraciones en la creación de estas infraestructuras, sitúa en un mismo proyecto a los agentes identificados por Etzkowitz dentro de su modelo de la “trípe hélice”, actores clave en la potenciación y capitalización del conocimiento.

Estas iniciativas no son ajenas a Castilla-La Mancha. Así promovido por el Gobierno Regional, la Universidad de Castilla-La Mancha, la Diputación y el Ayuntamiento de Albacete se ha puesto en marcha un proyecto muy ambicioso que ha supuesto la creación del primer Parque Científico y Tecnológico en Castilla-La Mancha con sede en Albacete. Este proyecto que se gestó a finales de 2001, cuenta hoy con más de 60.000m<sup>2</sup> urbanizados, cerca 10.000 m<sup>2</sup> dedicados a centros de investigación y otros tantos para instalación de empresas. Aunque el

Parque está todavía en fase de consolidación y crecimiento, ya se encuentra ocupado por cinco centros de investigación y cerca de 30 empresas que en conjunto ofrecen empleo a unas 500 personas, la inmensa mayoría ingenieros y titulados superiores y muchos de ellos doctores que trabajan en áreas como la aeronáutica, las tecnologías de la información, la automática y la robótica, las energías renovables y el medio ambiente, o la biomedicina.

Aunque nuestro proyecto comparte muchas de las características con el resto de parques españoles, su ubicación, dentro del mismo Campus Universitario y su integración en la ciudad, le confiere una cierta singularidad. Por una parte, la inclusión dentro del Campus facilita la existencia de espacios de relación entre los distintos agentes de los sistemas de innovación. En un pequeño radio de acción encontramos centros de enseñanza universitaria, centros de I+D y empresas que comparten infraestructuras de trabajo e incluso de ocio. Por otra parte al estar integrado en la ciudad, es un espacio abierto que facilita el acercamiento de la ciencia a la sociedad. Se encuentran en sus alrededores infraestructuras básicas como guarderías, colegios, hoteles, restaurantes o transporte público que ofrecen nuevos espacios de relación entre el parque y los ciudadanos. Otra característica relevante es la promoción, creación y gestión directa de varios centros de investigación dedicados especialmente a atender las demandas empresariales y apoyarlas en su actividad de I+D. Dentro de estos centros el Parque ha promovido la creación del Instituto de Desarrollo Industrial y del Centro de Excelencia del Software Libre, centros que cuentan con plantilla propia de técnicos e investigadores y que a su vez se apoyan en otros centros de la Universidad de Castilla-La Mancha para ofrecer sus servicios. Junto a esto dentro del apoyo a los centros de investigación de la Universidad, el Parque facilita la adquisición de equipamiento y la contratación de investigadores dentro de su programa INCRECYT, cuyo objetivo inmediato es contratar a 60 investigadores en tres años. Este apoyo e interrelación no sólo con la Universidad como institución sino con grupos de investigación potencia su implicación y facilita su colaboración en la consecución de los objetivos del Parque. En el ámbito del apoyo empresarial, junto al establecimiento de espacios de encuentro entre empresas y entre éstas y los centros de investigación o las Administraciones, el Parque ofrece líneas específicas de apoyo a las empresas en el ámbito de los proyectos de I+D, que facilitan la búsqueda de socios tecnológicos e incluso aportan una pequeña financiación para cubrir parte de los gastos de elaboración de los proyectos de ámbito europeo o nacional. Por otra parte, el Parque, como espacio abierto y global, busca establecer espacios de integración y

cooperación entre empresas ubicadas en el Parque y otras instaladas en distintos espacios industriales de la región. De este modo tiene acuerdos con algunos de los polígonos industriales más importantes de la región.

Por otra parte, en su vertiente más social, el Parque quiere ser un agente impulsor de la “cultura científica”, para ello colabora en diferentes acciones y con distinto público objetivo. En todo caso, dedica especial atención a potenciar el gusto por la ciencia y la tecnología entre escolares, preferentemente jóvenes de entre 12 y 16 años. Estas actividades intentan conjugar el rigor de la ciencia con otros aspectos más lúdicos y todas ellas se integran dentro del proyecto Misión Tecno-Ciencia. La vocación del Parque es la cooperación con otros agentes con los que comparte ciertos objetivos, así en este proyecto colabora con la Consejería de Educación y Ciencia y sus centros de profesores, la Universidad o asociaciones ligadas a la potenciación de la ciencia y la tecnología entre los escolares. Igualmente es importante comentar la política que tenemos en el ámbito de la creación de empresas y la potenciación de la cultura de emprendedores. En este ámbito tenemos una línea de colaboración muy estrecha con la Universidad a través del programa UCLM-Emprende y de sus iniciativas de creación de *spin-offs*. Esta colaboración nos lleva a albergar a la institución encargada de potenciar la creación de *spin-offs* y al 80% de las empresas creadas hasta este momento. A su vez tenemos acuerdos específicos con otros agentes dedicados al apoyo a los emprendedores, como los centros europeos de empresas e innovación y los centros locales de innovación y promoción económica de la región. Finalmente nuestra vocación es crear empresas que puedan desarrollarse en mercados globales. Para apoyar esta iniciativa recientemente hemos puesto en marcha un programa de creación de un vivero de empresas internacional. Esta iniciativa permite, entre otros servicios, ofrecer a nuestras empresas un espacio en viveros de otros países y a las empresas de estos países un espacio en nuestro Parque. Tras los primeros acuerdos firmados, este próximo año vamos a tener la primera actividad con la estancia de un representante de una empresa ubicada en uno de los viveros de empresas de la Red Argentina, Paraguaya y Brasileña de Incubadoras.

En definitiva este proyecto propone un modelo de parque capaz de convertirse en impulsor de procesos e iniciativas de innovación que den lugar a un nuevo tipo de espacio económico, cuyos efectos incidan eficazmente en la modernización del tejido productivo de Castilla-La Mancha y le permitan afrontar con éxito los nuevos retos que la sociedad del conocimiento plantea.

# La investigación biomédica en la Universidad de Navarra

**Fernando de la Puente, Director General del Centro de Investigación Médica, Universidad de Navarra**

## Importancia de la investigación en la Universidad de Navarra

Cada día es más evidente que la generación del conocimiento, el sistema de innovación y, en particular, la investigación científica son factores determinantes para el desarrollo de la sociedad de hoy y lo serán, aún más, en el futuro.

La investigación es uno de los pilares fundamentales en la actividad de cualquier universidad, consecuentemente, la Universidad de Navarra siempre ha estado comprometida con el desarrollo de una investigación de calidad, como elemento esencial de su misión de servicio a la sociedad. En el ámbito de la investigación biomédica, desde los comienzos de la Facultad de Medicina, en 1954, se consideró una prioridad apoyar la actividad docente y asistencial en una investigación de calidad. Con gran esfuerzo, y en colaboración con las nacientes Facultades de Ciencias y Farmacia, se pusieron en marcha diversos departamentos y unidades interfacultativas que desarrollaron distintos grupos de investigación básica, centrados en cuestiones de relevancia clínica. De esos primeros esfuerzos surgieron los laboratorios de Bioquímica, Microbiología, Genética y Anatomía Patológica de la Clínica Universidad de Navarra. Por otra parte, impulsados por el profesor Eduardo Ortiz de Landázuri, que había sido discípulo de D. Carlos Jiménez-Díaz, surgieron los distintos departamentos clínicos, en los que, desde el comienzo, siempre estuvo presente la inquietud docente e investigadora. Al iniciarse el 2010 la investigación biomédica en la Universidad de Navarra es la consecuencia de la visión abierta y ambiciosa inicial y del esfuerzo sostenido de esos pioneros que comenzaron hace poco más de medio siglo, así como de muchos profesionales que han sabido mantener ese espíritu a lo largo de estos más de cincuenta años. Todos ellos pusieron los cimientos de un estilo de hacer Medicina que parte de la convicción de que el médico sirve mejor al paciente si fundamenta su trabajo en sólidos conocimientos científicos y en una investigación de calidad.

En los próximos párrafos se resumen los aspectos más sobresalientes de la actividad investigadora de la Universidad de Navarra en el campo de las ciencias de la salud en las fechas presentes. Sin embargo, es importante tener siempre en cuenta lo que acabamos de describir someramente acerca de la trayectoria histórica de la investigación: las realidades de hoy son los frutos del trabajo de los que estaban ayer y, también, el fundamento de los proyectos de los que vendrán mañana.

Antes de consignar cifras y datos acerca de la situación presente de la investigación biomédica, conviene detallar algunas de las líneas fundamentales que sustentan nuestro trabajo diario:

### 1. Atender especialmente a los recursos humanos

La formación de personal especializado en investigación, desarrollo e innovación es un área de interés estratégico prioritario en nuestra sociedad. La sociedad del conocimiento que queremos construir necesita una continua renovación de su combustible, que no es otro que la innovación científica, técnica y humanística. Siendo, sin duda las personas, la pieza principal y el elemento clave para el motor de la innovación. La sabiduría teórica y práctica no se improvisa, ni tampoco se improvisan los profesionales que la cultivan y la hacen crecer. Son los centros de investigación, universidades y empresas los motores del dinamismo innovador, pero es principalmente en el ámbito universitario dónde se forjan las nuevas generaciones de innovadores.

El contexto académico y universitario de la actividad investigadora de la Universidad de Navarra, facilita la formación de los necesarios recursos humanos para sostener y promover nuevos proyectos. La formación investigadora de nuevos especialistas en Medicina, así como de biólogos, químicos, ingenieros, farmacéuticos y graduados en Enfermería, es una de las claves en las que podemos contribuir al impulso de la I+D en el sector biosanitario en Navarra y en toda la geografía española.

### 2. Fundamentar la actividad investigadora en una sólida investigación básica

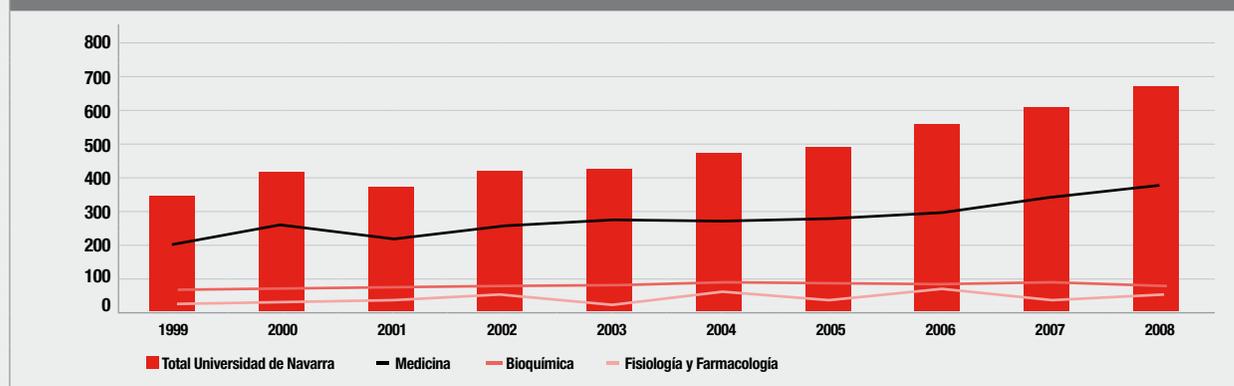
No puede haber investigación aplicada y clínica sin un sólido fundamento en investigación básica y molecular. Éste es uno de los enfoques específicos de la aproximación de la Universidad de Navarra a la investigación biosanitaria en la que son protagonistas los diversos departamentos de las facultades de Ciencias, Medicina y Farmacia, la Clínica Universidad de Navarra y del Centro de Investigación Médica Aplicada (CIMA).

### 3. Fomentar el trabajo multidisciplinar

Consideramos prioritaria una aproximación multidisciplinar que fomente el diálogo entre especialistas, incluidos los profesionales de la enfermería, así como con los profesionales de ámbitos más alejados como son las humanidades y las ciencias sociales. Sólo podremos beneficiarnos del avance revolucionario de la biomedicina, si somos capaces de integrar las especialidades entre sí y sobre todo, conjugar los conocimientos de la nueva biología con todas las perspectivas que se interesan por el enfermo, desde las más tecnológicas, hasta las más humanas. Sólo con el diálogo interdisciplinar lograremos que los avances revolucionarios en el conocimiento de la enfermedad sean de verdad revoluciones en el tratamiento del enfermo.

En la actualidad, estamos promoviendo activamente proyectos de ámbito interdisciplinar: entre la medicina y las ciencias humanas y también, prestándole un especial interés al área de la bioingeniería, en

Gráfico 1. Evolución de la producción ISI-Thomson Reuters (SCI, SSCI y AHCI)



**Cuadro 1. Evolución por quinquenios de la Universidad de Navarra según ESI\***

	1998-2002	1999-2003	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007	2004-2008
Papers	1323	1397	1519	1606	1766	1900	2137
Número de Citas	5331	6115	7203	7407	8843	9671	11811
Promedio de Citas	4,03	4,38	4,74	4,61	5,01	5,09	5,53

**Cuadro 2. Evolución por quinquenios de la Universidad de Navarra en el área de Medicina Clínica según ESI\***

	1998-2002	1999-2003	2000-2004	2001-2005	2002-2006	2003-2007	2004-2008
Papers	529	556	592	615	680	728	828
Número de Citas	2299	2465	3000	3366	4011	4649	5506
Promedio de Citas	4,34	4,43	5,06	5,47	5,89	6,38	6,65

\* Thomson Reuters (antiguo ISI), Essential Science Indicators

la que están intensamente implicados los profesores de nuestra Escuela de Ingeniería (TECNUN) en San Sebastian, y los investigadores del Centro Tecnológico (CEIT) asociado a ella.

#### 4. Promover la investigación traslacional y clínica

Nuestro objetivo principal de servir al paciente y resolver las cuestiones reales que a diario se plantean en la cabecera del enfermo nos obliga, de modo prioritario, a una decidida apuesta por la investigación traslacional y clínica. En este sentido, la existencia de todos los elementos necesarios para desarrollar estudios preclínicos en las instalaciones del Centro de Investigación en Farmacobiología Aplicada CIFA, la Unidad de Fase I de la Clínica Universidad de Navarra, así como todas las facilidades de producción de preparados farmacológicos en la planta piloto de la Facultad de Farmacia y en los laboratorios de la Clínica en condiciones de *good manufacturing practice* (GMP) (terapia celular, PET, etc.) están dirigidos, entre otras cosas, a poder desarrollar ensayos clínicos con moléculas propias.

En la investigación biomédica resulta difícil pensar en resultados de alta calidad si no se traducen en beneficios para los pacientes: "investigar para curar". Sin embargo, el largo recorrido que la investigación con resultados tangibles debe realizar y que se traducen en patentes, requiere nuevos instrumentos que las desarrollen y lleven a buen puerto las pruebas preclínicas y clínicas necesarias para su posterior registro y comercialización. Con este fin se ha constituido Digna Biotech, una empresa que tiene como objetivo el desarrollo de las patentes que se descubren en el CIMA. Aunque el proceso es largo y costoso, es el

único camino para que se traduzca en beneficio real para los pacientes.

Por las mismas razones, es muy intensa la participación de departamentos de la Clínica Universidad de Navarra en ensayos clínicos en fases II y III con productos de empresas farmacéuticas españolas e internacionales. De hecho, la Clínica Universidad de Navarra es uno de los hospitales españoles participantes en el Proyecto Caiber.

#### 5. Definir las líneas de interés estratégico

La selección de campos con mayor masa crítica investigadora ha recibido, desde siempre, una especial atención, por eso las cuatro áreas del Centro de Investigación Médica Aplicada CIMA, (oncología, neurociencias, ciencias cardiovasculares y terapia génica y hepatología), el Área de Terapia Celular, Metabolismo y Nutrición, o el Departamento de Medicina Preventiva, son de momento algunas de nuestras líneas de interés estratégico. No obstante la actividad de investigación científico-técnica y sanitaria en la Universidad de Navarra incluye también muchos proyectos destacables no sólo en otras áreas de la biomedicina sino también en física, química, ciencias medioambientales, nutrición, biología celular y molecular, fisiología, etc.

Con esta perspectiva en mente, la Universidad de Navarra está intensificando sus esfuerzos por desarrollar una investigación de excelencia y por ampliar sus líneas de trabajo, siendo uno de los objetivos principales el seguir respaldando a los grupos de investigación ya asentados y promover el desarrollo de nuevos equipos que aspiren a convertirse en referencias internacionales.

#### 6. Apoyar la investigación mediante unidades de apoyo

Prestamos especial atención a la creación y promoción de unidades especializadas para apoyar a la investigación, como el animalario, las unidades de Proteómica y Genómica, o los bancos de tejidos, y profesionalizamos y mejoramos la gestión de la investigación a través del Instituto Científico y Tecnológico de Navarra (ICT), que actúa como oficina de transferencia tecnológica (OTRI) y como unidad de gestión de la investigación (UGI).

#### 7. Promover la internacionalización

Nuestra actividad investigadora, con mucha frecuencia, se lleva a cabo en colaboración con grupos de otros países, en especial del ámbito anglosajón, porque la ciencia, y más concretamente la ciencia biomédica es una actividad esencialmente internacional.

La Universidad de Navarra está implicada en un proceso de activa internacionalización en el ámbito biosanitarios, esta dimensión internacional ha estado presente desde sus comienzos y se manifiesta día a día en las distintas facetas de la actividad investigadora

#### 8. Ampliar el campo de colaboraciones

Pretendemos seguir promoviendo la colaboración con otras instituciones investigadoras de vanguardia en los ámbitos internacional y nacional: asimismo, buscamos la sintonía con todos los elementos que forman el sector biomédico y de promoción de la I+D en la Comunidad Foral de Navarra, animándoles a que cuenten con la actividad de investigación biomédica

**Cuadro 3. Especialización investigación Biomedica según catorrería Journal Citation Reports (1999-2009)\*\***

<b>Categoría Journal Citation Reports</b>	<b>Nº de papers</b>	<b>Promedio Impact Factor</b>	<b>Impact Factor normalizado</b>	<b>% Papers en el 1º Cuartil</b>
Bioquímica y Biología Molecular	355	3,68	1,09	35%
Oncología	311	4,59	1,34	50%
Neurología Clínica	293	2,79	1,42	44%
Farmacología y Farmacia	289	2,33	0,98	35%
Neurociencias	264	3,93	1,34	41%
Inmunología	228	2,97	0,83	29%
Hematología	210	4,95	1,90	70%
Cirugía	199	1,95	1,45	46%
Corazón y Sistema Cardiovascular	179	3,41	1,63	35%
Nutrición y Dietética	162	2,30	1,24	40%
Medicina General e Interna	150	5,67	2,49	27%
Gastroenterología y Hepatología	144	5,34	2,10	64%
Genética	140	4,95	1,44	65%
Enfermedad Vasculat Periférica	136	4,80	1,85	69%
Radiología y Medicina Nuclear	128	2,43	1,34	36%
Endocrinología y metabolismo	122	3,42	1,16	32%
Medicina Experimental	112	5,43	2,04	68%
Ciencia y Tecnología de los alimentos	107	1,64	1,80	70%
Biotecnología y Microbiología aplicada	100	4,14	1,98	74%

\*\* Thomson Reuters, Web of Science (Science Citation Index) y Journal Citation Reports. Para el indicador Impact Factor. Normalizado si es >1 está por encima de la media mundial

de la Universidad de Navarra como uno de sus ejes estratégicos.

Tenemos una colaboración fluida con el sector empresarial implicado en actividades de I+D en el ámbito biosanitario. La idea directora en este campo es promover una colaboración armónica entre el ámbito universitario y la Industria Biotecnológica y Farmacéutica.

Por colaboración armónica entendemos una colaboración en la que las dos partes son protagonistas igualmente entusiastas de una misma tarea, persiguen (ciertamente con motivaciones diversas) un mismo objetivo, reconocen con los hechos la importancia del otro y se benefician mutuamente de una asociación fructífera.

Colaboración armónica es, en definitiva, una asociación equilibrada que deviene necesariamente en una colaboración sinérgica, cuyo resultado es mucho más valioso que la mera adición de esfuerzos de cada una de las partes. Desde hace varias décadas la Universidad de Navarra ha procurado mantener una intensa colaboración investigadora y docente con numerosas empresas navarras, nacionales e internacionales.

En el ámbito farmacéutico, el Centro de Investigación en Farmacobiología Aplicada CIFA fue pionero en este tipo de colaboraciones. Más recientemente, hemos puesto en marcha un nuevo modelo de interacción entre la investigación biomédica y la empresa: el Centro de Investigación Médica Aplicada CIMA, que ha generado la posibilidad de participar en el desarrollo de más de cuarenta patentes en el ámbito biosanitario.

## Datos y cifras de la investigación biomédica en la Universidad de Navarra

Si la labor investigadora de la Universidad se pudiera condensar en una cifra, quizás la más ilustrativa sería la de más de 800 profesores con dedicación preferente a esta actividad y cerca de 600 investigadores, muchos de ellos jóvenes, que contribuyen decisivamente a generar nuestros resultados.

La formación de estos investigadores jóvenes fue apoyada en un 65% con fuentes de financiación propias. El total de gasto en investigación de todos los centros de la Universidad fue de más de 56 millones de euros.

Además de la financiación por parte de organismos oficiales (Unión Europea y los Gobiernos central y foral), y entidades privadas que colaboran, la Asociación de Amigos de la Universidad aporta anualmente 7,6 millones de euros para la renovación de infraestructuras y la concesión de ayudas a investigadores jóvenes.

En la tabla que se adjunta se reflejan los resultados de investigación obtenidos en los últimos diez años en la Universidad de Navarra en general y especialmente en el ámbito de la biomedicina. Durante la última década nuestra universidad ha conseguido duplicar el número de publicaciones (considerando artículos, revisiones y cartas) en las bases de datos Web of Science (Thomson-Reuters) pasándose de los 344 artículos de 1999 a los 680 que se publicaron en 2008.

Gran parte de estos trabajos se concentraron exclusivamente en el área de medicina, ya que aproximadamente el 50% de los trabajos Thomson-ISI se publican en esta área seguida de la bioquímica y la fisiología y la farmacología. Tanto a nivel general como en el ámbito médico el crecimiento en la publicación en las revistas de mayor calidad es sostenida y es especialmente apreciable a partir de 2005, fecha en la que se empieza hacer evidente el efecto de diferentes acciones estratégicas, como por ejemplo la creación del CIMA.

En los Essential Science Indicators (ESI), se observa como la Universidad de Navarra, no sólo ha incrementado notablemente su producción, sino también su impacto científico internacional, especialmente a través de la citación. Esta situación evidencia claramente el esfuerzo orientado, no sólo a incrementar el número de trabajos de prestigio que se publican, sino a obtener un mayor impacto en el número de citas, efecto sin duda provocado por el interés de nuestros profesores en ir publicando en revistas

1. Grupo Scimago. "La productividad ISI de las Universidades Españolas (2000-2004)". En: *El profesional de la información*, v. 16, n.º. 4, julio-agosto 2007, p 354-358.

2. Grupo Scimago. *SIR 2009 World Report: SCImago Institutions Rankings 2009*. Accesible en: <http://www.scimagoir.com/>.

situadas en posiciones más relevantes de los listados del Journal Citation Reports (JCR).

Si tenemos en cuenta tan sólo las revistas del Journal Citation Reports (JCR) (Thomson-ISI) y el ámbito de investigación más cercano a la biomedicina veremos que en los últimos diez años son 20 categorías del JCR donde se han publicado al menos 100 artículos; en 18 de estas categorías se supera el promedio mundial del indicador Impact Factor, reflejado en nuestra tabla en el indicador Impact Factor Normalizado.

Si tenemos en cuenta el porcentaje de trabajos publicados en las mejores revistas, entendidas como las del primer cuartil de las categorías del JCR, en el ámbito de la biomedicina la Universidad de Navarra ha pasado de publicar en el año 1999 el 37% de los trabajos en revistas del primer cuartil a publicar el 47%. Además, como se refleja en

la tabla, durante el periodo 1999-2008 hay diversas categorías como oncología, hematología, gastroenterología y hepatología, genética y enfermedad vascular y periférica, entre otras, donde se ya se supera ampliamente el 50% de los trabajos publicados en el primer cuartil.

El esfuerzo orientado a publicar en las revistas de mayor impacto y la especialización de su investigación en el ámbito biomédico ha situado a la Universidad de Navarra en un buen nivel competitivo en el panorama nacional tal y como reflejan diferentes rankings de universidades españolas publicados en los últimos meses.

Otros estudios científicos<sup>1</sup> también han puesto de manifiesto cómo la Universidad de Navarra se sitúa entre las universidades más productivas de España ocupando la primera posición en lo que se refiere a número de artículos Thomson-ISI por profesor.

En relación con el impacto la Universidad de Navarra también ha ocupado posiciones preferentes en este tipo de rankings, según el SIR 2009 World Report, la UN ocupa la 6ª posición, de un total de 47 universidades españolas analizadas, en cuanto a promedio de citas, con 6,53 citas por documento durante el periodo 2003-2007<sup>2</sup>.

