

Capítulo 4

Investigación, cultura
emprendedora y empresa

Introducción

A la tradicional función docente de las universidades, en los últimos años, se le han añadido, cada vez con creciente importancia, la de investigación y la de transferir conocimientos al resto de la sociedad. En este capítulo se presentan algunos indicadores que ayuden a conocer la situación actual de las universidades españolas en estos dos ámbitos. Para ello, el capítulo se organiza en cinco apartados. En el primero se examinan los recursos y resultados de la investigación universitaria. La financiación empresarial de la investigación universitaria, así como la intensidad en la cooperación en los procesos de innovación entre las empresas y las universidades son los temas que cubre el segundo apartado. En el tercero, por otra parte, se describe la situación actual de los centros e infraestructuras de apoyo a la innovación y a la transferencia de tecnología. El cuarto apartado se centra en el análisis de la creación de empresas de base tecnológica. Finalmente, en el quinto y último apartado se estudia la movilidad del personal investigador.

Además, en este capítulo se incorporan los siguientes recuadros. El primero, a cargo de Ismael Rodrigo, coordinador de la RedOTRI de Universidades, describe las principales funciones de la Red y analiza su papel dentro del sistema español de innovación y transferencia de tecnología. El segundo recuadro, cuyos autores son Liney Manjarrés-Henríquez, Jaider Vega-Jurado y Antonio Gutiérrez-Gracia analizan la incidencia de las relaciones universidad-empresa en la producción científica. Un tercer recuadro describe el funcionamiento de ICREA, una fundación impulsada por la Generalitat

de Catalunya para reclutar investigadores internacionales. De acuerdo a su autor, J. Bertranpetit, el papel de esta institución en el progreso de la ciencia y la tecnología en Cataluña ha sido decisivo y lo debe seguir siendo en el futuro. El cuarto recuadro, firmado por J. Azagra, discute el papel de las patentes de los centros públicos de investigación como indicadores de producción científica y transferencia de conocimiento. A. Díaz Carrasco, en su recuadro escribe sobre los mecanismos necesarios para reforzar los vínculos existentes entre educación, investigación científica y aplicada y desarrollo tecnológico que puedan materializarse en innovaciones de mercado. Antonio Aracil, director gerente de la Fundación Universidad-Empresa de la Universitat de València, se encarga en su recuadro de analizar el Programa de Estancias de Profesores Universitarios en Empresas Valencianas, que permite a profesores de cualquier área de conocimiento de su universidad tener la oportunidad de involucrarse en el proceso de trabajo de una empresa durante un periodo corto y bien planificado de tiempo. Finalmente, el último recuadro de este capítulo, a cargo de Carlos Andradas, sugiere que el único camino para el crecimiento sostenido de los niveles de bienestar reside en una apuesta decidida por la ciencia y la tecnología.

Como es habitual, este capítulo se cierra con un recuento de varios ejemplos sobre colaboración universidad-empresa. En esta edición del Informe CYD se incluyen los siguientes: “Máster en Tecnología y Gestión del Agua”, por Manuel Cermerón (Director General Aqualogy, AGBAR); “Sistema DaVinci:

solución integrada de referencia internacional para la gestión del tráfico ferroviario”, por Antonio Fernández Cardador y Paloma Cucala García (Instituto de Investigación Tecnológica IIT, Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas) junto con Francisco Javier Rivilla Lizano (INDRA; Jefe de Programa Transporte Ferroviario); “La experiencia de Telefónica con las universidades”, por Teresa Sánchez Godoy (Marketing AA.PP - Grandes Clientes - Dirección Empresas en Telefónica España); “La recuperación de la cultura del esfuerzo y del trabajo como eje de las relaciones universidad-empresa”, por Juan Antonio Germán (Mercadona); “Tendencias I+D+i del sistema agroalimentario en la universidad española: encuesta entre los miembros del consejo del conocimiento de Fundación Triptolemos”, por R. Clotet, Y. Colomer y A. Sabaté (Fundación Triptolemos); “El proyecto TCUE. Resultados e impacto en la transferencia de conocimiento universidad-empresa”, por Juan Casado Canales (Director de la Fundación Universidades de Castilla y León); “Proyecto Alzheimer 3π, claves del nuevo paradigma innovador IBM - Universidad Politécnica de Madrid”, por Elisa Martín Garijo (Directora de Tecnología e Innovación, IBM España); “El impacto de la cooperación universidad-empresa”, por Joaquín Moya-Angeler Cabrera (Presidente de Corporación Tecnológica de Andalucía); “ESTEVE - Parque Científico de la Universitat de Barcelona, un modelo único de innovación abierta en el ámbito de la I+D de nuevos medicamentos”, por Antoni Esteve (Presidente del Grupo ESTEVE).

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

El examen de los recursos universitarios parte del análisis del gasto interno en I+D¹ del sector de la enseñanza superior en España y su relación con el gasto que realizan otras instituciones. Asimismo, se analiza el volumen total de personas, ya sean investigadores u otro personal, que se dedican a actividades de I+D, también distinguiéndolos según los diferentes sectores institucionales en los que operan. Las fuentes de información utilizadas son la Estadística sobre Actividades de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, publicada por el INE, así como los datos provenientes de la publicación *Main Science and Technology Indicators 2011/2*

de la OCDE. En ambos casos, la información estadística se refiere al ejercicio 2010.

Por otra parte, las publicaciones científicas, las solicitudes de patentes y la solicitud y concesión de tramos de investigación son las variables que se utilizan para aproximar los resultados de la investigación universitaria. En este caso, las fuentes de información que se utilizan para obtener datos sobre las publicaciones científicas son el *Informe COTEC 2011* y los datos que produce el grupo de investigación SClmago a partir de la información contenida en la base de datos Scopus. La información referida a las

solicitudes de patentes y a la cesión de los derechos de las licencias de patentes proviene de la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y de la Encuesta de Investigación y Transferencia de conocimiento 2010 de las Universidades Españolas, de la RedOTRI de universidades, de donde también se obtienen los datos sobre la concesión de tramos de investigación.

a. Recursos destinados a la I+D

Gastos internos en I+D

De acuerdo con los datos publicados en la *Estadística sobre Actividades de I+D* del INE referida al año 2010, el gasto interno total en I+D como porcentaje del PIB creció apenas un 0,01 punto porcentual entre 2009 y 2010, alcanzando el 1,39% del PIB. Sin embargo, este ligero aumento no se nota en la contribución que los diferentes sectores institucionales tienen sobre el total, al presentar en todos los casos cifras idénticas a las del año anterior. A pesar de este estancamiento, derivado principalmente de las restricciones que impone la actual crisis económica, la evolución desde el año 2001 ha sido notable (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Gastos internos totales en actividades de I+D en relación con el PIB por sectores institucionales Período 2001-2010 (en %)

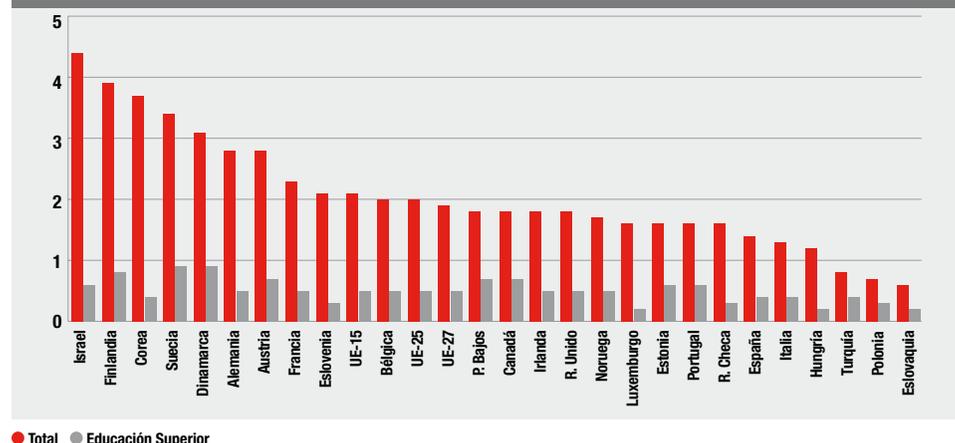
	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas y IPSFL	Total
2001	0,15	0,28	0,53	0,95
2002	0,15	0,29	0,54	0,99
2003	0,16	0,32	0,57	1,05
2004	0,17	0,31	0,58	1,06
2005	0,19	0,33	0,61	1,12
2006	0,20	0,33	0,67	1,20
2007	0,22	0,33	0,71	1,27
2008	0,25	0,36	0,74	1,35
2009	0,28	0,39	0,72	1,38
2010	0,28	0,39	0,72	1,39

Fuente: Estadística sobre Actividades de I+D 2010. INE.

1. De acuerdo con la metodología de la Estadística sobre Actividades de I+D, "se consideran gastos en actividades de I+D a todas las cantidades destinadas a actividades de I+D, realizadas dentro de la unidad o centro investigador (gastos internos)

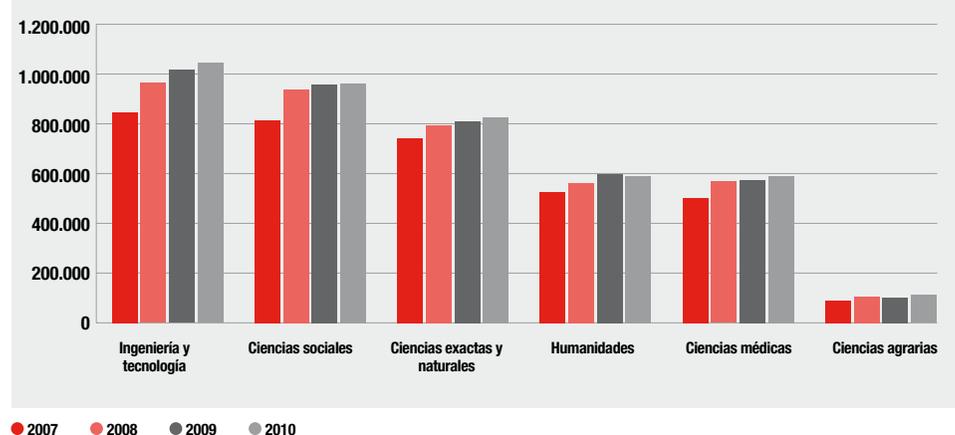
o fuera de éstos (gastos externos), cualquiera que sea el origen de fondos. Los gastos llevados a cabo fuera del centro pero en apoyo de tareas internas de I+D (compra de suministros para I+D, por ejemplo) también se incluirán como gastos internos en I+D.

Los datos relativos a gastos internos en I+D deben recogerse a partir de la información sobre los gastos internos de los que realizan I+D".

Gráfico 1. Comparación internacional del gasto interno en I+D en relación con el PIB. Año 2010 (en %)

● Total ● Educación Superior

Fuente: *Main Science and Technology Indicators. OCDE.*

Gráfico 3. Distribución del gasto en I+D por campos científicos. Periodo 2007-2010

● 2007 ● 2008 ● 2009 ● 2010

Fuente: *Estadística sobre actividades de I+D. INE.*

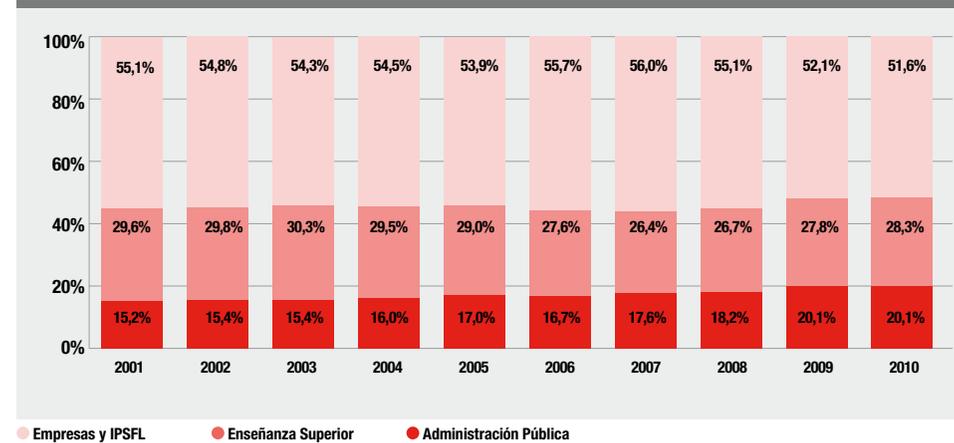
El gasto interno total en I+D como porcentaje del PIB creció un 0,01 punto porcentual entre 2009 y 2010, alcanzando el 1,39% del PIB.

A pesar de dicha evolución, en relación con la participación del gasto interno en actividades de I+D respecto al PIB, España sigue estando por debajo de la mayoría de países europeos y de los países miembros de la OCDE. De acuerdo con los datos de este organismo, en el año 2010 el gasto español en I+D se situó 0,54 puntos porcentuales por debajo de la media de la UE-27, 0,7 puntos porcentuales por debajo de la UE-15 y casi un punto porcentual por debajo del promedio de la OCDE. Sin embargo, esta diferencia se reduce si se compara el gasto en I+D en relación con el PIB del sector de enseñanza superior. En este caso, España se encuentra 0,54 puntos porcentuales por debajo de la UE-27, 0,11 puntos porcentuales por debajo de la UE-15 y 0,05 puntos porcentuales por debajo del promedio de los

países de la OCDE. Estas diferencias, referidas al ejercicio 2010, se han ampliado respecto a los datos presentados en el Informe CYD 2010, con datos del año 2008 (véase gráfico 1).

En el año 2010, según los datos de la OCDE, el gasto español en I+D representó el 1,37% del PIB, 0,54 puntos porcentuales por debajo de la media de la UE-27, 0,7 puntos porcentuales por debajo de la UE-15 y casi un punto porcentual por debajo del promedio de la OCDE.

En relación con el esfuerzo en I+D realizado por algunos países de la OCDE, en 2010 España se situó por encima de países como Italia, Hungría o Polonia. Sin embargo, sigue estando lejos de alcanzar los niveles de economías como las de Israel, Finlandia, Corea o Suecia donde el gasto en I+D en relación con el PIB superó el 3% y en el caso de Israel superó el 4%.

Gráfico 2. Estructura porcentual del gasto interno en I+D por sectores institucionales. Periodo 2001-2010

● Empresas e IPSFL ● Enseñanza Superior ● Administración Pública

Fuente: *Estadística sobre actividades de I+D. INE.*

Si se compara el gasto en I+D del sector de enseñanza superior en relación con el PIB, España se coloca en el 0,39%, por debajo de la UE-27 (0,47%), de la UE-15 (0,50%) y también por debajo del promedio de los países de la OCDE (0,44%).

Los datos de la *Estadística sobre Actividades de I+D* del INE indican que el gasto interno total en I+D se mantuvo en 2010 prácticamente en los mismos niveles que en 2009 (un aumento de una décima). Sin embargo, los componentes de este esfuerzo sí que han presentado variaciones. Por un lado, a la fuerte reducción del gasto en I+D del sector empresarial y de las instituciones privadas sin fines de lucro (IPSFL) del 2009 se le añadió una disminución más en 2010, del 0,8%. Por otro, esta caída fue compensada por incrementos en el gasto interno total del I+D del sector Administración pública (0,1%) y especialmente por el aumento registrado en el gasto en I+D del sector de enseñanza superior, que se incrementó un 1,6% respecto al 2009.

El gasto interno total en I+D se mantuvo en 2010 en los mismos niveles que en 2009. Sin embargo, los componentes de este esfuerzo sí que presentaron variaciones: mientras el sector empresarial y las IPSFL cayeron, el gasto interno total del I+D del sector enseñanza superior se incrementó en 1,6 puntos.

La evolución antes descrita tiene efectos sobre el peso relativo de cada sector institucional en el gasto interno en I+D. Así, el sector educación superior continuó aumentando su participación en el gasto interno total en

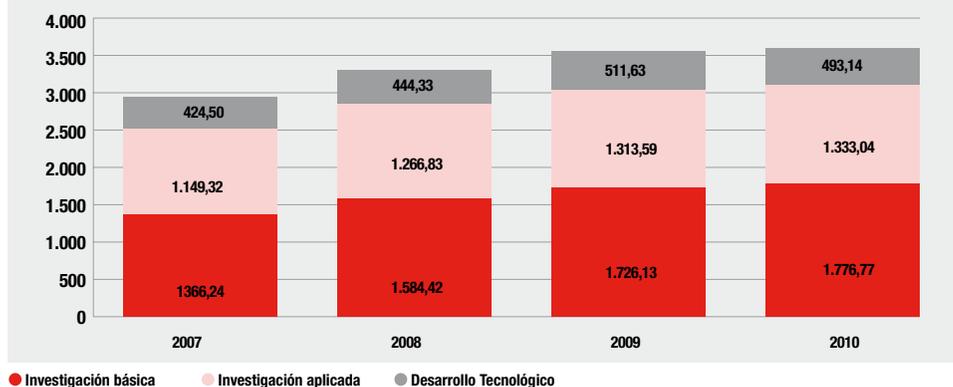
I+D, hasta alcanzar en 2010 el 28,3%, 0,5 puntos porcentuales más que en 2009. El sector privado redujo su participación sobre el gasto total en 0,5 puntos porcentuales entre 2010 y 2009, llegando a su nivel más bajo de participación desde el año 2001. El sector de la Administración pública mantuvo su participación en el mismo nivel del año anterior (20,1%) (véase gráfico 2).

El sector educación superior continuó aumentando su participación en el gasto interno total en I+D, alcanzando en 2010 el 28,3%, 0,5 puntos porcentuales más que en 2009.

El análisis de la distribución de los gastos en I+D según los campos científicos indica que la estructura de los mismos se ha mantenido relativamente estable en los últimos años. En este sentido, las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias exactas y naturales, y ciencias sociales siguieron concentrando más de dos terceras partes del gasto en I+D del sector de enseñanza superior. Sin embargo, los campos de ingeniería y tecnología, ciencias exactas y naturales y ciencias médicas observaron aumentos en su participación en 2010 en relación con el año anterior, mientras que el resto de áreas se estancaron (véase gráfico 3).

El análisis según campos científicos indica que las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias exactas y naturales, y ciencias sociales siguieron concentrando más de dos terceras partes del gasto en I+D del sector de enseñanza superior.

Gráfico 4. Distribución del gasto en I+D por tipo de investigación. Periodo 2007-2010



Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

El gasto que las instituciones de educación superior dedicaron a la investigación básica se incrementó en un 2,9% entre 2010 y 2009, alcanzando un total de 1.776,8 millones de euros, lo que representó el 49,3% del gasto total en I+D del sector de enseñanza superior. Por su parte, los gastos en I+D dedicados a la investigación aplicada se incrementaron tan solo un 1,5%, llegando a los 1.333 millones de euros y manteniendo su participación relativa del 37% del gasto de este sector. Finalmente, el tipo de gasto más afectado por la situación económica fue el dirigido al desarrollo tecnológico, actividad en la que el sector de enseñanza superior gastó en 2010 un 3,6% menos que en 2009, una cifra cercana a los 493 millones de euros. Por este motivo, la participación de este tipo de gasto en la distribución porcentual bajó hasta el 13,7% (véase gráfico 4).

El gasto que las instituciones de educación superior dedican a la investigación básica se incrementó en un 2,9% en 2010, llegando a representar el 49,3% del gasto total en I+D del sector de enseñanza superior.

El gasto en I+D del sector universitario puede financiarse por varias vías, entre las que destacan: i) fondos propios²; ii) fondos generales universitarios³; iii) financiación pública⁴; iv) financiación de empresas; v) financiación de universidades; vi) fondos de

instituciones privadas sin fines de lucro; y vii) financiación del extranjero. En el ejercicio 2010, los fondos generales universitarios siguieron siendo la fuente de financiación más importante, con una aportación del 46,3% del total del gasto en I+D de este sector. En segundo lugar se encuentran los fondos provenientes de la financiación pública, los cuales representaron el 26,4%. Las fuentes de menor importancia fueron la financiación proveniente de centros de enseñanza superior y los fondos provenientes de las IPSFL. Esta estructura de la financiación ha variado muy poco en los últimos años.

En cualquier caso, la estructura de financiación cambia sustancialmente cuando se comparan los distintos tipos de instituciones que conforman el sector de enseñanza superior. Para las universidades privadas la principal fuente de financiación son los fondos propios, que en el año 2010 representaron el 58,5% del total de recursos destinados a actividades de I+D. Asimismo, se constata una mayor colaboración entre este tipo de instituciones y el sector privado, ya que la financiación empresarial representó el 15,4% del total de fondos, más del doble que en el caso de las universidades públicas. En relación con estas últimas, la principal fuente de financiación en 2010 fueron los fondos generales universitarios que representaron el 50,7% del total de recursos destinados a actividades de I+D. Los fondos provenientes de las Administraciones públicas ocuparon

Cuadro 2. Fuentes de financiación del I+D por tipo de centro (euros y estructura porcentual). Año 2010^{a,b}

	Universidades públicas		Universidades privadas		Otros centros	
	€	%	€	%	€	%
Fondos propios	400.697	10,6%	131.818	58,5%	22.655	17,8%
Fondos generales universitarios	1.910.826	50,7%	0	0,0%	0	0,0%
Financiación pública	982.081	26,0%	44.184	19,6%	60.407	47,5%
Financiación de empresas	265.785	7,0%	34.648	15,4%	24.513	19,3%
Financiación de universidades	7.503	0,2%	434	0,2%	1.101	0,9%
Financiación de IPSFL	40.516	1,1%	7.040	3,1%	2.352	1,9%
Financiación del extranjero	163.440	4,3%	7.123	3,2%	16.027	12,6%
Gasto total	3.770.849	100,0%	225.247	100,0%	127.054	100,0%

Nota: a) Valores en miles de euros. b) Porcentaje respecto al gasto total de cada tipo de centro. Fuente: Estadística sobre actividades de I+D 2010. INE

el segundo lugar en importancia, financiando el 26% del total de gastos internos en I+D, mientras que los fondos propios solamente cubrieron el 10,6% de este gasto.

En el ejercicio 2010, los fondos generales universitarios siguieron siendo la fuente de financiación más importante, con una aportación del 46,3% del total del gasto en I+D de este sector.

Un tercer colectivo conforma el sector de enseñanza superior. En este caso se hace referencia a otros centros de educación superior, como IPSFL dedicadas al servicio de la educación superior, institutos tecnológicos y otros establecimientos postsecundarios, así como también institutos de investigación, estaciones de ensayo, observatorios astronómicos y clínicas bajo el control directo de instituciones de enseñanza superior. Para este colectivo, la principal fuente de financiación en 2010 fueron las administraciones públicas –que aportaron el 47,5% de los recursos– y la financiación empresarial –un 19,3% adicional. Como en el caso de las universidades privadas, los fondos propios son también importantes, con una aportación del 17,8% de los recursos para la I+D (véase cuadro 2).

Tal y como puede apreciarse en el cuadro 2, el peso de las universidades públicas en el gasto total en I+D del sector universitario

en 2010 se situó en el 91,5%; el de las universidades privadas fue el 5,5% del total mientras que el 3,1% restante fue ejecutado por otros centros de educación superior. Esta estructura porcentual no ha presentado cambios importantes en los últimos años. La única tendencia que destaca, y que ya se ha apuntado en ediciones anteriores de este informe, es que las universidades privadas han aumentado su participación dentro del total de gastos de I+D del sector.

El peso de las universidades públicas en el gasto total en I+D del sector universitario en 2010 se situó en el 91,5%. Esta estructura porcentual no ha presentado cambios importantes en los últimos años.

Personal dedicado a actividades de I+D

Atendiendo a los resultados publicados en la *Estadística sobre Actividades de I+D* correspondientes al 2010, el personal empleado en actividades de I+D, en su equivalente a jornada completa (EJC), en el periodo 2001-2010, se ha incrementado a una tasa media de crecimiento anual de 6,1%, pasando de 130.353 empleados en 2001 a 222.022 en 2010. Sin embargo, esta evolución no ha sido continuada, ya que se observa un crecimiento muy notable en el periodo 2001-2008, y una desaceleración del

2. Los fondos propios se refieren al ingreso de dotaciones, cartera de acciones y bienes, así como también a ingresos procedentes de la venta de servicios que no sean de I+D.

3. Los fondos generales universitarios se refieren a la subvención general destinada a la financiación universitaria, aportada a las universidades por el Ministerio de Educación y por las Administraciones Autonómicas.

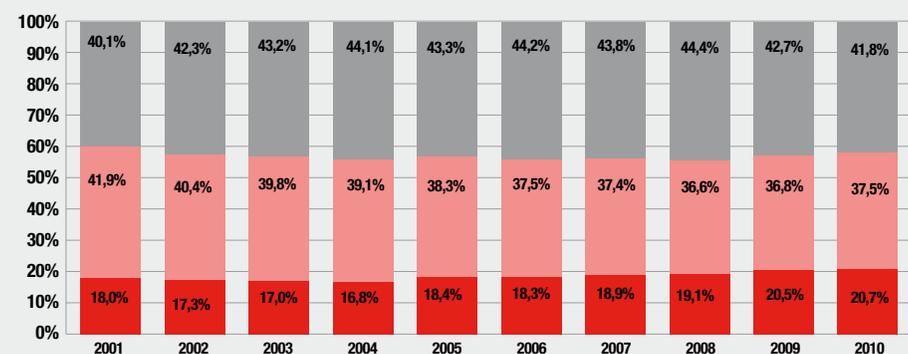
4. La financiación pública es aquella que proviene de contratos de I+D y fondos bien definidos para I+D procedentes de la Administración pública tanto central, como local o autonómica.

Cuadro 3. Personal dedicado a actividades de I+D por sectores institucionales. Periodo 2001-2010

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas e IPSFL	Total
2001	23.483	54.623	52.248	130.353
2002	23.211	54.233	56.814	134.258
2003	25.760	60.307	65.421	151.487
2004	27.166	63.331	71.436	161.933
2005	32.077	66.996	75.701	174.773
2006	34.588	70.950	83.440	188.978
2007	37.919	75.148	88.042	201.108
2008	41.139	78.846	95.691	215.676
2009	45.353	81.203	94.221	220.777
2010	46.008	83.300	92.714	222.022

Fuente: Estadística sobre Actividades de I+D 2010. INE.

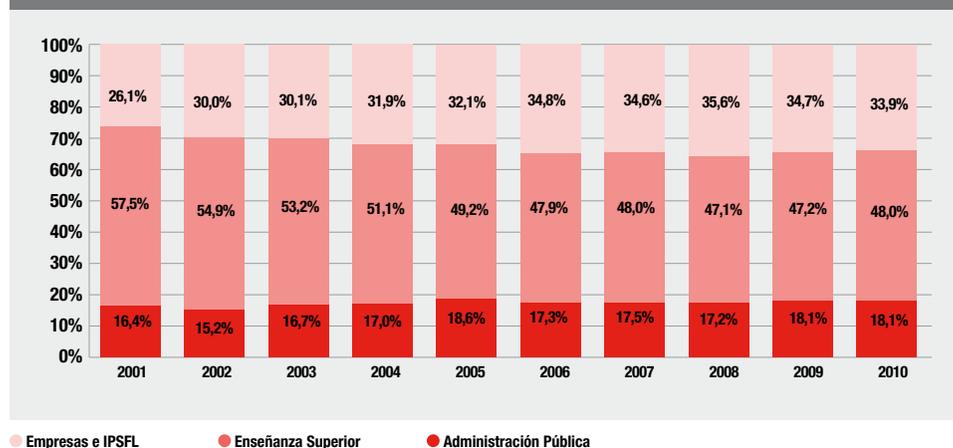
Gráfico 5. Distribución porcentual del personal empleado en actividades de I+D por sectores institucionales. Periodo 2001-2010



● Empresas e IPSFL ● Enseñanza Superior ● Administración Pública

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

Gráfico 6. Distribución porcentual del número de investigadores por sector institucional. Periodo 2001-2010



● Empresas e IPSFL ● Enseñanza Superior ● Administración Pública

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

mismo en los últimos años, de tal suerte que en datos de 2010 tan solo creció un 0,6% en relación con el de 2009.

El personal dedicado a I+D en la enseñanza superior aumentó en 2010 un 2,6% respecto al año anterior, alcanzando un total de 83.300 empleados (EJC), es decir, el 37,5% del total de empleados en I+D.

Por sectores, el personal dedicado a I+D en la enseñanza superior aumentó el 2010 un 2,6% respecto al año anterior, alcanzando un total de 83.300 empleados (EJC), es decir, el 37,5% del total de empleados en I+D. La participación relativa del sector de enseñanza superior sobre el personal total empleado en actividades de I+D se ha vuelto a incrementar por segundo año consecutivo, en franca contraposición a lo ocurrido en el periodo 2001-2008, en que pasó de representar el 42% del total de personal dedicado a I+D al 36,6%. Véase cuadro 3.

Es el sector Administración pública el que ha mostrado un mayor dinamismo en cuanto a la creación de empleo en actividades de I+D, pasando de 23.483 empleados en 2001, a 46.008 en 2010, es decir, un crecimiento medio anual del 8%. Este incremento sostenido en el personal de I+D ha permitido aumentar la participación de este sector sobre el total, y contrata ya a algo más de una quinta parte del personal total empleado en actividades de I+D.

En el sector empresarial y las IPSFL, el personal empleado en actividades de I+D decreció un 1,6% entre 2010 y 2009, lo que significó una destrucción de alrededor de 1.500 empleos de alta cualificación. La participación relativa de este sector sobre el total de empleados en I+D durante el 2010 se redujo en un punto porcentual, volviendo a los niveles de participación de principios de siglo. A pesar de esta evolución, el sector empresarial sigue concentrando al mayor

Cuadro 4. Porcentaje de investigadores sobre el personal total empleado en actividades de I+D por sector institucional. Periodo 2001-2010

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas e IPSFL	Total
2001	56,9	86,0	40,9	62,7
2002	54,4	84,3	43,9	62,1
2003	60,1	81,6	42,6	61,1
2004	63,1	81,5	45,1	62,4
2005	63,7	80,6	46,6	62,8
2006	58,0	78,1	48,3	61,3
2007	56,5	78,3	48,2	61,0
2008	54,9	78,3	48,8	60,7
2009	53,3	77,8	49,3	60,6
2010	53,0	77,5	49,3	60,6

Fuente: Estadística sobre Actividades de I+D 2010. INE.

número de empleados en tareas de I+D, el 42% del total en 2010 (véase gráfico 5).

La participación relativa del sector de enseñanza superior sobre el personal total empleado en actividades de I+D se ha vuelto a incrementar por segundo año consecutivo, en franca contraposición a lo ocurrido en el periodo 2001-2008, en que pasó de representar el 42% del total de personal dedicado a I+D al 36,6%.

Dentro del personal dedicado a actividades de I+D, los investigadores representan a un colectivo particularmente relevante. El número de investigadores mantuvo la senda de crecimiento de la última década, alcanzando un total de 134.653 investigadores EJC en 2010, un 0,6% más que en 2009. Sin embargo, la desaceleración del ritmo de crecimiento es más notable si cabe en este año, ya que en 2009 esta había sido del 2,2%

y en 2008 se había registrado una notable expansión del número de investigadores del 6,8%. No obstante, se observan diferencias entre los sectores institucionales, ya que mientras los investigadores en empresas e IPSFL caen un 1,7%, los de la Administración pública aumentan un 0,9% y los de enseñanza superior crecen un 2,2%.

La evolución antes descrita afecta la importancia relativa de los diferentes sectores institucionales (gráfico 6). En 2010, el 48% del total de investigadores se encontraban empleados en el sector de enseñanza superior, porcentaje inferior a la participación que este sector tenía en 2001 (57,5%). Además, el peso que representan los investigadores sobre el total de empleados en actividades de I+D en el sector de enseñanza superior se ha reducido sistemáticamente desde 2001, acumulando un retroceso de 10 puntos porcentuales. Como el número de investigadores en el total de personas

Cuadro 5. Gasto total por investigador EJC por sectores institucionales. Periodo 2001-2010

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas	IPSFL	Total
2001	74,1	41,0	171,9	63,6	78,0
2002	87,8	46,8	159,4	52,2	86,3
2003	81,5	50,7	161,1	61,7	88,8
2004	83,2	51,2	151,8	67,4	88,6
2005	85,0	54,8	156,6	65,1	92,9
2006	98,2	58,9	164,2	59,2	102,0
2007	109,7	59,8	177,1	70,4	108,8
2008	118,4	63,7	174,1	77,9	112,2
2009	121,1	64,2	164,0	93,1	109,0
2010	120,2	63,8	165,4	91,7	108,3

Nota: valores en miles de euros.

Fuente: Estadística sobre Actividades de I+D 2010. INE.

Cuadro 6. Personal de apoyo a la investigación por investigador. Periodo 2001-2010

	Administración pública	Enseñanza superior	Empresas	IPSFL	Total
2001	0,76	0,16	1,49	0,47	0,60
2002	0,84	0,19	1,29	0,43	0,61
2003	0,66	0,22	1,36	0,51	0,64
2004	0,58	0,23	1,22	0,81	0,60
2005	0,57	0,24	1,15	0,67	0,59
2006	0,72	0,28	1,08	0,60	0,63
2007	0,77	0,28	1,08	0,67	0,64
2008	0,82	0,28	1,05	0,63	0,65
2009	0,88	0,29	1,03	0,68	0,65
2010	0,89	0,29	1,03	0,60	0,65

Fuente: Estadística sobre Actividades de I+D 2010. INE.

Se rompe así la tendencia de los últimos años en que este indicador había mostrado un crecimiento sostenido.

Comparando el sector enseñanza superior con los otros sectores, en 2010 el gasto total por investigador en el sector empresarial es 2,6 veces más alto, si bien es verdad que dicha diferencia se ha venido reduciendo desde el 2001, cuando era de 4,2. En 2010, el gasto total por investigador del sector público fue 1,9 veces más alto que el del sector de enseñanza superior, mientras que en el caso de las IPSFL fue 1,4 veces mayor.

Los gastos en I+D por investigador en el sector educación superior se encuentran actualmente alrededor del 60% de la media general. Si bien es verdad que esta brecha tiende a reducirse con el tiempo, sigue siendo el sector institucional con un menor gasto por investigador.

No se observan cambios significativos respecto a la proporción de personal de apoyo a la investigación por investigador en EJC en los últimos años. En España actualmente hay 65 personas de apoyo por cada 100 investigadores –ambas cifras en EJC. Si bien es cierto que esta proporción varía notablemente dependiendo del sector institucional, también lo es que dentro de los sectores se observa la misma estabilidad. Así, es el sector privado el que presenta una mayor cantidad de personal de apoyo por investigador con 1,03 personas de apoyo por investigador EJC. El sector de enseñanza superior se ha caracterizado por presentar la menor proporción de personal de apoyo

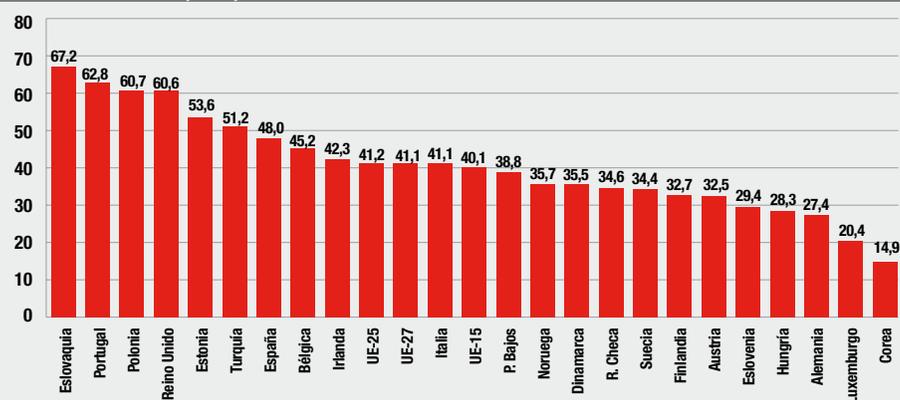
por investigador de todos los sectores institucionales. En 2010, la proporción de personal de apoyo por investigador fue de 0,29, igual a la registrada el año anterior. No obstante, la situación actual contrasta enormemente con la de principios de siglo, cuando la relación de personal de apoyo por investigador en este sector se situaba en el 0,16 (véase cuadro 6).

En relación con el sector de enseñanza superior, en 2010 el gasto total por investigador en el sector empresarial fue 2,6 veces más alto, el gasto total por investigador del sector público fue 1,9 veces más alto, mientras que en el caso de las IPSFL fue 1,4 veces mayor.

En el ámbito de las comparaciones internacionales, el peso relativo de los investigadores del sector universitario sobre el total en la UE-27 fue del 41,1% en 2010, casi siete puntos porcentuales por debajo del dato de España, que alcanzó el 48%. Así, en términos comparativos, el peso del sector de enseñanza superior español tiene una mayor importancia en el ámbito de la I+D que en la media europea. Según los datos disponibles de la OCDE para 2010, Eslovaquia fue el país que presentó un mayor porcentaje de investigadores del sector de enseñanza superior sobre el total, con un 67,2%, seguido de Portugal con un 62,8% (véase gráfico 7).

El peso relativo de los investigadores del sector universitario sobre el total en la UE-27 fue del 41,1% en 2010, casi siete puntos porcentuales por debajo del dato de España, que alcanzó el 48%.

Gráfico 7. Comparación internacional de la proporción de investigadores del sector de enseñanza superior sobre el total nacional (en %). Año 2010



Fuente: Main Science and Technology Indicators. OCDE.

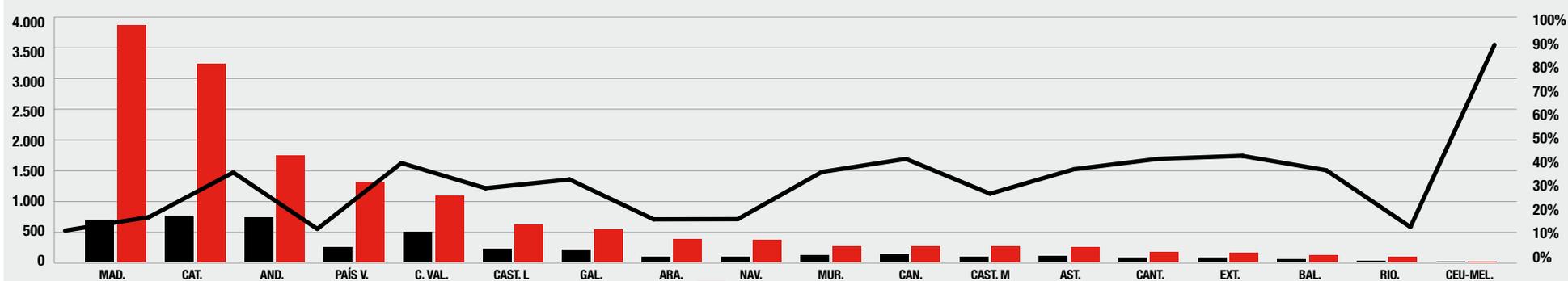
dedicadas a tareas de I+D se ha mantenido relativamente estable, el notable incremento de este porcentaje en el sector empresas e IPSFL junto con una relativa estabilidad en el caso de la Administración pública son los factores que explican este fenómeno (véase cuadro 4).

Los recursos de los que dispone cada investigador, medidos como el gasto per cápita, así como el personal de apoyo a tareas de I+D representan una aproximación a los medios de los que se dispone para realizar las tareas encomendadas. El gasto total por investigador se redujo un 0,6% entre 2010 y 2009, mostrando un decrecimiento por segundo año consecutivo y cambiando de esta manera la tendencia creciente de la última década. En 2010 el gasto total por investigador fue de 108.300 euros al año, alrededor de 600 euros menos al gasto medio de 2009. Esta reducción se debió, en mayor medida, a la caída del gasto en I+D por investigador en el sector IPSFL, que

cayó un 1,5%. El sector enseñanza superior también registró una caída en el gasto total por investigador, en este caso del 0,6%, pasando de 64.200€ en 2009 a 63.800€ en 2010. Se rompe así la tendencia de los últimos años en que este indicador había mostrado un crecimiento sostenido. Los gastos en I+D por investigador en este sector se encuentran actualmente alrededor del 60% de la media general. Si bien es verdad que esta brecha tiende a reducirse con el tiempo, sigue siendo el sector institucional con un menor gasto por investigador. Además, otros sectores institucionales, en particular la Administración pública, han presentado una evolución notablemente favorable, y se han situado muy por encima de la media en 2010, cuando en 2001 estaban por debajo de la misma (véase cuadro 5).

El sector enseñanza superior registró una caída en el gasto total por investigador del 0,6%, pasando de 64.200€ en 2009 a 63.800€ en 2010.

Gráfico 8. Gasto en I+D total y del sector enseñanza superior por comunidades autónomas (millones de euros y porcentaje). Año 2010



● Total ● Enseñanza Superior — % sobre I+D total en la CCAA (escala derecha)

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

Recursos destinados a la investigación por comunidades autónomas

Como en otros ámbitos, en España existe una marcada distribución territorial en relación con las actividades de I+D. En el ejercicio 2010, cuatro comunidades autónomas concentraron el 60% del gasto en I+D del sector universitario: Cataluña, Madrid, Andalucía y el País Vasco. Entre estas, aquella cuyo sector universitario gastó más fue Cataluña, con un total de 755 millones de euros, alrededor del 18% del gasto total de este sector en España. La segunda comunidad en cuanto al gasto en I+D del sector de enseñanza superior fue Andalucía, con un total de 723 millones de euros (17,5% del total). El gasto en I+D del sector de enseñanza superior en Madrid fue de 686 millones de euros (16,6% del total) y la Comunidad Valenciana gastó un total de 495 millones de euros, representando el 12% del total español (véase gráfico 8).

En el ejercicio 2010, cuatro comunidades autónomas concentraron el 60% del gasto en I+D del sector universitario: Cataluña, Madrid, Andalucía y el País Vasco.

Una forma alternativa de ver el gasto en I+D del sector enseñanza superior, es analizar el peso que este sector tiene en el gasto total de la comunidad autónoma. En este sentido, en Cataluña, la región con el sistema universitario que más gasta en términos absolutos en I+D, este gasto representa el 23% del gasto total. La región que presenta la mayor participación de la enseñanza superior dentro del gasto total regional en I+D es Ceuta y Melilla, donde se alcanza una proporción del 95% en el año

2010. Se trata, está claro, de una situación atípica ya que en ningún otro caso dicha participación supera el 50%. Entre las regiones en que mayor peso tiene el sector universitario en el gasto total en I+D se encuentran Extremadura (49%), Cantabria (48%) y Canarias (48%). Por su parte, las regiones en donde la participación de las universidades en el gasto total en I+D es menor son el País Vasco (18%), Madrid (18%) y La Rioja (19%).

Si se atiende al número de personas dedicadas a tareas de I+D también se observa una desigual distribución territorial. Del mismo modo que los gastos en I+D del sector de enseñanza superior, más del 60% del personal empleado en actividades de I+D del sector enseñanza superior y de los investigadores de este sector se encuentran concentrados en cuatro comunidades autónomas; Madrid, Cataluña, Valencia y Andalucía. Cataluña y Madrid concentraron al mayor número de investigadores y de personas empleadas en el sector de la enseñanza superior, agrupando al 36,3% en ambos casos. También existen marcadas disparidades regionales en cuanto al número de investigadores en la enseñanza superior como porcentaje del personal total en I+D del sector analizado. Así, destaca por ejemplo que en Canarias, La Rioja y Aragón dicha proporción sea cercana o superior al 90% mientras que en territorios como Castilla-La Mancha (63,9%), Andalucía (69,1%) y la Comunidad Valenciana (71,1%) se registren participaciones mucho más bajas (véase cuadro 7).

Entre las regiones en que mayor peso tiene el sector universitario en el gasto total en I+D se encuentran Extremadura (49%), Cantabria (48%)

Cuadro 7. Personal empleado en I+D y número de investigadores por comunidades autónomas. Año 2010

	Número de personas		% respecto al total de España		% de investigadores
	Personal en I+D	Investigadores	Personal en I+D	Investigadores	
Andalucía	12.180	8.421	14,6	13,0	69,1
Aragón	3.113	2.954	3,7	4,6	94,9
Asturias	1.603	1.411	1,9	2,2	88,0
Balears, Illes	1.111	878	1,3	1,4	79,0
Canarias	2.070	1.842	2,5	2,9	89,0
Cantabria	914	713	1,1	1,1	78,0
Castilla y León	4.615	3.791	5,5	5,9	82,1
Castilla-La M.	1.292	826	1,6	1,3	63,9
Cataluña	15.046	11.024	18,1	17,1	73,3
C. Valenciana	9.889	7.029	11,9	10,9	71,1
Extremadura	1.300	1.031	1,6	1,6	79,3
Galicia	5.337	4.083	6,4	6,3	76,5
Madrid	15.152	12.403	18,2	19,2	81,9
Murcia	3.634	3.069	4,4	4,8	84,4
Navarra	1.995	1.644	2,4	2,5	82,4
País Vasco	3.572	3.047	4,3	4,7	85,3
Rioja	443	399	0,5	0,6	90,0
Ceuta y Melilla	35	27	0,0	0,0	77,1
Total	83.300	64.590	100,0	100,0	77,5

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

y Canarias (48%). Por su parte, las regiones en donde la participación de las universidades en el gasto total en I+D es menor son el País Vasco (18%), Madrid (18%) y La Rioja (19%).

b. Los resultados de la investigación universitaria

Una vez analizados los recursos destinados a la I+D universitaria, así como la importancia que los gobiernos y las empresas conceden

a la investigación en las universidades, es conveniente analizar los resultados de la investigación en las universidades españolas, a través de tres indicadores: i) el número de publicaciones científicas en revistas de ámbito nacional e internacional, ii) las solicitudes de patentes y iii) los tramos de investigación concedidos a los profesores de las distintas universidades.

Los resultados de la investigación universitaria, como se ha explicado, se aproximan por medio de las publicaciones científicas, las

Cuadro 8. Publicaciones científicas de las universidades españolas. Periodo 2003-2010

Universidad	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	Posición
Barcelona	2169	2278	2540	2715	2926	3163	3342	3144	22277	1
Complutense de Madrid	1744	2010	2074	2370	2423	2695	2831	2921	19068	2
Autónoma de Barcelona	1358	1576	1906	2185	2436	2682	2868	3091	18102	3
València	1463	1628	1734	1984	2040	2291	2372	2504	16016	4
Politécnica de Catalunya	1129	1463	1677	1928	2113	2300	2375	2352	15337	5
Autónoma de Madrid	1368	1545	1712	1867	2043	2130	2237	2314	15216	6
Granada	1102	1148	1278	1565	1674	1757	1972	2160	12656	7
Sevilla	1029	1168	1307	1320	1425	1533	1743	1912	11437	8
Politécnica de València	760	976	1143	1285	1553	1597	1905	1906	11125	9
País Vasco	936	1066	1074	1308	1255	1496	1597	1864	10596	10
Santiago de Compostela	1090	1075	1179	1324	1378	1415	1467	1548	10476	11
Zaragoza	804	932	1070	1291	1400	1482	1680	1754	10413	12
Politécnica de Madrid	721	919	1049	1226	1407	1418	1674	1733	10147	13
Oviedo	780	795	812	986	965	1096	1116	1296	7846	14
Vigo	554	583	689	775	837	887	889	1092	6306	15
Navarra	509	615	649	720	847	868	1024	1008	6240	16
Murcia	510	577	691	691	831	878	991	1018	6187	17
Castilla-La Mancha	397	478	612	746	906	884	1034	1125	6182	18
Salamanca	485	582	643	698	752	837	882	926	5805	19
Valladolid	511	576	642	715	714	847	818	826	5649	20
Málaga	440	582	607	700	730	781	907	868	5615	21
Carlos III de Madrid	409	417	540	642	723	746	947	937	5361	22
Rovira i Virgili	374	430	531	624	725	725	832	896	5137	23
Alacant	379	433	536	698	717	748	771	807	5089	24
Alcalá	398	430	546	593	741	692	802	758	4960	25
Cantabria	386	431	510	601	654	742	723	839	4886	26
La Laguna	436	461	526	575	621	671	671	843	4804	27
Córdoba	356	428	430	565	581	621	668	766	4415	28
Pompeu Fabra	292	354	368	487	603	672	762	845	4383	29
Extremadura	347	447	479	527	594	592	674	697	4357	30
Illes Balears	357	431	496	514	513	551	669	666	4197	31
Miguel Hernández	328	369	404	470	501	529	559	565	3725	32
A Coruña	299	320	334	384	439	453	532	589	3350	33
Jaume I	303	367	367	398	428	473	475	477	3288	34
Rey Juan Carlos	137	227	320	377	491	473	598	597	3220	35
Girona	218	266	327	382	405	451	498	587	3134	36
Jaén	288	254	312	354	388	419	474	489	2978	37
Las Palmas de Gran Canaria	286	290	327	354	398	360	423	437	2875	38
Cádiz	257	304	303	347	344	395	424	432	2806	39
Pública de Navarra	249	269	310	333	371	378	391	417	2718	40
UNED	219	230	286	321	339	402	444	428	2669	41
Almería	226	236	263	292	364	328	394	383	2486	42
Lleida	209	222	264	345	300	382	354	397	2473	43
Politécnica de Cartagena	137	166	224	247	312	297	379	347	2109	44
León	187	200	220	280	285	287	322	313	2094	45
Pablo de Olavide	76	108	147	176	214	271	319	344	1655	46
Huelva	126	127	163	161	200	246	261	293	1577	47
Burgos	87	114	118	114	171	150	160	180	1094	48
La Rioja	84	100	113	120	133	135	142	174	1001	49
Ramon Llull	66	82	89	104	150	136	169	169	965	50
San Pablo CEU	70	72	95	101	84	119	104	105	750	51
Cardenal Herrera CEU	35	43	55	41	83	67	75	101	500	52
Oberta de Catalunya	12	22	24	26	58	92	108	117	459	53

solicitudes de patentes y concesión de tramos de investigación. Las fuentes de información utilizadas en este caso son, por una parte, los datos que produce el grupo de investigación SCImago al procesar la base de datos Scopus, 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 la encuesta de la RedOTRI de universidades. En el caso de las solicitudes de patentes se utiliza la información publicada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). La información sobre la cesión de derechos de las licencias de patentes y la concesión de tramos de investigación se utiliza la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas, de la RedOtri.

Las publicaciones científicas

Como se ha señalado, la información utilizada en este apartado proviene de la base de datos Scopus desarrollada por Elsevier, B.V., el primer editor mundial de revistas científicas. Esta fuente de información, alternativa a la tradicional Web of Science (WoS) de Thompson Reuters, permite un estudio más pormenorizado de los resultados de la investigación de las universidades españolas y de su posicionamiento en el mundo científico. La base de datos Scopus duplica el número de revistas de la WoS, permitiendo un análisis de mayor alcance. Actualmente, la mencionada base de datos incluye más de 20 millones de documentos con sus referencias bibliográficas, procedentes de casi 20.000 revistas científicas

Nota: Universidades españolas con más de 100 documentos en Scopus en 2010. Fuente: Grupo SCImago con datos Scopus (www.scimagoir.com).

de todos los campos que han sido publicados desde 1996. Los resultados derivados de la información proveniente de la WoS se pueden consultar en el capítulo V de este informe. En análisis de la producción científica de las universidades españolas se basa en dos indicadores. El primero, la producción científica, contabiliza el número de documentos publicados por las diferentes instituciones de educación superior en el periodo 2003-2010 incluyendo todas las tipologías documentales en la base de datos utilizada. Se ha realizado recuento completo, lo que significa que cada documento es atribuido una vez, de forma simultánea, a cada una de las afiliaciones institucionales distintas que aparecen en el mismo.

Los resultados se muestran en el cuadro 8. Como puede apreciarse, la producción científica española ha crecido significativamente en el periodo considerado, a una tasa de crecimiento media anual acumulativa de 10% para el conjunto de las universidades incluidas en el cuadro. Sin embargo, el ritmo de avance de la producción científica ha ido desacelerándose gradualmente durante el periodo analizado. Así, el crecimiento de la producción científica de las universidades españolas entre 2004 y 2003 fue de casi el 14%, mientras que el ritmo de avance en el periodo 2010-2009 fue inferior al 5%. A nivel institucional y considerando la totalidad del periodo, se observan evoluciones muy dispares. Por una parte, un conjunto de universidades con tasas de crecimiento de su producción científica por encima del 20% anual acumulativo –es el caso de la Universitat Oberta de Catalunya, la Universidad Pablo de Olavide y la Universidad Rey Juan Carlos. Por otra,

universidades que aumentan su producción científica por debajo de la media, como son las universidades San Pablo CEU, Barcelona y Santiago de Compostela, con ritmos de avance promedio anual cercanos al 5%.

En la última columna se ha incluido la posición de cada universidad respecto al total de publicaciones acumuladas en el periodo considerado. En las primeras posiciones se sitúan las universidades más grandes, con mayor plantilla de personal docente y de investigación. Si bien es verdad que aparentemente la posición en el ranking es bastante estable, en el periodo considerado hay cambios notables. Por ejemplo, la Universidad Rey Juan Carlos se mueve trece posiciones, pasando de la 45 en 2003 a la 32 en 2010 (sobre un total de 53 instituciones). Otros movimientos notables dentro del ranking son los de las universidades Pompeu Fabra y Castilla-La Mancha, que suben once y nueve posiciones, respectivamente.

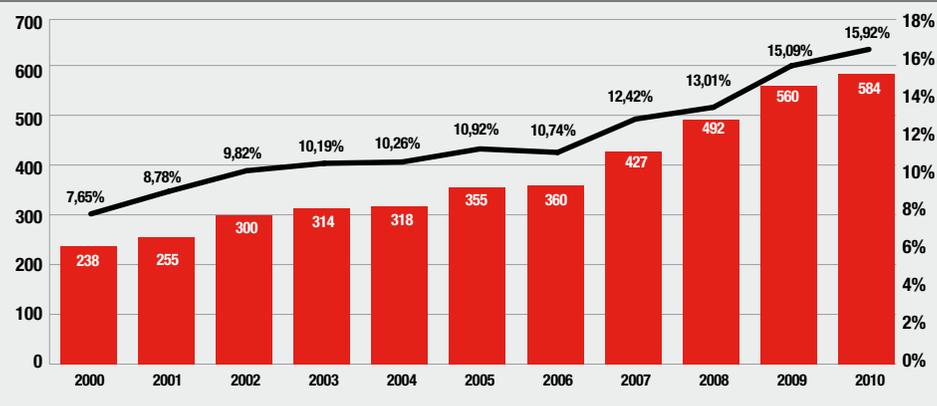
El segundo indicador utilizado es el impacto normalizado. Para la construcción de este indicador se toma en cuenta las citas recibidas por una determinada institución así como la importancia o relevancia de las revistas que las emiten. Además, la composición de la cesta de publicaciones se pondera con relación a la media en cada uno de los campos. Finalmente, se normaliza el impacto con respecto a la media mundial. De esta forma, instituciones con impacto normalizado en la “media mundial” tendrán valor 1, es decir, los trabajos de dicha institución se han publicado en revistas que se encuentran en la media de impacto de su categoría. Por su parte, impactos normalizados superiores a 1 indican medias de impacto superiores a la categoría

Cuadro 9. Impacto normalizado de las universidades españolas. Periodo 2003-2010

Universidad	2003-2007	2004-2008	2005-2009	2006-2010	2003-2010	Posic. 03-10
Pompeu Fabra	1.62	1.52	1.53	1.51	1.56	1
Barcelona	1.39	1.39	1.44	1.46	1.44	2
Rovira i Virgili	1.34	1.36	1.41	1.42	1.38	3
Autónoma de Barcelona	1.30	1.33	1.36	1.38	1.34	4
Illes Balears	1.33	1.36	1.41	1.34	1.33	5
Lleida	1.39	1.30	1.30	1.27	1.32	6
Girona	1.26	1.26	1.23	1.24	1.26	7
València	1.21	1.24	1.25	1.27	1.25	8
Jaume I	1.16	1.20	1.26	1.31	1.25	9
Autónoma de Madrid	1.26	1.24	1.23	1.24	1.24	10
Córdoba	1.24	1.16	1.19	1.19	1.22	11
Zaragoza	1.20	1.20	1.19	1.22	1.21	12
Castilla-La Mancha	1.21	1.23	1.23	1.22	1.20	13
Santiago de Compostela	1.08	1.14	1.19	1.25	1.18	14
Cantabria	1.11	1.16	1.23	1.25	1.17	15
Politécnica de València	1.15	1.18	1.18	1.18	1.17	16
Pública de Navarra	1.15	1.17	1.16	1.13	1.16	17
Vigo	1.11	1.16	1.16	1.20	1.16	18
Politécnica de Catalunya	1.16	1.15	1.16	1.15	1.16	19
Huelva	1.14	1.17	1.17	1.15	1.15	20
Miguel Hernández	1.09	1.11	1.17	1.18	1.13	21
Oberta de Catalunya	1.08	1.09	1.08	1.12	1.13	22
Burgos	1.04	1.10	1.15	1.22	1.12	23
Navarra	1.07	1.10	1.15	1.15	1.12	24
Sevilla	1.08	1.10	1.13	1.15	1.12	25
Granada	1.03	1.07	1.10	1.15	1.11	26
Alacant	1.08	1.11	1.13	1.12	1.11	27
País Vasco	1.12	1.09	1.08	1.09	1.10	28
Oviedo	1.00	1.07	1.10	1.12	1.07	29
Rey Juan Carlos	1.09	1.10	1.12	1.12	1.07	30
Murcia	1.07	1.09	1.10	1.10	1.06	31
Complutense de Madrid	1.02	1.04	1.06	1.06	1.04	32
Málaga	0.98	1.04	1.07	1.09	1.03	33
Carlos III de Madrid	1.01	1.02	1.03	1.02	1.01	34
Politécnica de Madrid	1.05	1.01	1.00	0.99	1.01	35
Jaén	0.90	0.95	1.00	1.05	1.00	36
Pablo de Olavide	1.00	1.05	1.04	1.04	1.00	37
Politécnica de Cartagena	0.98	1.00	1.03	1.06	1.00	38
Salamanca	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	39
Almería	0.95	0.99	0.99	1.00	0.98	40
La Laguna	0.95	0.99	0.99	1.00	0.98	41
La Rioja	1.01	0.98	0.96	0.97	0.98	42
Extremadura	0.96	1.01	1.00	0.99	0.97	43
León	0.91	0.94	0.98	0.97	0.95	44
Cádiz	0.90	0.91	0.96	0.95	0.93	45
Alcalá	0.90	0.93	0.92	0.93	0.92	46
Valladolid	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	47
Las Palmas de GC	0.93	0.92	0.91	0.89	0.90	48
Ramon Llull	0.76	0.78	0.87	0.93	0.90	49
Cardenal Herrera CEU	0.88	0.84	0.86	0.84	0.85	50
A Coruña	0.84	0.86	0.88	0.88	0.85	51
UNED	0.74	0.74	0.72	0.78	0.78	52
San Pablo CEU	0.74	0.79	0.78	0.78	0.77	53

Nota: Universidades españolas con más de 100 documentos en Scopus en 2010.
Fuente: Grupo SCImago con datos Scopus (www.scimagoir.com).

Gráfico 9. Solicitudes de patentes nacionales realizadas por las universidades y porcentaje sobre el total español. Periodo 2000-2010



● Solicitudes de patentes — % sobre el total español (escala derecha)

Fuente: OEPM.

de la revista así como impactos normalizados inferiores a 1 indican medias de impacto inferiores a la categoría de la revista.

El cuadro 9 muestra que 35 instituciones españolas tienen, para el conjunto del periodo 2003-2010, un impacto normalizado superior a 1, es decir, el 66% de las universidades incluidas en la tabla (aquellas para las que tienen 100 publicaciones o más en Scopus en 2010). Salvo casos aislados, el impacto normalizado de las universidades españolas ha presentado una tendencia creciente y solo en aproximadamente diez casos se registra un descenso en el impacto normalizado. Las diferencias en cuanto a la evolución de este indicador provocan cambios notables en el ordenamiento de las universidades españolas.

Las solicitudes de patentes universitarias

Una forma de aproximar el éxito de la actividad investigadora de las universidades es analizando las solicitudes de patentes, un indicador habitual y generalmente aceptado que mide los esfuerzos de investigación así como 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, de forma aproximada y ante la ausencia de mejores indicadores, los resultados del esfuerzo en I+D de las universidades. Además, debido al largo proceso de evaluación al que son sometidas las solicitudes, estas recogen de un modo más preciso que las concesiones el efecto temporal relativo al resultado de una investigación.

Los datos de la OEPM muestran que las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas muestran una tendencia creciente desde principios del siglo XXI, pasando de 238 solicitudes en el año 2000 a 584 en el año 2010. De esta forma, la tasa media de crecimiento del número de solicitudes en el periodo 2000-2010 fue del 9,4%, una tasa muy elevada sin duda. Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas en la OEPM en el ejercicio 2010 representaron el 16% de las solicitudes totales presentadas en dicha oficina, aumentando su participación respecto al año anterior en cerca de un punto porcentual (véase gráfico 9).

Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas muestran una tendencia creciente desde principios del siglo XXI, pasando de 238 solicitudes en el año 2000 a 584 en el año 2010.

Durante el año 2010, 47 universidades solicitaron al menos una patente a través de la OEPM. De estas, nueve universidades realizaron entre una y cinco solicitudes; 19 universidades solicitaron entre seis y diez; once instituciones solicitaron entre 10 y 20, finalmente, 8 realizaron más de 20 solicitudes. Las universidades con el mayor número de solicitudes en el año 2010 fueron la Universidad Politécnica de Madrid (65), la Universidad de Sevilla (36) y la Universitat Politècnica de Catalunya (32). Si, por otra parte, se mira al número de solicitudes de patentes acumuladas en el periodo 2000-2010, entonces la lista la encabeza la Universitat Politècnica de Catalunya (346

solicitudes), la Universidad Politécnica de Madrid (309) y la Universitat Politècnica de València (277 solicitudes) (véase cuadro 10).

Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas en la OEPM en el ejercicio 2010 representaron el 16% de las solicitudes totales presentadas en dicha oficina.

El Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (Patent Cooperation Treaty: PCT) es un tratado multilateral, en vigor desde 1978, y es administrado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Es una forma de garantizar la protección internacional de las invenciones y, como tal, permite aproximar, con un solo indicador, los esfuerzos de las universidades españolas en innovación, así como su grado de exposición internacional. En cuanto a las solicitudes de patentes PCT, la Universidad de Sevilla es la que más patentes acumuladas ha solicitado por esta vía en el periodo 2004-2010, con un total de 101 solicitudes; seguida de la Universitat Politècnica de València (81) y de la Universidad Politécnica de Madrid (75). No obstante estas cifras, en el ejercicio 2010 las universidades que más solicitudes de patentes PCT presentaron fueron, por orden, la Politécnica de Madrid (27), la Universidad de Sevilla (22) y la Universitat Politècnica de Catalunya (19) (véase cuadro 11).

Las universidades con el mayor número de solicitudes en el año 2010 fueron la Universidad Politécnica de Madrid (65), la Universidad de Sevilla (36) y la Universitat Politècnica de Catalunya (32).

De acuerdo con los resultados de la *Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas* de la RedOTRI de universidades, en el ejercicio 2010 a las universidades españolas les fueron concedidas 404 patentes por parte de la OEPM, 18 patentes por parte de la Oficina Europea de Patentes (EPO) y diez patentes desde la Oficina Americana de Patentes y Marcas (USPTO). Las universidades que pudieron registrar un mayor número de patentes en la EPO fueron la Universitat Politècnica de València con 4 patentes y las Universidades del País Vasco y Sevilla, con 3 patentes cada una. Por otra parte, las universidades que pudieron registrar patentes en la USPTO fueron: la Universitat Politècnica de València (3), la Universitat de València (2), y las universidades de Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, el País Vasco y La Laguna, con una patente registrada por cada institución.

En el ejercicio 2010 las universidades que más solicitudes de patentes PCT presentaron fueron, por orden, la Politécnica de Madrid (27), la Universidad de Sevilla (22) y la Universitat Politècnica de Catalunya (19).

Licencias de patentes

Las licencias de patentes consisten en la cesión de los 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

Cuadro 10. Solicitudes de patentes nacionales participadas por universidades. Periodo 2000-2010

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Acum.
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	29	20	23	34	25	36	35	37	32	43	32	346
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE MADRID	17	8	9	11	9	17	21	39	41	72	65	309
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	22	27	35	22	23	31	21	20	29	21	26	277
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	4	12	22	25	29	26	18	15	24	35	36	246
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	8	8	18	23	21	16	16	12	21	22	29	194
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	20	9	12	18	20	13	12	22	13	22	13	174
UNIVERSIDAD DE GRANDA	9	6	16	13	16	17	15	16	20	23	22	173
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	11	7	7	11	16	10	12	24	16	30	17	161
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	4	10	17	6	9	17	9	36	14	8	24	154
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	9	9	7	12	8	14	12	19	20	20	13	143
UNIVERSITAT DE BARCELONA	6	9	6	13	8	10	11	12	19	23	25	142
UNIVERSIDADE DE VIGO	6	13	10	14	8	11	14	11	13	18	17	135
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	10	5	4	8	6	10	14	7	16	11	9	100
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	7	20	15	6	8	6	6	4	13	7	6	98
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ	7	2	6	5	5	10	19	7	13	11	12	97
UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO	3	3	3	5	7	9	12	16	6	16	16	96
UNIVERSITAT D'ALACANT	6	7	2	10	9	4	8	13	7	12	15	93
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA	13	4	11	3	12	6	7	7	10	7	9	89
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	1	2	5	5	9	6	12	9	7	13	9	78
UNIVERSIDA DE CÓRDOBA	3	7	10	7	4	3	6	5	7	6	10	68
UNIVERSIDADE DA CORUÑA	4	8	4	5	3	8	3	8	11	7	5	66
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	1	6	11	1	7	7	5	3	4	9	11	65
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	-	-	2	2	7	6	3	8	9	8	19	64
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	3	2	1	5	1	3	3	4	11	12	14	59
UNIVERSIDAD DE MURCIA	9	1	1	2	7	1	6	5	9	8	9	58
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ D'ELX	3	7	3	6	1	2	5	5	5	3	10	50
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	2	1	7	1	4	5	7	4	6	7	5	49
UNIVERSIDAD CARLOS III	2	4	2	-	-	-	2	5	9	14	10	48
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA	4	3	6	4	6	3	3	6	4	3	4	46
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	6	9	5	4	2	2	6	2	5	1	3	45
UNIVERSIDAD DE JAÉN	2	2	4	3	2	1	3	5	8	6	6	42
UNIVERSIDAD DE HUELVA	1	-	-	3	5	6	1	5	5	7	9	42
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	1	1	2	-	-	3	1	1	7	8	15	39
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	-	1	1	2	-	2	4	5	8	7	7	37
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	2	2	2	2	1	7	2	6	3	-	8	35
UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS	1	3	-	5	1	4	4	2	4	6		30
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	-	-	1	2	2	4	1	3	7	3	5	28
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA	-	5	3	1	3	5	1	-	3	2	5	28
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE CARTAGENA	1	-	-	3	1	2	3	2	3	8	4	27
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	-	1	1	5	3	-	2	1	8	1	3	25
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	1	1	3	2	1	3	-	5	3	1	4	24
UNIVERSIDAD DE BURGOS	-	-	1	-	1	2	3	2	4	6	5	24
UNIVERSIDAD DE LEÓN	-	3	2	1	1	2	4	2	1	1	5	22
UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE	-	-	-	1	1	1	2	-	4	5	5	19
UNIVERSITAT JAUME I	-	2	-	-	2	1	2	4	2	-	3	16
UNIVERSITAT DE GIRONA	-	3	-	1	1	1	1	-	3	3	1	14
UNIVERSITAT DE LLEIDA	-	1	-	1	-	-	1	1	4	2	2	12
UNIVERSITAT POMPEU FABRA	-	1	-	1	1	-	1	2	1	2	2	11

Nota: Se tiene en cuenta a los solicitantes, tanto si se trata del primer solicitante como del segundo, lo cual implica que varios solicitantes pueden compartir la titularidad de una misma solicitud de patente.
Fuente: OEPM.

Cuadro 11. Solicitudes de patentes PCT presentadas en la OEPM por universidades. Periodo 2004-2010

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Acum.
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	3	16	17	12	12	19	22	101
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	10	4	11	9	12	21	14	81
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE MADRID	-	1	10	8	17	12	27	75
UNIVERSIDAD DE GRANADA	2	4	6	8	7	16	17	60
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	7	5	5	10	6	13	11	57
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	4	5	7	12	9	6	9	52
UNIVERSITAT DE BARCELONA	3	6	3	8	9	11	11	51
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	4	6	8	7	11	8	6	50
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	2	4	7	5	9	9	12	48
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	2	-	1	6	9	11	19	48
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	-	3	7	5	10	11	7	43
UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO	2	3	6	4	6	3	9	33
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	4	5	5	7	3	6	2	32
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	1	4	6	2	7	2	5	27
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA	1	3	1	1	2	6	5	19
UNIVERSITAT D'ALACANT	-	-	-	1	5	4	8	18
UNIVERSIDAD DE HUELVA	1	1	3	-	2	4	6	17
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	-	-	5	2	3	-	6	16
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	6	-	-	3	3	1	1	14
UNIVERSIDAD DE MURCIA	1	1	-	1	2	4	5	14
UNIVERSIDAD DE JAÉN	-	-	-	-	4	5	3	12
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	-	-	1	3	2	2	4	12
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	-	2	1	-	2	3	3	11
UNIVERSIDAD CARLOS III	-	-	-	2	1	3	3	9
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	1	-	-	-	1	2	5	9
UNIVERSITAT JAUME I	-	2	1	1	3	1		8
UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS	-	-	1	2	-	3	2	8
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA	-	1	-	1	2	2	1	7
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	2	-	-	-	1	3	1	7
UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	1	-	-	1	1	3		6
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ D'ELX	1	-	-	-	2	2	1	6
UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE	1	1	-	-	-	3	1	6
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ	-	-	1	-	-	3	2	6
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	-	-	-	1	-	2	3	6
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE CARTAGENA	-	3	1	-	-	-		4
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA	-	3	-	-	-	1		4
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	-	-	-	-	-	1	2	3
UNIVERSIDAD DE GIRONA	-	-	1	1	-	-		2
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	-	1	1	-	-	-		2
UNIVERSITAT POMPEU FABRA	-	1	-	-	-	1		2
UNIVERSIDADE DA CORUÑA	-	-	-	-	-	1	1	2
UNIVERSITAT DE LLEIDA	-	-	-	-	-	1	1	2
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA							2	2
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE CARTAGENA	1	-	-	-	-	-		1
UNIVERSIDADE DE VIGO	1	-	-	-	-	-		1
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA							1	1
TOTAL	61	85	116	123	163	209	238	757

patente deje de disfrutar de sus derechos y privilegios. 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 y en la sociedad en general. El análisis de las licencias que se realiza en este apartado analiza tanto el número de licencias como el volumen de ingresos generados por la explotación de la propiedad intelectual universitaria.

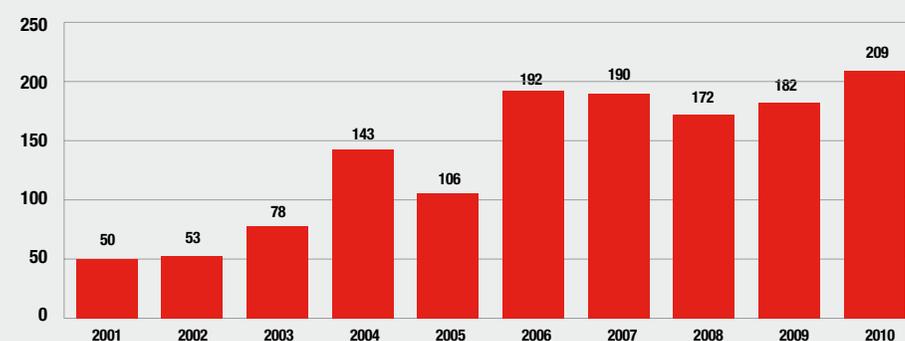
El número de licencias universitarias se incrementó un 15% entre 2010 y 2009, alcanzando un total de 209 licencias firmadas. En este año, 39 universidades licenciaron por lo menos una patente.

En el ámbito nacional, la Ley española de patentes establece los derechos de propiedad intelectual y decisión sobre los inventos desarrollados por los investigadores. Esta ley afirma que la propiedad 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, pertenecerá al empleador, o lo que es lo mismo, a la 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).

Según la *Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas* de la RedOTRI de universidades, el número de licencias universitarias se incrementó un 15% entre

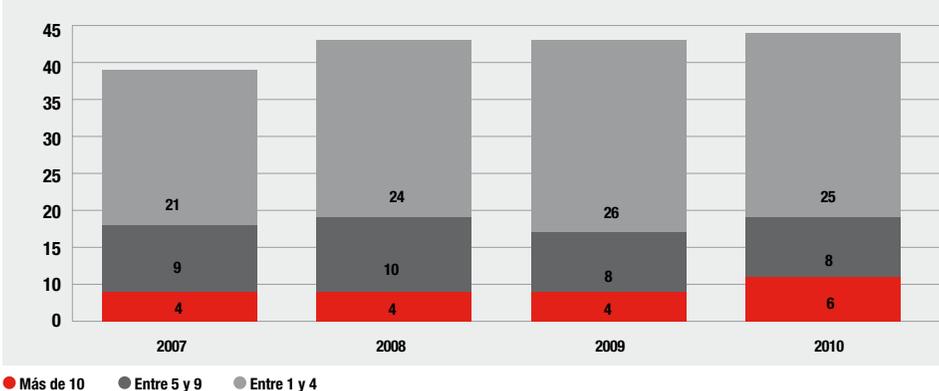
Nota: Se tienen en cuenta únicamente las solicitudes de patentes presentadas en la OEPM, faltan por contabilizar las solicitudes presentadas en la OMPI, de las cuales no se dispone de datos. Se ha tenido en cuenta el primer titular de la patente, es decir, cada patente corresponde a un titular. Fuente: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

Gráfico 10. Número de licencias. Periodo 2001-2010



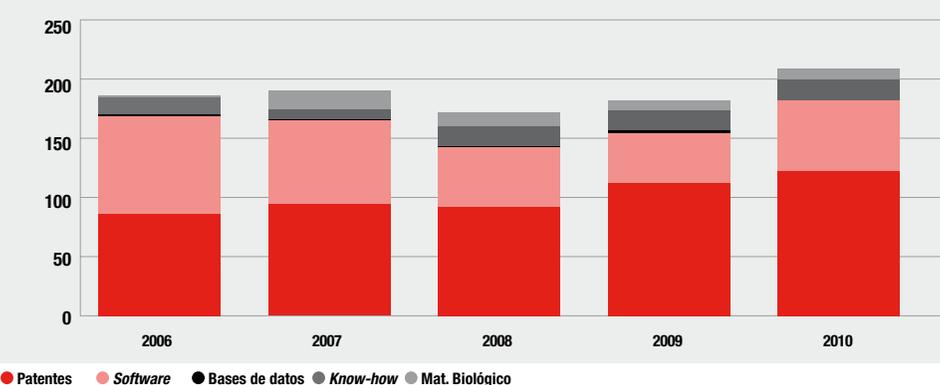
Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

Gráfico 11. Número de universidades según el número de licencias firmadas. Periodo 2007-2010



Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

Gráfico 12. Distribución de las licencias por tipo de innovación en la que se basaban. Periodo 2006-2010



Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

2010 y 2009, alcanzando un total de 209 licencias firmadas (véase gráfico 10). En este año, 39 universidades licenciaron por lo menos una patente. El número de universidades que firmaron más de 10 licencias en 2010 se incrementó en 2 en relación con los años anteriores, mientras que el número de universidades que firmaron entre 5 y 9 licencias se mantuvo constante en ocho. A diferencia de lo acontecido en 2009, el número de universidades que firmaron entre 1 y 4 licencias se redujo, pasando de 26 a 25 universidades (véase gráfico 11).

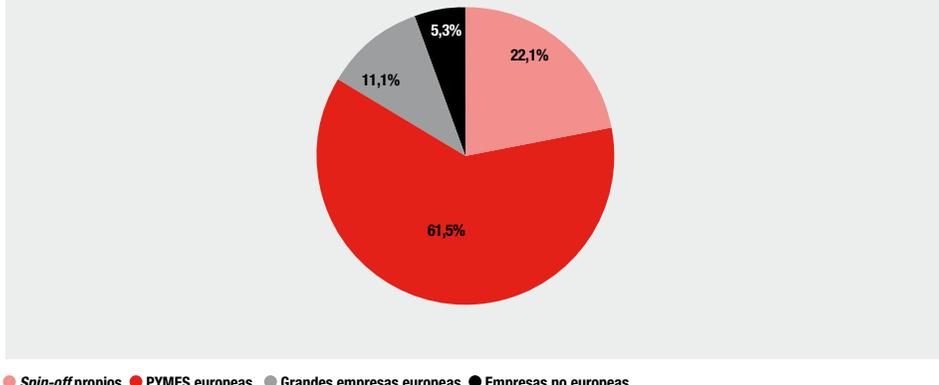
En el año 2010, el 58% de las licencias se basaron en patentes, cifra algo menor al 61,5% del 2009, y fue este el tipo de innovación que agrupó el mayor número de estos contratos. En segunda posición se encuentran las licencias basadas en *software*, que supusieron

en 2010 un 30% adicional, por lo que estos dos tipos de innovación concentraron cerca del 90% de las licencias. Las licencias basadas en *software*, en *know-how* y en materiales biológicos se incrementaron ligeramente en 2010, luego de haberse reducido en 2009, hasta casi recuperar sus niveles de 2008 (véase gráfico 12).

En el año 2010, el 58% de las licencias se basaron en patentes, y fue este el tipo de innovación que agrupó el mayor número de estos contratos. En segunda posición se encuentran las licencias basadas en *software*, que supusieron en 2010 un 30% adicional.

La naturaleza de las empresas es determinante a la hora de explicar las licencias

Gráfico 13. Naturaleza de las empresas compradoras de licencias (en porcentaje del total). Año 2010



Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

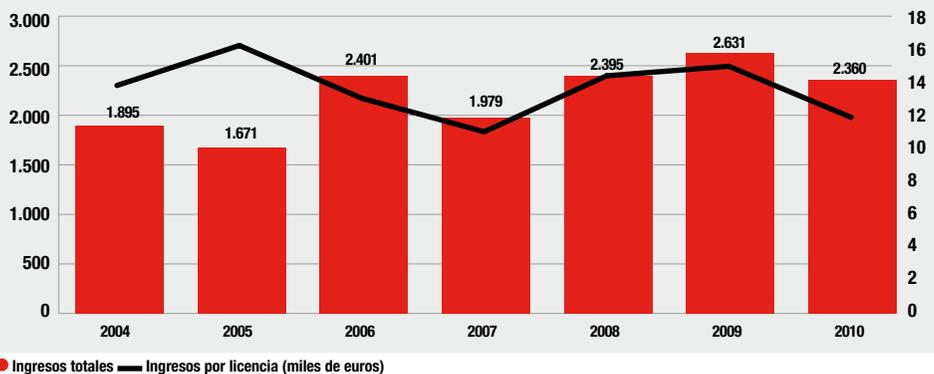
de patentes. Así, en 2010, el 61,5% de las empresas que buscaron una licencia fueron pequeñas y medianas empresas europeas, cuatro puntos porcentuales más que en 2009. Por otra parte, el 22,1% de las licencias se firmaron con *spin-offs* propias (18,1% en 2009) y el 16% restante se dividió entre licencias firmadas con grandes empresas europeas (11%), y con empresas no europeas (5%). A pesar de estas variaciones, la estructura porcentual de las empresas compradoras de licencias universitarias se ha mantenido relativamente constante durante los últimos cinco años, resaltando la tendencia creciente en el número de grandes empresas europeas que compran licencias a las universidades españolas (véase gráfico 13).

En 2010, el 61,5% de las empresas que buscaron una licencia fueron pequeñas y

medianas empresas europeas, cuatro puntos porcentuales más que en 2009. Por otra parte, el 22,1% de las licencias se firmaron con *spin-offs* propias (18,1% en 2009) y el 16% restante se dividió entre licencias firmadas con grandes empresas europeas (11%), y con empresas no europeas (5%).

Los ingresos totales provenientes de los contratos de licencias firmados por las universidades se redujeron algo más del 10% en 2010 respecto al ejercicio anterior, bajando a los 2,3 millones de euros. Esta reducción en el volumen total de los ingresos, junto con el aumento del número de licencias, arroja un ingreso medio por licencia menor que el del 2009, con una caída notable de más del 20%, pasando de los 14.456 euros por licencia en 2009 a los 11.346 en el 2010 (véase gráfico 14).

Gráfico 14. Ingresos totales e ingresos medios por licencia. Periodo 2004-2010



● Ingresos totales — Ingresos por licencia (miles de euros)

Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

Los ingresos totales provenientes de los contratos de licencias firmados por las universidades se redujeron algo más del 10% en 2010 respecto al ejercicio anterior, bajando a los 2,3 millones de euros.

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 con 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.

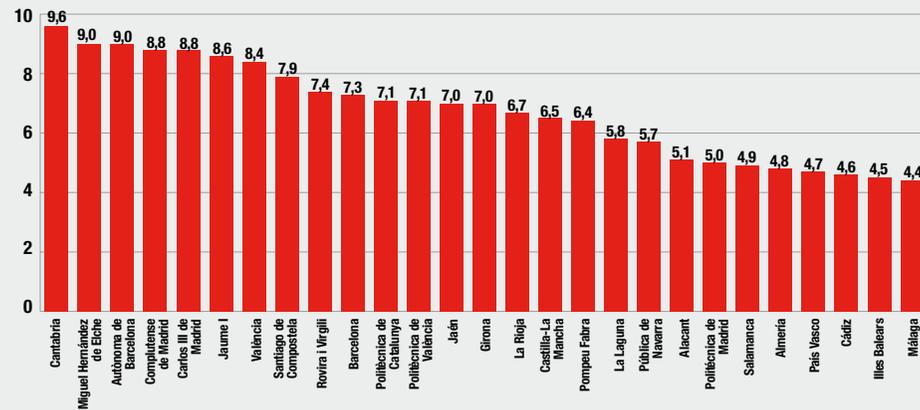
De acuerdo con los datos incluidos en la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas, de la RedOTRI, las universidades que más tramos de investigación obtuvieron en el año 2010 fueron la Complutense de Madrid, con 479 tramos reconocidos, la Universitat de Barcelona (287) y la de València

(261). En el otro extremo de la distribución se encuentran las universidades de La Rioja (28 tramos reconocidos), Almería (37) y la Pública de Navarra (41). Entre las cinco universidades que más tramos reconocidos obtuvieron concentran casi el 40% del total de tramos reconocidos en 2010. Ya se ha manifestado que las diferencias entre universidades pueden derivarse de factores como la antigüedad y el tipo de especialización científica de los centros. Un factor fundamental es el tamaño, ya que a mayor escala de plantilla de PDI, mayores serán las solicitudes de reconocimiento de tramos de investigación y, en principio, mayores las concesiones (véase cuadro 12).

Las universidades que más tramos de investigación obtuvieron en el año 2010 fueron la Complutense de Madrid, la Universitat de Barcelona y la de València.

Para tomar en cuenta las diferencias de tamaño de las diferentes universidades consideradas, se mira ahora el número de tramos concedidos por cada 100 PDI de las universidades españolas del curso 2009-2010, en su equivalente a jornada completa (EJC). Como se aprecia en el gráfico 15, la imagen difiere sustancialmente de la obtenida anteriormente, ya que las universidades de mayor tamaño, si bien están en algunos casos presentes en las primeras posiciones, ya no acaparan estos puestos señalando que las diferencias antes mencionadas pueden ser relevantes a la hora de determinar los niveles de productividad científica del PDI.

Gráfico 15. Tramos de investigación concedidos por cada 100 miembros del PDI (EJC). Año 2010



Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas y Estadística del Personal Universitario, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

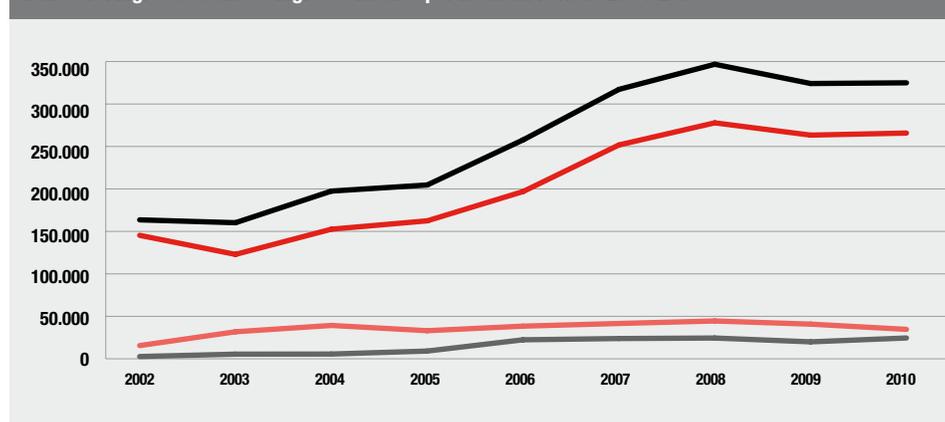
Cuadro 12. Concesiones de tramos de investigación por universidades y cuota sobre el total. Año 2010.

Universidad	Tramos concedidos en 2010	% sobre total	Tramos acumulados	% tramos acumulados
Universidad Complutense de Madrid	479	12,6	7027	14,0
Universitat de Barcelona	287	7,6	5308	10,6
Universitat de València	261	6,9	4500	9,0
Universitat Autònoma de Barcelona	238	6,3	3454	6,9
Universidad del País Vasco	187	4,9	nd	nd
Universitat Politècnica de València	177	4,7	1842	3,7
Universitat Politècnica de Catalunya	172	4,5	2268	4,5
Universidade de Santiago de Compostela	164	4,3	2993	6,0
Universidad Politécnica de Madrid	152	4,0	2189	4,4
Universidad de Castilla-La Mancha	128	3,4	1293	2,6
Universidad Carlos III de Madrid	127	3,4	1043	2,1
Universidad de Salamanca	102	2,7	2161	4,3
Universidad de Cantabria	96	2,5	1196	2,4
Universidad de La Laguna	94	2,5	1600	3,2
Universitat d'Alacant	92	2,4	1352	2,7
Universidad de Málaga	89	2,3	1804	3,6
Universitat Rovira i Virgili	85	2,2	330	0,7
Universidad Miguel Hernández de Elche	73	1,9	580	1,2
Universitat Jaume I	73	1,9	660	1,3
Universidad de Jaén	70	1,8	599	1,2
Universitat de Girona	70	1,8	519	1,0
Universidad de Cádiz	63	1,7	909	1,8
Universitat Pompeu Fabra	52	1,4	667	1,3
Universitat de les Illes Balears	43	1,1	754	1,5
Universidad Pública de Navarra	41	1,1	567	1,1
Universidad de Almería	37	1,0	568	1,1
Universidad de La Rioja	28	0,7	310	0,6

Nota: Solo aparecen las universidades que autorizan la publicación de sus datos, así como las que proporcionan el dato correspondiente.

Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

Gráfico 16. Ingresos totales e ingresos medios por licencia. Periodo 2004-2010



● Universidades públicas ● Universidades privadas ● Otros centros ● Total

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

4.2 Investigación y empresa

En este 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 2011/2* publicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Por otra parte, se utiliza la Encuesta sobre Innovación Tecnológica de las empresas 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.

a. La financiación empresarial de la I+D universitaria

Los datos que para el año 2010 recoge la *Estadística sobre Actividades de I+D* publicada por el INE muestran que la financiación empresarial de la I+D universitaria alcanzó los 324,9 millones de euros, apenas un 0,3% más que en 2009, cuando había caído un 6,5% (véase gráfico 16). Este modesto incremento es el resultado de comportamientos diferenciados entre las distintas tipologías

Cuadro 13. Financiación empresarial de la I+D universitaria y porcentaje sobre la financiación total de la I+D por tipo de centro. Periodo 2002-2010

	Universidades públicas		Universidades privadas		Otros centros		Total	
	€ (miles)	%	€ (miles)	%	€ (miles)	%	€ (miles)	%
2002	145,347	7,2%	15,558	14,7%	2,677	18,8%	163,583	7,6%
2003	122,913	5,3%	31,827	22,5%	5,480	28,3%	160,221	6,4%
2004	152,583	6,2%	39,265	23,2%	5,599	21,6%	197,446	7,5%
2005	162,441	5,9%	33,084	19,3%	9,124	20,9%	204,649	6,9%
2006	196,895	6,5%	38,434	20,9%	22,370	32,4%	257,698	7,9%
2007	251,765	7,8%	41,577	20,9%	23,851	26,1%	317,193	9,0%
2008	277,814	7,6%	44,519	22,8%	24,449	23,6%	346,782	8,8%
2009	263,361	7,1%	40,815	17,7%	19,957	20,5%	324,133	8,0%
2010	265,785	7,0%	34,648	15,4%	24,513	19,3%	324,946	7,9%

Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

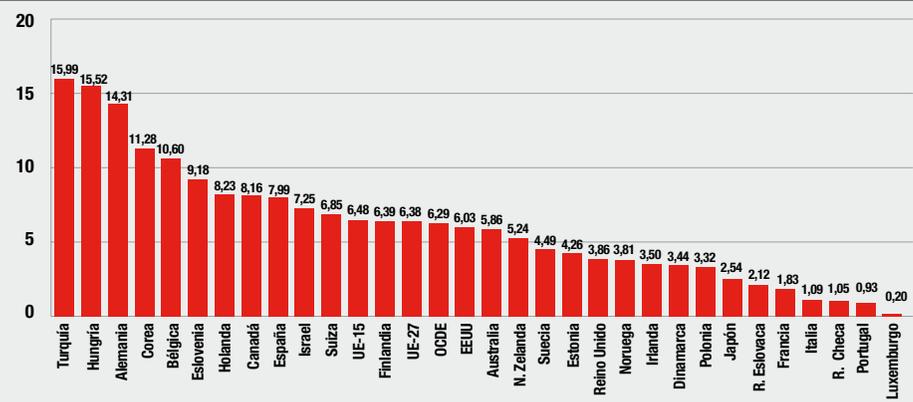
institucionales. Así, la financiación empresarial de las universidades públicas apenas aumentó en un 0,9%, cifra que contrasta notablemente con el incremento del 22,8% en los recursos empresariales obtenidos por otros centros de educación superior. Cabe destacar en especial la situación de las universidades privadas, que ven reducir los fondos empresariales recibidos para financiar la I+D en más de un 15%. La financiación privada de la I+D de las universidades públicas en 2010 alcanzó un total de 265,8 millones de euros, representando casi el 82% del total de fondos empresariales para financiar la I+D universitaria. Los recursos destinados a las universidades privadas fueron de 34,6 millones de euros (10,7%) y en los otros centros de enseñanza superior fue de 24,5 millones de euros (7,5%) (véase cuadro 13).

La financiación empresarial de la I+D universitaria alcanzó los 324,9

millones de euros, apenas un 0,3% más que en 2009. La financiación empresarial de las universidades públicas apenas aumentó en un 0,9%.

Comparando la financiación empresarial de la I+D universitaria en España con lo ocurrido en otros países se observan importantes diferencias. De acuerdo con la publicación *Main Science and Technology Indicators 2011/2*, la financiación privada de la I+D universitaria en España en 2009 fue del 8,0%, superior a la media de la UE-15 (6,5%), la UE-27 (6,4%) y también a la media de la OCDE (6,3%). El país de la UE-15 que presentó un mayor porcentaje de financiación empresarial de la I+D universitaria fue Alemania, con un 14,3%; Canadá (8,2%) presentó una cifra similar a la española, mientras que la proporción registrada en los Estados Unidos se asemeja más a la media de la OCDE (6,0%) (véase gráfico 17).

Gráfico 17. Comparación internacional del peso de la financiación empresarial sobre el total de la I+D universitaria en la UE-15. Año 2009



Nota: Los datos para Bélgica, Israel, Suiza y Australia son del 2008. Fuente: Main Science and Technology Indicators 2011/2. OCDE.

La financiación privada de la I+D universitaria en España en 2009 fue del 8,0%, superior a la media de la UE-15 (6,5%), UE-27 (6,4%) y también a la media de la OCDE (6,3%). El país de la UE-15 que presentó un mayor porcentaje de financiación empresarial de la I+D universitaria fue Alemania, con un 14,3%.

El campo científico que contó con el mayor porcentaje de financiación empresarial durante 2010 fue el de ingeniería y tecnología, representando el 36,5% del total de este tipo de financiación. A este campo lo siguen en orden de importancia las ciencias naturales y exactas con un 19,4% y las ciencias sociales con un 18,2% del total, respectivamente (véase gráfico 18). La financiación empresarial de la I+D universitaria en el campo de las ciencias agrarias y las humanidades es la que representa menor peso relativo tradicionalmente, y son estas también las más proclives a sufrir reducciones en los recursos empresariales captados.

El campo científico que contó con el mayor porcentaje de financiación empresarial durante 2010 fue el de ingeniería y tecnología, representando el 36,5% del total.

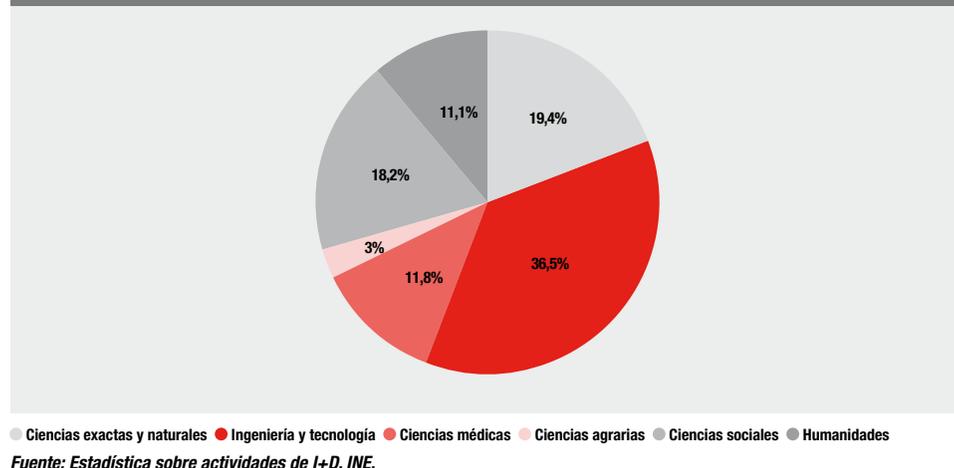
b. La cooperación en innovación entre empresas y universidades

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.

El número de empresas españolas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito (EIN) en 2010 se redujo casi un 20% respecto a 2009, cuando entonces ya había registrado un descenso del 9% en relación con el 2008. Solo entre 2010 y 2009 el número de EIN se redujo en más de ocho mil, y si se toma en cuenta la cifra del año 2004, la más alta del periodo 2000-2010, entonces la reducción de este tipo de empresas se acerca a las veinte mil. En el año 2010, como consecuencia de lo anterior, el porcentaje de EIN sobre el total de empresas disminuyó, llegando a representar el 20,4% del total de empresas, un descenso de 2,5 puntos porcentuales respecto al año anterior.

El número de empresas españolas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito (EIN) en 2010 se redujo casi un 20% respecto a 2009. Solo entre 2010 y 2009 el número de EIN se redujo en más de ocho mil, y si se toma en cuenta la cifra del año 2004, la más alta del periodo 2000-2010, entonces la reducción de este tipo de empresas se acerca a las veinte mil.

Gráfico 18. Financiación empresarial de la I+D universitaria por campo científico (porcentaje sobre el total). Año 2010



Fuente: Estadística sobre actividades de I+D. INE.

Cuadro 14. Empresas que cooperaron en innovación. Periodo 2000-2010

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
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%)										
	7.492 (2.352; 31,3%)										
	7.925 (2.336; 29,5%)										
6.740 (2.389; 35,4%)											
Número de EIN			35532	37830	54117	49690	53695	51746	47756	43513	35226
% de EIN			22,7%	23,1%	31,4%	28,2%	27,5%	25,9%	23,5%	22,9%	20,4%

Nota: EIN: Empresas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito. * Entre paréntesis se encuentra el número de EIN que cooperaron en innovación con las universidades y el porcentaje que estas representan sobre el total de EIN que cooperan. Fuente: Encuesta sobre Innovación en las Empresas. INE.

El número de EIN que cooperaron en innovación con las universidades en el periodo 2008-2010 fue, sin embargo, de 2.389, un 2,3% mayor que en el periodo anterior (2007-2009). De esta forma, la proporción de EIN que coopera en innovación con universidades se situó en el 35,4%, frente al 29,5% anterior (véase cuadro 14).

El número de EIN que cooperaron en innovación con las universidades en el periodo 2008-2010 fue un 2,3% mayor que en el periodo anterior. Así, la proporción de EIN que coopera en innovación con universidades se situó en el 35,4%.

De acuerdo con la Encuesta sobre Innovación en las Empresas, en el periodo 2008-2010 las universidades fueron el segundo socio

en cuanto a la cooperación en innovación, únicamente superado por el porcentaje de EIN que declaró cooperar con proveedores de equipos, material o software. Así el 49,4% de las empresas que cooperaron lo hicieron con ese tipo de socio, mientras que el 35,4% lo hizo con universidades u otros centros de enseñanza superior.

De acuerdo con la Encuesta sobre Innovación en las Empresas, en el periodo 2008-2010 las universidades fueron el segundo socio en cuanto a la cooperación en innovación, únicamente superado por el porcentaje de EIN que declaró cooperar con proveedores de equipos, material o software.

Cuadro 15. Cooperación en innovación según el tipo de socio por tamaño de empresa. Periodo 2007-2009

	Menos de 250 empleados			250 y más empleados			Total		
	Número	% sobre el total de EIN que cooperaron	% sobre el total de EIN	Número	% sobre el total de EIN que cooperaron	% sobre el total de EIN	Número	% sobre el total de EIN que cooperaron	% sobre el total de EIN
Proveedores de equipos, material o software	2812	47,6	8,5	520	62,2	24,8	3331	49,4	9,5
Universidades u otros centros de enseñanza superior	1953	33,1	5,9	436	52,2	20,8	2389	35,4	6,8
Centros tecnológicos	1709	28,9	5,2	351	42,0	16,7	2060	30,6	5,8
Consultores, laboratorios comerciales o institutos privados de I+D	1534	26,0	4,6	366	43,8	17,4	1900	28,2	5,4
Clientes	1564	26,5	4,7	277	33,1	13,2	1841	27,3	5,2
Competidores u otras empresas del sector	1099	18,6	3,3	257	30,7	12,2	1355	20,1	3,8
Otras empresas de su mismo grupo	1029	17,4	3,1	415	49,6	19,8	1445	21,4	4,1
Organismos públicos de investigación	957	16,2	2,9	274	32,8	13,0	1231	18,3	3,5
Total EIN que cooperaron	5904	100,0	17,8	836	100,0	39,8	6740	100,0	19,1

Fuente: Encuesta sobre Innovación en las Empresas. INE.

Cuadro 16. Distribución sectorial del porcentaje de EIN que cooperaron en innovación con universidades. Periodo 2007-2009

	% Innovaron	% Cooperaron	% Cooperaron con universidad	% Cooperaron con univ. sobre el total de EIN
TOTAL EMPRESAS	20,4	19,1	35,4	6,8
AGRICULTURA, GANADERÍA, SILVICULTURA Y PESCA	14,2	14,8	57,6	8,5
TOTAL INDUSTRIA	33,4	22,1	34,3	7,6
Industrias extractivas y del petróleo	25,0	19,6	30,8	6,0
Alimentación, bebidas y tabaco	31,6	23,3	33,7	7,9
Textil, confección, cuero y calzado	22,0	20,0	18,8	3,8
Madera, papel y artes gráficas	30,4	10,4	18,6	1,9
Química	63,3	29,8	43,5	12,9
Farmacia	79,0	44,5	76,4	34,0
Caucho y plásticos	42,6	23,3	21,5	5,0
Productos minerales no metálicos diversos	25,4	18,5	29,5	5,4
Metalurgia	52,4	26,0	29,9	7,8
Manufacturas metálicas	26,4	19,5	18,5	3,6
Productos informáticos, electrónicos y ópticos	68,7	33,7	52,9	17,8
Material y equipo eléctrico	51,1	29,2	44,9	13,1
Otra maquinaria y equipo	45,2	24,9	33,1	8,2
Vehículos de motor	50,9	26,6	34,8	9,3
Otro material de transporte	54,1	34,6	36,5	12,6
Muebles	27,8	7,0	17,5	1,2
Otras actividades de fabricación	33,9	18,7	47,1	8,8
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	25,2	16,4	44,3	7,2
Energía y agua	36,7	41,0	53,8	22,1
Saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	26,8	27,6	52,8	14,6
Construcción	10,0	13,8	29,9	4,1
TOTAL SERVICIOS	18,6	18,0	36,2	6,5
Comercio	16,5	12,8	19,1	2,5
Transportes y almacenamiento	16,6	13,2	14,6	1,9
Hostelería	8,3	7,6	4,9	0,4
Información y comunicaciones	50,0	29,0	47,0	13,6
Actividades financieras y de seguros	35,3	30,5	16,3	5,0
Actividades inmobiliarias	15,7	8,1	12,5	1,0
Actividades profesionales, científicas y técnicas	34,8	31,1	57,1	17,7
Actividades administrativas y servicios auxiliares	11,8	8,7	19,5	1,7
Actividades sanitarias y de servicios sociales	19,5	11,2	29,7	3,3
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento	13,1	16,3	6,4	1,0
Otros servicios	22,6	23,8	46,5	11,0

Fuente: Encuesta sobre Innovación en las Empresas. INE.

El porcentaje de empresas que cooperaron en innovación con las universidades varía notablemente si se separan las empresas según su número de empleados. El 33,1% de las empresas con menos de 250 trabajadores que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades. En el periodo 2008-2010, un total de 1.953 empresas con menos de 250 trabajadores cooperaron con las universidades, estas representaron el 5,9% del total de EIN en este rango de tamaño. Por otra parte, 436 empresas de 250 trabajadores o más cooperaron en innovación con la universidad, estas representaron el 52,2% de las empresas de este rango de tamaño que cooperaron en innovación, y el 20,8% del total de EIN (véase cuadro 15).

El 33,1% de las empresas con menos de 250 trabajadores que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades, mientras que 436 empresas (52,2%) de 250 trabajadores o más cooperaron en innovación con la universidad.

Las características de los diferentes sectores de actividad condicionan su intensidad tecnológica y, en consecuencia, la posibilidad de cooperar en innovación en general, y con las universidades en particular. El sector económico que durante el periodo 2008-2010 cooperó más activamente con las universidades fue el farmacéutico; el 76,4% de las empresas de ese sector que cooperaron en innovación lo hicieron con las

universidades. Estas empresas representaron, en el periodo analizado, el 34% del total de EIN en el sector. Del mismo modo, el 53,8% de las empresas pertenecientes al sector de energía y agua que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades, representando al 22,1% de las EIN pertenecientes a este sector (véase cuadro 16).

El sector económico que durante el periodo 2008-2010 cooperó más activamente con las universidades fue el farmacéutico. El 76,4% de las empresas de ese sector que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades.

En España existen diversos programas que apoyan 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)⁵ españoles.

5. Se consideran centros de innovación y tecnología 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.

Durante el 2010, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) aprobó 409 PID en los que participaron 54 universidades españolas. Las universidades que presentaron una mayor participación en estos proyectos fueron la Universitat Politècnica de Catalunya con 48 proyectos aprobados, la Universidad de Murcia, con 33 y la Universidad Politécnica de Madrid con 28 (véase cuadro 17).

Durante el 2010, el CDTI aprobó 409 PID en los que participaron 54 universidades españolas. Las universidades que presentaron una mayor participación en estos proyectos fueron la Universitat Politècnica de Catalunya, la Universidad de Murcia y la Universidad Politécnica de Madrid.

El programa CENIT, por su parte, 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 convocatoria del programa CENIT correspondiente al 2010 se aprobaron 76 proyectos, en los cuales participaron 38 universidades. A diferencia de lo que ocurrió en 2009, se ha disparado el número total de proyectos aprobados, pero ha disminuido el

número de universidades participantes. De estas últimas, destaca la Universidad Politécnica de Madrid, que participó en 11 proyectos, seguida de la Universidad Carlos III de Madrid (5) y la de Zaragoza (5) (véase cuadro 18).

En la convocatoria del programa CENIT correspondiente al 2010 se aprobaron 76 proyectos, en los cuales participaron 38 universidades. De estas últimas, destacan la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad Carlos III y la de Zaragoza.

La red Eureka, de la que España es desde 1985 uno de los 38 países miembros, es una iniciativa intergubernamental de apoyo a la I+D+i cooperativa en el ámbito europeo que 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

Cuadro 17. Proyectos PID con participación universitaria. Año 2010*

Universidad	PID	Universidad	PID
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	48	UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	4
UNIVERSIDAD DE MURCIA	33	UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	4
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE MADRID	28	UNIVERSIDAD DE BURGOS	3
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	21	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	3
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	19	UNIVERSIDAD DE HUELVA	3
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	18	UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	3
UNIVERSITAT BARCELONA	14	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	3
UNIVERSITAT DE GIRONA	12	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	3
UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO	12	UNIVERSIDADE DE VIGO	3
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	11	UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS	3
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA	11	UNIVERSITAT MIGUEL HERNÁNDEZ D'ELX	3
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	10	UNIVERSITAT RAMON LLULL	2
MONDRAGON UNIBERTSITATEA	10	UNIVERSIDAD DE ALMERÍA	2
UNIVERSIDAD DE SEVILLA	10	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	2
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	9	UNIVERSIDAD DE JAÉN	2
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	9	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	2
UNIVERSIDAD DE OVIEDO	8	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	2
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE CARTAGENA	8	UNIVERSIDADE DE VIGO	2
UNIVERSIDAD DE GRANADA	7	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO	1
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	7	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	1
UNIVERSITAT JAUME I	7	UNIVERSITAT INTERNACIONAL DE CATALUNYA	1
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES	6	UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	1
UNIVERSITAT D'ALACANT	6	UNIVERSIDADE DA CORUÑA	1
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	6	UNIVERSITAT DE VIC	1
UNIVERSITAT DE LLEIDA	6	Total	409
UNIVERSIDAD DE NAVARRA	5		
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA	5		
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	4		
UNIVERSIDAD DE LEÓN	4		

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.

de investigación de otro país de la red Eureka como mínimo.

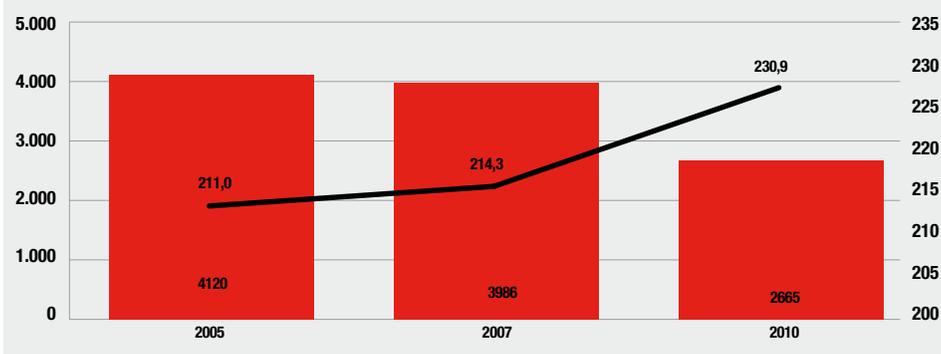
En España, el CDTI es el organismo que realiza las labores de promoción general de Eureka, así como las tareas de coordinación, evaluación y seguimiento de las propuestas y los proyectos que presentan las empresas españolas. De acuerdo con la información del CDTI, en el año 2010 solo ha habido dos iniciativas en las que han participado universidades españolas, una de ellas en la que participa la Universidad Politécnica de Madrid y la otra institución española participante es la Universidade de Santiago de Compostela.

Cuadro 18. Participación de las universidades en proyectos aprobados en el programa CENIT. Año 2010

Universidad	PID	Universidad	PID
Universidad	Total	UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO	1
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	11	UNIVERSIDAD DE ALMERIA	1
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID	5	UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	1
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	5	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	1
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	4	UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	1
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA	3	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	1
UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE CATALUNYA	3	UNIVERSIDAD DE DEUSTO	1
UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE VALÈNCIA	3	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	1
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS	3	UNIVERSIDAD DE LEÓN	1
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA	2	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA	1
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	2	UNIVERSIDAD DE SEVILLA	1
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES	2	UNIVERSIDADE DE VIGO	1
UNIVERSITAT DE BARCELONA	2	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	1
UNIVERSIDAD DE GRANADA	2	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA	1
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	2	UNIVERSITAT DE GIRONA	1
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	2	UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS	1
UNIVERSIDAD ZARAGOZA	2	UNIVERSITAT DE LLEIDA	1
UNIVERSITAT RAMON LLULL	2	UNIVERSITAT DE VALÈNCIA	1
UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS	2	Total	76
MONDRAGON UNIBERTSITATEA	1		

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

Fuente: CDTI.

Gráfico 19. Fondos totales en el ámbito de transferencia de tecnología y número de contratos de transferencia de tecnología gestionados por la REDFUE. Periodo 2005-2010

● Número de contratos ● Volumen de fondos gestionados

Nota: Volumen de facturación en millones de euros.

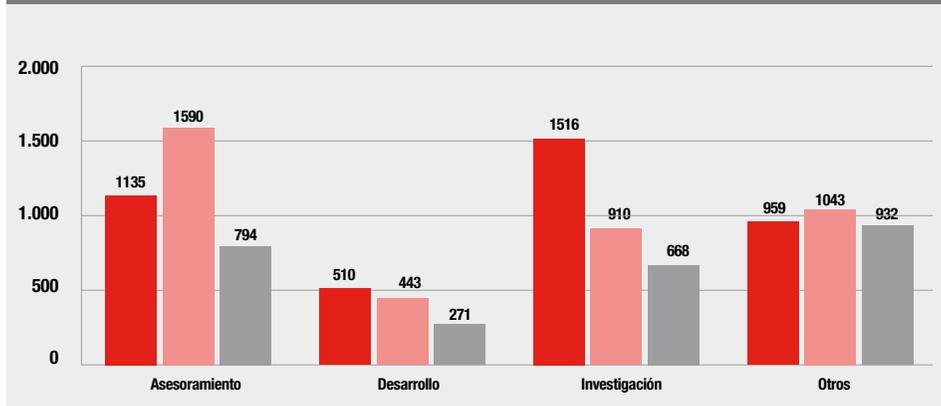
Fuente: REDFUE.

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 organizaciones públicas y privadas por promover agrupaciones que impulsen las relaciones entre la universidad y la empresa. Estas agrupaciones tienen como objetivo promover la cooperación y colaboración entre empresas y universidades, y de este modo, facilitar la transferencia de tecnología. Del mismo modo que en anteriores ediciones del Informe CYD, en este apartado se analizan la Red de Fundaciones Universidad-Empresa (REDFUE), 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)

Desde su creación en 1997, 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 comercio, asociaciones

Gráfico 20. Número de contratos de transferencia de tecnología gestionados por la REDFUE por tipo. Periodo 2005-2010

● 2005 ● 2007 ● 2010

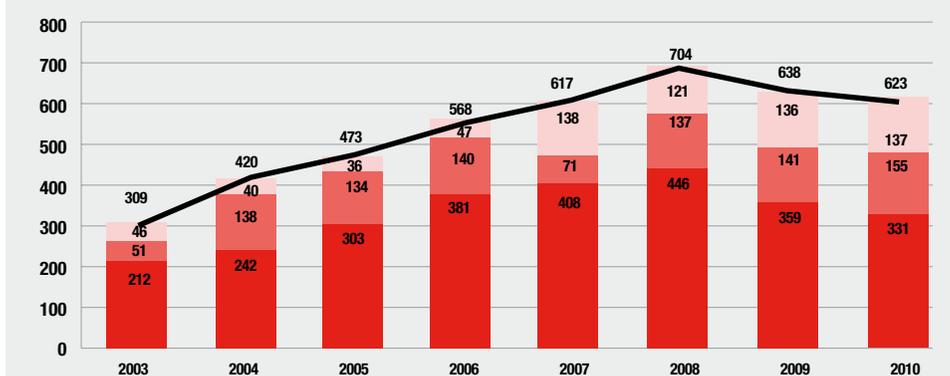
Fuente: REDFUE.

empresariales y entidades de la administración local y regional.

En el año 2010, los miembros de la REDFUE firmaron 2.665 contratos en el ámbito de la transferencia de tecnología, un 33% menos que en 2007, en que se firmaron 3.986 contratos. De estos, un 30% correspondieron a contratos de asesoramiento, un 25% fueron contratos para tareas de investigación, un 10% dedicado al desarrollo tecnológico y, finalmente, un 35% de los contratos se calificó en el apartado de "otros". Las cifras de 2010 confirman la tendencia decreciente en cuanto al número de contratos de transferencia de tecnología que las universidades canalizan por medio de la REDFUE, ya que en muchos casos se han transferido estas responsabilidades a las OTRI correspondientes.

A pesar de la tendencia decreciente en el número de contratos, en el año 2010 se registró un aumento del volumen de fondos gestionados por la Red, que ascendieron a 230 millones de euros, casi un 8% más que en 2007. Esta doble tendencia (menos proyectos y más fondos gestionados) hace que el volumen de fondos gestionados por contrato haya registrado un incremento sustantivo, pasando de algo más de cincuenta mil euros por contrato en 2007 a más de ochenta y cinco mil por contrato en 2010, un incremento de algo más del 60% (véase gráfico 19).

En el año 2010, los miembros de la REDFUE firmaron 2.665 contratos en el ámbito de la transferencia de tecnología, un 33% menos que en 2007. A pesar de ello, se registró

Gráfico 21. Captación de recursos de I+D+i con empresas y otras entidades en millones de euros. Periodo 2003-2010

● I+D por encargo ● I+D corporativa ● Otras ● Total

Fuente: RedOtri y Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

un aumento del volumen de fondos gestionados por la Red, que ascendió a 230 millones de euros, casi un 8% más que en 2007.

La tipología de los contratos gestionados por la REDFUE también ha variado en el periodo 2005-2010. Por una parte, los contratos de desarrollo e investigación han sufrido constantes reducciones, pasando de 510 a 271 en el caso de los primeros y de 1.516 a 668 en el caso de los segundos. Por otra parte, los contratos de asesoramiento aumentaron significativamente entre 2005 y 2007, pero se redujeron, también de manera notable entre 2007 y 2010, hasta los 794. La única categoría que muestra una relativa estabilidad es la que corresponde a otros contratos (que incluye los de diseño), que ronda los mil contratos por cada año para el que se dispone de información (ver gráfico 20).

Por otra parte, en la REDFUE durante el 2010, se firmaron acuerdos de formación entre empresas y universidades que beneficiaron a un total de 43.938 alumnos y a más de 1.500 empresas. Del mismo modo, la evolución positiva del programa de prácticas benefició a cerca de 25.000 becarios que fueron acogidos por más de 12.000 empresas, tanto nacionales como extranjeras.

En la REDFUE durante el 2010, se firmaron acuerdos de formación entre empresas y universidades que beneficiaron a 43.938 alumnos y a más de 1.500 empresas.

Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación

La RedOTRI de universidades se constituyó en 1998 como un grupo de trabajo permanente dentro de la comisión sectorial de I+D de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), promovida por la Secretaría General del Plan Nacional de I+D. 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.

La misión de la RedOTRI, tal y como se recoge en su Reglamento, es "potenciar y difundir el papel de las universidades como elementos esenciales dentro del Sistema Nacional de Innovación". Para ello, se pretende potenciar los mecanismos de transferencia, entre los que destacan: contratos de investigación y apoyo técnico a las empresas; los proyectos de I+D en colaboración con otras instituciones públicas, asociados 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

Cuadro 19. Funciones a las que se dedican las OTRI en porcentaje sobre el total de OTRI en cada año. Periodo 2006-2010

	2006	2007	2008	2009	2010
Servicios de investigación	62,9	50,8	49,2	47,5	39,7
I+D en colaboración con otras empresas	91,9	88,5	90,5	88,7	80,9
Gestión de protección del conocimiento	93,5	91,8	95,2	98,4	85,3
Licencias	88,7	83,6	92,1	95,2	86,8
Contratos de I+D y consultoría	93,5	90,2	90,5	93,5	83,8
Prestación de servicios técnicos	79,0	75,4	77,8	83,6	72,1
Apoyo a la creación de empresas	77,4	68,9	77,8	78,7	75,0
Gestión de parque científico	16,1	16,4	12,7	11,7	8,8
Gestión de capital semilla	16,1	18,0	15,9	16,4	14,7
Formación continua	33,9	29,5	31,7	40,3	45,6

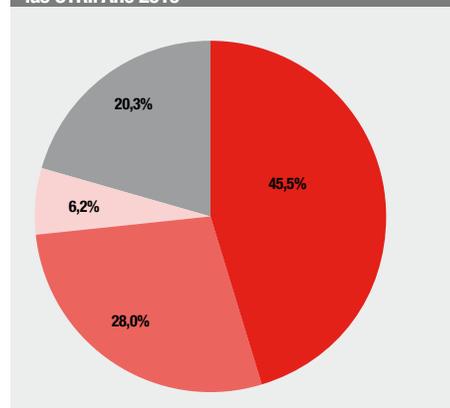
Nota: Se han considerado 58 OTRI en cada año.

Fuente: Encuesta RedOTRI de universidades. 2006-2009. Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

de base tecnológica; y las asociaciones de promoción y relación con empresas y otras instituciones.

De acuerdo con los datos provenientes de la encuesta de la RedOtri y de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas, la evolución de la captación de recursos de I+D+i con empresas y entidades mantiene la tendencia decreciente iniciada en 2009, luego de un periodo de sistemáticos y significativos aumentos que alcanzó su máximo en el 2008. De esta forma, en 2010, el importe de los recursos captados a través de las relaciones con empresas y otras entidades se redujo un 2%, pasando de los 638M€ de 2009 a 623M€ en el citado ejercicio. La parte más importante de los recursos captados corresponde a la I+D por encargo y es la partida que más se reduce, cerca del 8% respecto al volumen contratado en 2009. Por otra parte, la captación de recursos de otras fuentes se mantiene y, sorprendentemente, la aportación de recursos proveniente de la I+D colaborativa financiada fundamentalmente con recursos públicos aumenta, pasando de los 141M€ en 2009 a los 155M€ en 2010, lo que aumenta su peso relativo en la composición de los recursos captados (llegando al 25%). (Ver gráfico 21).

Con los mismos resultados de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas de la RedOTRI, el 86,8% de las OTRI se dedicó a las licencias de patentes, que fue la tarea más común entre este tipo de oficinas en el referido año. El segundo tipo de actividad más común entre las OTRI fue la gestión de protección de

Gráfico 22. Origen de fondos del presupuesto de las OTRI. Año 2010

● % del presupuesto financiado por la universidad
● % del presupuesto financiado por subvenciones
● % del presupuesto financiado por overheads
● % del presupuesto financiado por otras fuentes

Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

conocimiento. En este caso, el 85,3% de las OTRI se dedicó a este tipo de actividades. El número de OTRI dedicadas a prestar servicios de investigación, a la gestión de proyectos de I+D con empresas y a la gestión de parques científicos, se redujo en 2010, tal y como ya había sucedido en 2009 (véase cuadro 19).

De acuerdo con los resultados de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas de la RedOTRI, el 86,8% de las OTRI se dedicó a las licencias de patentes, que fue la tarea más común entre este tipo de oficinas en el referido año.

En el ejercicio 2010, 57% de las OTRI contaba con un presupuesto específico para desarrollar las actividades de transferencia de tecnología.

Cuadro 20. Número medio de empleados por OTRI y tipo de actividad. Año 2010

Personal total de la OTRI en EJC	12,2
Personal técnico	9,5
Personal dedicado a IPR	0,9
Personal dedicado a contratos con empresas	1,4
Personal dedicado a programas de I+D para colaboración con empresas	1,8
Personal dedicado a licencias de patentes, <i>know-how</i> y <i>software</i>	0,6
Personal dedicado a <i>spin-off</i>	0,8
Personal dedicado a promoción y marketing	1,4
Personal dedicado a gestión de ayudas públicas	3,8
Personal dedicado a otras funciones	1,7
Personal dedicado a áreas específicas (biotecnología, TIC, etc.)	1,2

Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

El presupuesto total de las OTRI en este año superó los 41 millones de euros, de los cuales, el 45,5% provenía de las universidades a las cuales se encuentra afiliada la OTRI, un 28% del presupuesto se financió con subvenciones, un 6% se financió por overheads y el 20% restante se financió por otras fuentes (véase gráfico 22).

Para cumplir con sus funciones, las oficinas integradas a la RedOTRI de universidades contaban en 2010 con 732 empleados EJC, un 6,4% menos que en 2009, de los cuales 527 eran técnicos EJC, dedicados primordialmente a actividades de transferencia de tecnología, y los 205 restantes eran personal de apoyo.

En el ejercicio 2010, 57% de las OTRI contaba con un presupuesto específico para desarrollar las actividades de transferencia de tecnología. El presupuesto total de las OTRI en este año superó los 41 millones de euros, de los cuales, el 45,5% provenía de las universidades a las cuales se encuentra afiliada la OTRI.

El número medio de personal técnico EJC por OTRI en 2010, fue de 9,5, inferior al 10,1 del 2009. Este descenso se debe a la caída en el número de investigadores dedicados a actividades de transferencia de tecnología, así como a los efectos que la crisis económica está teniendo en términos de empleo en la economía española. Las actividades desarrolladas por las OTRI que demandaron un mayor número de personal están encabezadas por la gestión de las ayudas públicas, donde, en promedio, las distintas

OTRI asignaron de media 3,8 técnicos EJC. En segundo lugar se encuentra la gestión de programas de I+D para colaboración con empresas, tarea a la que de media se aginó durante el 2010 a 1,8 técnicos EJC (Véase cuadro 20).

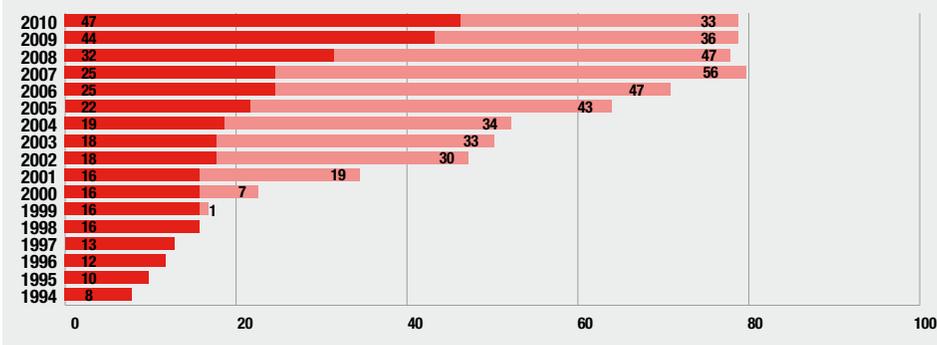
Para cumplir con sus funciones, las oficinas integradas a la RedOTRI de universidades contaban en 2010 con 732 empleados EJC, un 6,4% menos que en 2009, de los cuales 527 eran técnicos EJC, dedicados primordialmente a actividades de transferencia de tecnología, y los 205 restantes eran personal de apoyo.

Las actividades desarrolladas por las OTRI que demandaron un mayor número de personal están encabezadas por la gestión de las ayudas públicas, a la que, en promedio, las diferentes OTRI asignaron de media 3,8 técnicos EJC.

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 principal es promover la cultura innovadora y competitiva de las empresas e instituciones generadoras de conocimiento instaladas dentro del respectivo 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.

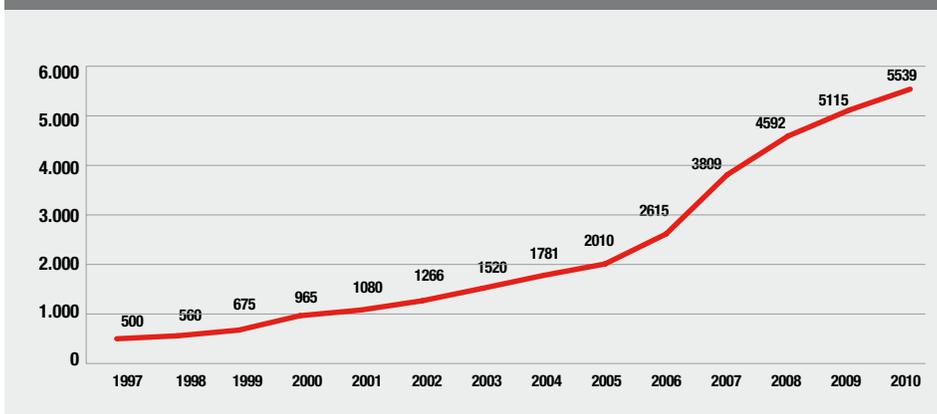
Gráfico 23. Miembros de la APTE. Periodo 1994-2010



● Socios ● Afiliados

Fuente: APTE.

Gráfico 24. Número de empresas instaladas en los PCyT. Periodo 1997-2010



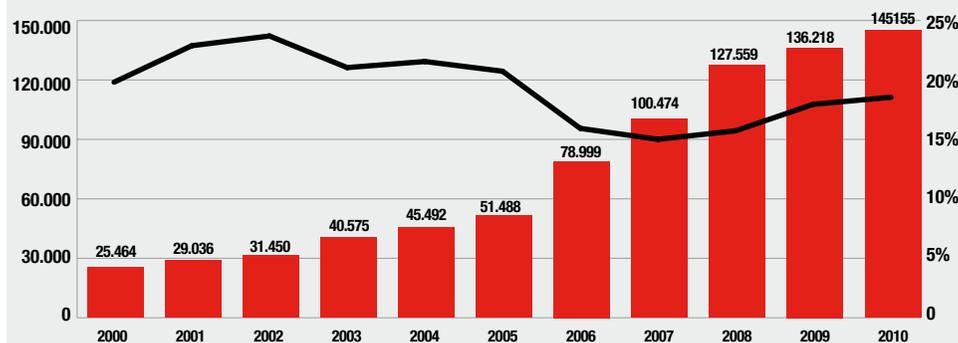
Fuente: APTE.

En 2010, la APTE contaba con 80 miembros, idéntica cifra que en 2009, pero con algunas modificaciones en cuanto a la tipología de los mismos, pues tres de ellos pasaron de ser afiliados a ser miembros, con lo que alcanzó una cifra de 47 socios y 33 afiliados. No obstante el número de miembros de esta asociación se mantuvo, la distribución porcentual entre socios y afiliados cambió significativamente. En 2010, el 59% de los miembros tuvieron consideración de socios, mientras que dos años antes, en 2008, este tipo de miembros representaba un 40,5% del total (véase gráfico 23).

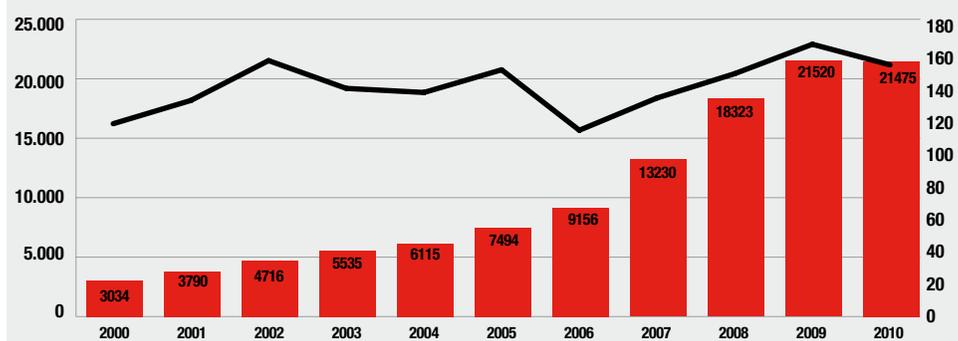
En 2010, la APTE contaba con 80 miembros, idéntica cifra que en 2009, pero con algunas modificaciones en cuanto a la tipología de los mismos, pues tres de ellos pasaron de ser afiliados a ser miembros, con lo que alcanzó una cifra de 47 socios y 33 afiliados.

Entre 2009 y 2010, el número de empresas instaladas dentro de los PCyT se incrementó un 8,3%, alcanzando un total de 5.539, 424 más que en 2009. El número de empresas instaladas en los PCyT ha mostrado una tendencia creciente desde 1997, creciendo a una tasa media anual superior al 20% (véase gráfico 24). El sector que aglutina el mayor número de empresas en los parques miembros de APTE es el de información, informática y telecomunicaciones con un 23%, seguido por ingeniería, consultoría y asesoría, con el 16%.

Entre 2009 y 2010, el número de empresas instaladas dentro de los PCyT se incrementó un 8,3%, alcanzando un total de 5.539, 424 más que en 2009. El sector que aglutina el mayor número de empresas en los parques miembros de APTE es el de información, informática y telecomunicaciones.

Gráfico 25. Personal empleado en los PCyT y porcentaje de empleados dedicados a actividades de I+D. Periodo 2000-2010

● Empleo ● % de empleados en actividades de I+D (escala derecha)
Fuente: APTE.

Gráfico 26. Facturación total de los PCyT y facturación media por trabajador. Periodo 2000-2010

● Facturación (millones de euros) ● Facturación media por trabajador (miles de euros) (escala derecha)
Fuente: APTE.

El número de empleados en los PCyT ha mantenido su tendencia creciente desde el año 2000. En el año 2010, el número total de empleados fue de 145.155, cifra superior a la de 2009 en un 6,6%. Sin embargo, si se analiza el crecimiento medio anual en el periodo 2000-2010, este se sitúa en torno al 20%. Del mismo modo, el porcentaje de empleados dedicados a actividades de I+D se incrementó en medio punto porcentual, alcanzando una proporción del 17,6% sobre el total (véase gráfico 25). Por otra parte, en 2010, el volumen de facturación de los PCyT disminuyó un 0,2% que, junto con el aumento del número de trabajadores, provoca que la facturación media por trabajador caiga de forma notable un 6,4%, llegando a los ciento cuarenta y ocho mil euros por trabajador (véase gráfico 26).

En el año 2010, el número total de empleados en los PCyT fue de 145.155, cifra superior a la de 2009 en un 6,6%. Sin embargo, si

se analiza el crecimiento medio anual en el periodo 2000-2010, este se sitúa en torno al 20%.

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. Las PT cuentan con los agentes científicos y tecnológicos necesarios para mejorar los procesos existentes, y así configurar de manera integrada, las agendas estratégicas de I+D a corto, medio y largo plazo.

Las PT facilitan la interacción entre universidades, organismos públicos de investigación, centros tecnológicos, empresas de base tecnológica, empresas de servicios basados en la ciencia, entre otras, permitiendo de esta manera, la generación de proyectos

Cuadro 21. Plataformas tecnológicas españolas por sector. Año 2011

Alimentación, agricultura y pesca

- Plataforma Tecnológica Española Food for Life - Spain
- Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y Acuicultura
- Plataforma Tecnológica Española de Agricultura Sostenible
- Plataforma Tecnológica del Vino

Medio ambiente

- Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible
- Plataforma Tecnológica Española del Agua y del Riego
- Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Ambientales. PLANETA
- Plataforma Tecnológica Española de Protección de la Costa y del Medio Marino (PROTECMA)

Energía

- Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible
- Plataforma Española de Redes Eléctricas. FUTURED
- Plataforma Tecnológica del Sector Eólico - REOLTEC
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa. BIOPLAT
- Plataforma Tecnológica Española del CO2
- Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética
- Plataforma Tecnológica Española de Geotermia. GEOPLAT
- Plataforma Tecnológica de Energía Solar de Concentración
- Plataforma Tecnológica de Energía Nuclear de Fisión - CEIDEN
- Plataforma Tecnológica Española Fotovoltaica

Transporte

- Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. PTFE
- Plataforma Tecnológica Marítima. PTM
- Plataforma Tecnológica en Logística Integral. LOGISTOP
- Plataforma Tecnológica Española de la Carretera

Sectores industriales

- Plataforma Tecnológica del Acero-PLATEA
- FOTONICA 21
- Plataforma Tecnológica Española Industria del Deporte
- Plataforma Tecnológica de los Sectores Manufactureros Tradicionales
- Plataforma Tecnológica de la Industria de la ciencia - INDUCIENCIA
- Plataforma Tecnológica Española de Envase y Embalaje - PACKNET
- Plataforma Tecnológica Española de Seguridad Industrial
- Plataforma Tecnológica Española de Construcción
- Plataforma Tecnológica Española del Sector Turístico. THINKTUR

Biología y salud

- Plataforma Tecnológica Española "Medicamentos Innovadores"
- Plataforma Tecnológica Española de Sanidad Animal. Vet+i
- Plataforma Española de Nanomedicina
- Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Sanitarias
- Plataforma Tecnológica Española de Biotecnología Vegetal
- Plataforma Tecnológica Española de Mercados Biotecnológicos

Nanotecnología

- Plataforma Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales. MATERPLAT
- Plataforma Tecnológica Española Impresión e Industrias Afines. 3NEO

Fuente: Ministerio de Economía y Competitividad.

de investigación en colaboración, así como también, facilita la identificación de necesidades de instalaciones científicas y tecnológicas.

La creación de PT pasa por tres fases: 1) la agrupación de entidades con intereses afines sobre el desarrollo de tecnologías en un

sector específico, y en un periodo de entre 10 y 20 años; 2) la definición de la agenda estratégica de investigación, la cual establece necesidades y prioridades de investigación, desarrollo e innovación para una tecnología determinada; y 3) la implementación de la agenda de financiación.

La mayoría de las PT se financia mediante ayudas del programa marco de la UE. En el ámbito de España, el Ministerio de Ciencia e Innovación, destina una parte de las ayudas al fomento de la investigación técnica para la creación e impulso de redes tecnológicas dentro de las cuales se encuentran las PT.

En el año 2011 estuvieron activas 39 plataformas tecnológicas, de las cuales 32 contaron con al menos una universidad como miembro. La media de participación es algo superior a 13 universidades por plataforma si se toma en cuenta el número de plataformas con presencia universitaria.

De acuerdo con los datos del Ministerio de Economía y Competitividad, en el año 2011 estuvieron activas 39 plataformas tecnológicas (PT). De estas, 32 contaron con al menos una universidad como miembro, con una media de participación de casi 11 universidades por plataforma tecnológica, si se considera el total de estas, y algo superior a 13 universidades por plataforma si se toma en cuenta el número de PT con presencia universitaria. Cabe destacar que dado que la información sobre la participación universitaria en las PT se recabó de forma manual en las páginas web de cada PT, es posible que aquellas de las que no se dispone de información efectivamente cuenten con universidades como miembros de las mismas.

Atendiendo a la clasificación que por sectores clave presenta el Ministerio, vemos que el área

temática que cuenta con un mayor número de PT es la de energía, con 10, seguida de los sectores industriales, que aglutinan 9 PT, y en tercer lugar se sitúa la biotecnología, con seis. El sector clave con menor número de PT es el de nanotecnología, que incluye solamente dos de estas iniciativas. Sin embargo, es precisamente este sector en el que se observa la mayor participación media de universidades por PT, ya que se contabilizan hasta 28 universidades que participan en estas dos PT, es decir, una media de 14 por cada PT de este sector. Otro sector que presenta una elevada participación de universidades por PT es el de medioambiente, cuyas cuatro PT registran una participación de 53 instituciones de educación superior, es decir, una media de 13,2 por PT (véase cuadro 21).

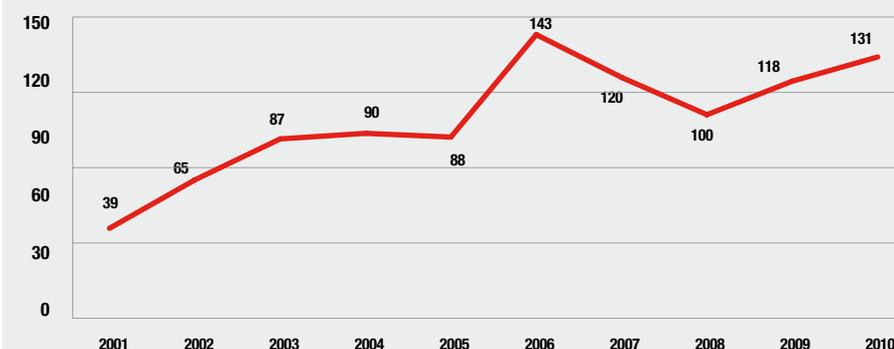
En el año 2011, la PT que contó con el mayor número de universidades participantes fue la Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible, en la que participaron 32 universidades españolas. En segundo lugar se colocó la Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BIOPLAT), en la que participaron 30 universidades. Las PT ubicadas en tercer lugar, la Plataforma Tecnológica Española de Fotónica (FOTONICA 21) y la Plataforma Tecnológica del Vino, contaron con 28 universidades españolas entre sus miembros. Siguiendo con la tendencia ya destacada en el Informe CYD del año pasado, las universidades que por su naturaleza participan más activamente en las PT son las politécnicas (véase cuadro 22).

Cuadro 22. Plataformas tecnológicas que contaron con el apoyo de universidades españolas. Año 2011

Plataforma tecnológica	Nº. univ.
Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible	32
Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa. BIOPLAT	30
FOTÓNICA 21	28
Plataforma Tecnológica del Vino	28
Plataforma Tecnológica Española del Sector Turístico. THINKTUR	23
Plataforma Española de Nanomedicina	20
Plataforma Tecnológica Española de Sanidad Animal. Vet+i	20
Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. PTFE	20
Plataforma Tecnológica Española de Materiales Avanzados y Nanomateriales. MATERPLAT	18
Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible	17
Plataforma Tecnológica de Energía Solar de Concentración	16
Plataforma Española de Redes Eléctricas. FUTURED	15
Plataforma Tecnológica Española del CO2	15
Plataforma Tecnológica Marítima. PTM	15
Plataforma Tecnológica Española del Agua y del Riego	13
Plataforma Tecnológica Española Industria del Deporte	13
Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y Acuicultura	11
Plataforma Tecnológica de Energía Nuclear de Fisión - CEIDEN	10
Plataforma Tecnológica Española de Construcción	10
Plataforma Tecnológica Española Impresión e Industrias Afines. 3NEO	10
Plataforma Tecnológica Española de Protección de la Costa y del Medio Marino (PROTECMA)	8
Plataforma Tecnológica del Sector Eólico - REOLTEC	7
Plataforma Tecnológica Española "Medicamentos Innovadores"	7
Plataforma Tecnológica Española de la Carretera	7
Plataforma Tecnológica del Acero - PLATEA	6
Plataforma Tecnológica Española de Geotermia. GEOPLAT	6
Plataforma Tecnológica Española de Seguridad Industrial	5
Plataforma Tecnológica Española de Mercados Biotecnológicos	3
Plataforma Tecnológica Española de Envase y Embalaje - PACKNET	2
Plataforma Tecnológica en Logística Integral. LOGISTOP	1
Plataforma Tecnológica Española de Agricultura Sostenible	1
Plataforma Tecnológica Española de Biotecnología Vegetal	1
Plataforma Tecnológica de la Industria de la ciencia - INDUCIENCIA	-
Plataforma Tecnológica de los Sectores Manufactureros Tradicionales	-
Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética	-
Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Ambientales. PLANETA	-
Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Sanitarias	-
Plataforma Tecnológica Española Food for Life - Spain	-
Plataforma Tecnológica Española Fotovoltaica	-

Nota: Solo se han tomado en cuenta universidades españolas, ya que en algunas PT participan universidades extranjeras. Algunas PT no tienen página web y otras no detallan los miembros participantes, por lo que no ha sido posible obtener la información correspondiente.

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

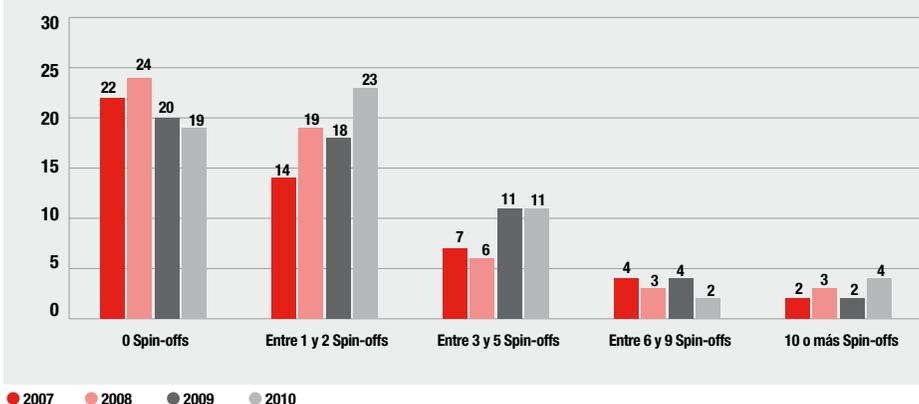
Gráfico 27. Número de *spin-offs*. Periodo 2001-2010

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades, varios años, y Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

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

En este 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 Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas* de la RedOTRI de universidades. Como es bien sabido, 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 aprobada en 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.

Gráfico 28. Número de universidades según el total de *spin-offs* creadas. Periodo 2007-2010

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades, varios años, y Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

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%.

De acuerdo con la *Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010* de las Universidades Españolas de la RedOtri de universidades, en 2010 se crearon 131 *spin-offs*, 13 más que en 2009. Este incremento refuerza la tendencia observada en el año

anterior, cuando se rompió la tendencia decreciente del número de *spin-offs* que se venía experimentando desde el 2006 (véase gráfico 27). El número de universidades que ha creado al menos una *spin-off* en 2010 ha evolucionado favorablemente, y ha seguido con el incremento sostenido mostrado en los últimos tres años, pasando de un total de 27 universidades en 2007 a 40 universidades en 2010 (véase gráfico 28).

De acuerdo con la encuesta de la RedOTRI de universidades, en 2010 se crearon 131 *spin-offs*, 13 más que en 2009. Este incremento refuerza la tendencia observada en el año anterior, cuando se rompió la tendencia decreciente del número de

Cuadro 23. Características de las *spin-offs*. Periodo 2006-2010

	Spin-offs participadas por las universidades	Retornos por beneficios/ plusvalías de <i>spin-offs</i> (Miles de euros)	Personal investigador promotor de <i>spin-offs</i>	Spin-offs bajo licencia de tecnología universitaria	Spin-offs participadas que han ampliado capital
2006	44	416	215	37	13
2007	14	0	197	46	21
2008	22	0	185	27	10
2009	37	32	350	52	33
2010	29	36	259	55	37

Fuente: Encuesta RedOTRI de Universidades, varios años, y Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

spin-offs que se venía experimentando desde 2006.

El número de spin-offs que contaba con la participación de su respectiva universidad se redujo algo más del 20%. Además, siguiendo la tendencia de 2009, las spin-offs han generado retornos fruto de las participaciones sociales, que se sitúan en torno a 5 millones de euros.

El número de *spin-offs* que contaban con participación de su respectiva universidad se redujo algo más del 20%, situándose en 29, lejos de las 37 del ejercicio anterior. Por otra parte, siguiendo la tendencia de 2009 y a diferencia del periodo 2007-2008, las *spin-offs* han generado retornos fruto de las participaciones sociales que se sitúan en torno a 5 millones de euros.

El personal investigador promotor de *spin-offs* se redujo en casi 100 trabajadores, pasando de 350 en 2009 a 259 en 2010. En 2010 se ha incrementado el número de *spin-offs* bajo licencia de tecnología universitaria, aunque modestamente, pasando de 52 en 2009 a 55

en 2010, mientras que un total de 37 *spin-offs* han ampliado su capital, cuatro más que en 2009 (véase cuadro 23).

El personal investigador promotor de *spin-offs* se redujo en casi 100 personas, pasando de 350 en 2009 a 259 en 2010, año en que se ha incrementado ligeramente el número de *spin-offs* bajo licencia de tecnología universitaria, pasando de 52 a 55.

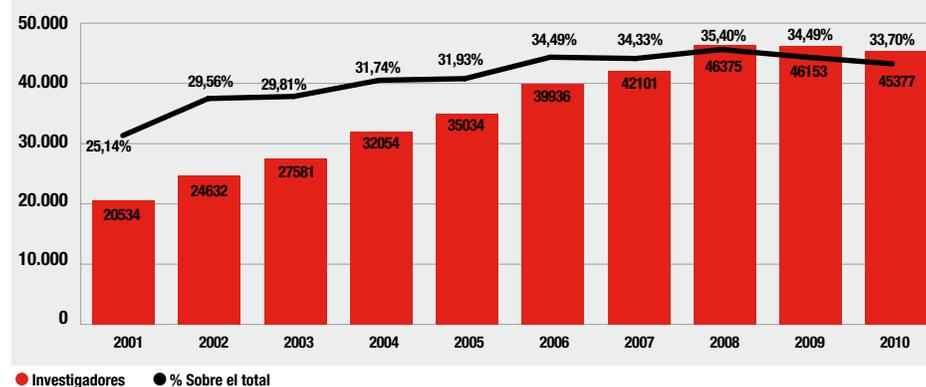
La universidad⁶ que en 2010 mostró un mayor dinamismo en cuanto a la creación de *spin-offs* fue la Universidad Politécnica de Madrid, la cual creó un total de 13 *spin-offs*, vinculando un total de 14 investigadores, seguida de la Universidad de Sevilla con 12 *spin-offs* y 27 investigadores vinculados. La Universitat Politècnica de València, aunque en 2010 solo creó cuatro *spin-offs*, fue la que vinculó el mayor número de investigadores, con un total de 20, solo detrás de la de Sevilla. La Universidad de Granada fue la que firmó más acuerdos de licencia basados en *spin-offs* con la universidad, firmando un total de 7 acuerdos (véase cuadro 24).

Cuadro 24. *Spin-offs*, investigadores vinculados y *spin-offs* bajo licencia por universidad. Año 2010

	Spin-offs	Investigadores vinculados	Spin-offs que han firmado un acuerdo de licencia con la Universidad
Universidad Politécnica de Madrid	13	14	2
Universidad de Sevilla	12	27	6
Universidad Autónoma de Madrid	11		0
Universidad de Granada	10	14	7
Euskal Herriko Unibertsitatea	7	10	0
Universitat Politècnica de Catalunya	6	7	6
Universitat Autònoma de Barcelona	5	5	5
Universidad de Salamanca	5	6	0
Universidad de Cantabria	4	10	
Universidad Complutense de Madrid	4	4	1
Universitat Politècnica de València	4	20	1
Universidad de Jaén	3	5	0
Universidad de Málaga	3	15	0
Mondragon Unibertsitatea	3	0	0
Universidad de Valladolid	3	12	2
Universitat d'Alacant	2	8	2
Universidad de Alcalá	2	9	2
Universidad de Cádiz	2	7	0
Universitat Jaume I	2	3	2
Universidad Pública de Navarra	2	8	0
Universidade de Vigo	2	5	1
Universidad de Almería	1	1	0
Universitat de Barcelona	1	1	1
Universidad Carlos III de Madrid	1	3	1
Universidad de Extremadura	1	2	
Universitat de Lleida	1	1	1
Universidad Miguel Hernández	1	3	1
Universidad de Murcia	1	10	0
Universidad Pablo de Olavide	1	1	0
Universidad Rey Juan Carlos	1	1	0
Universitat Rovira i Virgili	1	1	1
Universidade de Santiago de Compostela	1	7	0
Universitat de València	1	1	1
Universidad de Zaragoza	1		1
Universidad de Burgos	0		
Universidad de Castilla-La Mancha	0	0	1
Universidad Católica de Ávila	0	0	0
Universidad Francisco de Vitoria	0		
Universitat de Girona	0	0	0
Universitat de les Illes Balears	0		
Universidad de La Laguna	0	0	0
Universidad de La Rioja	0	0	0
Universidad de Navarra	0		
Universitat Pompeu Fabra	0	0	0
Universidad Pontificia de Salamanca	0	0	0
UNED	0		

Nota: Solo se han tenido en cuenta las universidades que autorizan la publicación de resultados de la encuesta. Fuente: Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas.

6. Se tienen en cuenta únicamente las universidades que autorizan la publicación de datos individuales.

Gráfico 29. Número de investigadores empleados en el sector privado y porcentaje sobre el total de investigadores en España. Periodo 2001-2010

Fuente: Encuesta de Actividades sobre I+D. INE

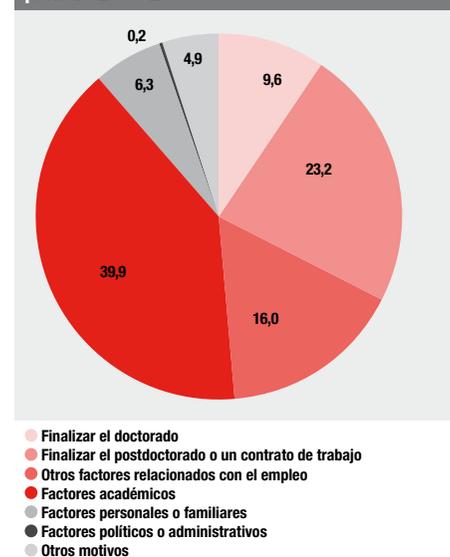
4.5 La movilidad del personal investigador

Este quinto y último apartado estudia la movilidad del personal investigador y la incorporación del personal científico a las empresas, para lo cual se utilizan datos 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

En 2010, el número total de investigadores en el sector privado fue de 45.377, un 1,7% menor al total del 2009. Este año, por tanto, se refuerza la tendencia decreciente iniciada en el año anterior. Del mismo modo, el porcentaje que representan los investigadores del sector privado sobre el total español se redujo en 0,8 puntos porcentuales entre 2010 y 2009. De esta manera, el porcentaje que este colectivo representa sobre el total de investigadores se redujo entre 2009 y 2010, pasando del 34,5% al 33,7% (véase gráfico 29).

En 2010, el número total de investigadores en el sector privado fue de 45.377, un 1,7% menor al total de 2009, reforzando así la tendencia decreciente iniciada en el año anterior.

De acuerdo con la *Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009* del INE, el 80% de los doctores entrevistados

Gráfico 30. Distribución porcentual de los motivos para residir fuera de España en el periodo 2000-2009

Fuente: Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009.

han residido en España en el periodo 2000-2009. Solo el 20% de los 4.123 doctores encuestados (824), han residido en el extranjero al menos una vez en una etapa no menor a tres meses en este periodo. Entre los motivos esgrimidos para residir fuera de España en el periodo considerado, el 40% de los doctores que lo han hecho declaran que el principal motivo han sido los factores académicos, es decir, una mayor posibilidad de realizar publicaciones, desarrollo o continuidad de la tesis doctoral, trabajar en un área específica no existente en España o bien la creación de un equipo

propio o una nueva área de investigación. El segundo motivo más frecuente es el de finalización del postdoctorado o un contrato de trabajo, mientras que el tercero tiene que ver con factores relacionados con el empleo, como por ejemplo traslados laborales por el organismo o la empresa, cambios de empleo, ofertas de trabajo o bien la realización de un postdoctorado (véase gráfico 30).

De acuerdo con la Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009 del INE, solo el 20% de los doctores encuestados ha residido en el extranjero al menos una vez por una temporada no menor a tres meses en el periodo 2000-2009.

Las consideraciones respecto a la movilidad internacional son relevantes, pues como la misma fuente de información permite concluir, la productividad científica de los doctores que eventualmente han realizado estancias en el extranjero es más elevada. En el caso de las publicaciones científicas, por ejemplo, el número de artículos publicados en el periodo 2007-2009 por cada doctor encuestado es sistemáticamente más elevado en el caso de aquellos que han realizado estancias fuera de España que en el de aquellos que no las han realizado. En promedio, los doctores que han realizado estancias fuera publican una media de 8,9 artículos, mientras que es solo de 5,5 la media de aquellos que no las han realizado, al menos en el periodo 2000-2009. El cuadro 25 muestra que, si bien hay diferencias en cuanto a la productividad científica por áreas

Cuadro 25. Productividad científica por área de conocimiento y movilidad internacional (artículos por doctor). Período 2000-2009

Estancias en el extranjero	0	1 a 3	4 o más	Total
Ciencias naturales	6,6	9,7	8,9	7,5
Ingeniería y tecnología	6,2	7,9	9,1	6,7
Ciencias médicas	4,1	10,4	3,4	4,7
Ciencias de la agricultura	6,9	9,7	8,6	7,4
Ciencias sociales	5,1	6,9	7,9	5,5
Humanidades	5,1	9,3	8,1	5,8
Total general	5,5	9,2	8,3	6,2

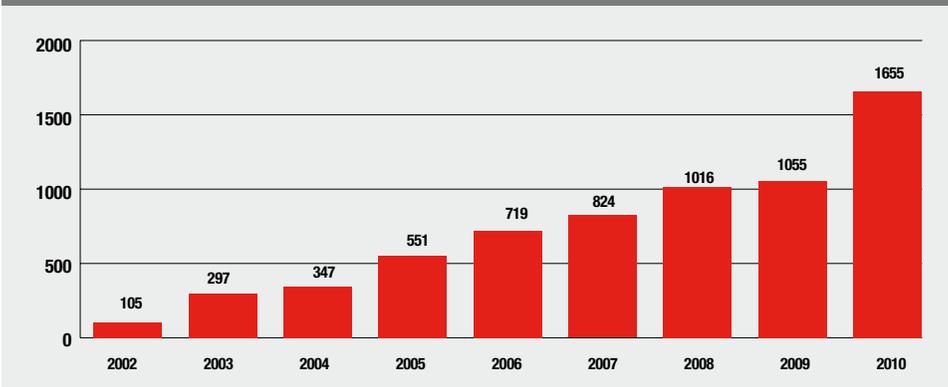
Fuente: Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009.

Cuadro 26. Patentes por cada 100 doctores por sector y movilidad internacional. Período 2000-2009

	Sin movilidad	Al menos una estancia en el extranjero	Total
Empresas	27,6	36,5	28,9
Administraciones públicas	8,4	21,0	10,6
Enseñanza superior	12,8	14,9	13,3
IPSFL	22,8	22,5	22,7
Total	13,2	19,8	14,6

Fuente: Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009.

Gráfico 31. Incorporación de doctores y tecnólogos al sector privado en el marco del programa Torres Quevedo. Período 2002-2010



Fuente: Programa Ingenio 2010: Balance de actuaciones. Ministerio de Ciencia e Innovación.

de conocimiento, sistemáticamente es mayor en el caso de los doctores que han realizado estancias en el extranjero.

El motivo más frecuente para residir en el extranjero es académico: una mayor posibilidad de realizar publicaciones, desarrollo o continuidad de la tesis doctoral, trabajar en una área específica no existente en España o bien la creación de un equipo propio o una nueva área de investigación

Del mismo modo, el número de patentes por cada 100 doctores es mayor en el caso de aquellos que han realizado estancias en el extranjero que en el de aquellos que no lo han hecho. El cuadro 26 pone de manifiesto los resultados que arroja la *Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología* en relación con esta variable. Una vez más, son notorias las diferencias entre sectores,

ya que el número de patentes por cada 100 doctores en el sector empresarial es claramente superior al resto, duplicando lo observado en la enseñanza superior, por ejemplo. No obstante, en todos los sectores a excepción de las IPSFL, el número de patentes por cada 100 doctores, separando entre aquellos que han realizado estancias en el extranjero y los que no, es nuevamente sistemáticamente superior en el caso de aquellos que han pasado al menos una temporada fuera de España.

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.

De acuerdo con la resolución del 23 de diciembre de 2010, en la cual se plantean 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, y 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 Torres Quevedo se le asignaron 49,7 millones de euros para el período 2011-2013 repartidos en tres anualidades, el importe de la primera fue 23,4 millones y el importe de las tres siguientes es igual a 13,1 millones de euros.

Hasta diciembre de 2010 se han realizado 10 convocatorias del programa Torres Quevedo. Desde su lanzamiento en 2001

se ha observado un incremento constante en el importe de las ayudas concedidas, así como del número de doctores y tecnólogos incorporados al sector privado, superando incluso las previsiones. En este sentido, en el año 2010 se han incorporado 1.655 personas, por encima de las 1.300 previstas en el programa. Además, cerca del 70% lo hacen en pequeñas y medianas empresas y algo más del 50% son contrataciones indefinidas (véase gráfico 31).

En el año 2010, en el marco del programa Torres Quevedo se incorporaron 1.655 doctores y tecnólogos a empresas, por encima de los 1.300 previstos en el programa.

Recapitulación

Las universidades desempeñan un papel importante en el desarrollo económico y social de los países. Actualmente, una universidad comprometida con su entorno tiene una misión triple: formar al capital humano, generar conocimientos a través de su actividad de investigación y transferir estos conocimientos al resto de la sociedad. 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. Las principales conclusiones que sobre este análisis se derivan son:

- El gasto interno total en I+D como porcentaje del PIB creció un 0,01 punto porcentual entre 2009 y 2010, alcanzando el 1,39% del PIB.
- A pesar de este estancamiento, derivado principalmente de las restricciones que impone la actual crisis económica, la evolución desde el año 2001 ha sido notable.
- En el año 2010 el gasto español en I+D representó el 1,37% del PIB, 0,54 puntos porcentuales por debajo de la media de la UE-27, 0,7 puntos porcentuales por debajo de la UE-15 y casi un punto porcentual por debajo del promedio de la OCDE.
- Sin embargo, esta diferencia se reduce si se compara el gasto en I+D en relación con el PIB del sector de enseñanza superior. En este caso, España se encuentra 0,54 puntos porcentuales por debajo de la UE-27, 0,11 puntos porcentuales por debajo de la UE-15 y 0,05 puntos porcentuales por debajo del promedio de los países de la OCDE.
- Los datos de la *Estadística sobre Actividades de I+D* del INE indican que el gasto interno total en I+D se mantuvo en 2010 en los mismos niveles que en 2009. Sin embargo, los componentes de este esfuerzo sí que han presentado variaciones: el sector empresarial y las instituciones privadas sin fines de lucro vuelven a caer en 2010. Esta caída ha sido compensada por incrementos en el gasto interno total en I+D del sector enseñanza superior, que se incrementó un 1,6% respecto al 2009.
- La evolución antes descrita tiene efectos sobre el peso relativo de cada sector institucional en el gasto interno en I+D. Así, el sector educación superior continua aumentando su participación en el gasto interno total en I+D, que alcanzó en 2010 el 28,3%, 0,4 puntos porcentuales más que en 2009.
- El análisis de la distribución de los gastos en I+D según los campos científicos indica que la estructura de los mismos se ha mantenido relativamente estable en los últimos años. En este sentido, las áreas de ingeniería y tecnología, ciencias exactas y naturales, y ciencias sociales siguen concentrando más de dos terceras partes del gasto en I+D del sector de enseñanza superior.
- El gasto que las instituciones de educación superior dedican a la investigación básica se incrementó en un 2,9% en 2010, y llegó a representar el 49,3% del gasto total en I+D del sector de enseñanza superior.
- En el ejercicio 2010, los fondos generales universitarios siguieron siendo la fuente de financiación más importante, con una aportación del 46,3% del total del gasto en I+D de este sector.
- Para las universidades privadas la principal fuente de financiación son los fondos propios, que en el año 2010 representaron el 58,5% del total de recursos destinados a actividades de I+D. Asimismo, se constata que una mayor colaboración entre este tipo de instituciones y el sector privado, ya que la financiación empresarial representó el 15,4% del total de fondos, más del doble que en el caso de las universidades públicas.
- El peso de las universidades públicas en el gasto total en I+D del sector universitario en 2010 se situó en el 91,5%. Esta estructura porcentual no ha presentado cambios importantes en los últimos años.
- El personal dedicado a I+D en la enseñanza superior aumentó el 2010 un 2,6% respecto al año anterior, y alcanzó un total de 83.300 empleados (EJC), es decir, el 37,5% del total de empleados en I+D.
- La participación relativa del sector de enseñanza superior sobre el personal total

empleado en actividades de I+D se ha vuelto a incrementar por segundo año consecutivo, en franca contraposición con lo ocurrido en el periodo 2001-2008, en que pasó de representar el 42% del total de personal dedicado a I+D al 36,6%.

- En 2010, el 48% del total de investigadores se encontraban empleados en el sector de enseñanza superior, porcentaje inferior a la participación que este sector tenía en 2001 (57%). Además, el peso que representan los investigadores sobre el total de empleados en actividades de I+D en el sector de enseñanza superior se ha reducido sistemáticamente desde 2001, y acumula un retroceso de 10 puntos porcentuales.
- El sector de enseñanza superior también registró una caída en el gasto total por investigador, en este caso del 0,6%, pasando de 64.200€ en 2009 a 63.800€ en 2010. Se rompe así la tendencia de los últimos años en que este indicador había mostrado un crecimiento sostenido.
- Los gastos en I+D por investigador en este sector se encuentran actualmente alrededor del 60% de la media general. Si bien es verdad que esta brecha tiende a reducirse con el tiempo, sigue siendo el sector institucional con un menor gasto por investigador.
- Comparando el sector enseñanza superior con los otros sectores, en 2010 el gasto total por investigador en el sector empresarial fue 2,6 veces más alto, si bien es verdad que dicha diferencia se ha venido reduciendo desde 2001, cuando era de 4,2. En 2010, el gasto total por investigador del sector

público fue 1,9 veces más alto que el del sector de enseñanza superior, mientras que en el caso de las IPSFL fue 1,4 veces mayor.

- El sector de enseñanza superior se ha caracterizado por presentar la menor proporción de personal de apoyo por investigador de todos los sectores institucionales. En 2010, la proporción de personal de apoyo por investigador fue de 0,29, igual a la registrada en el año anterior. No obstante, la situación actual contrasta enormemente con la de principios de siglo, cuando la relación de personal de apoyo por investigador en este sector se situaba en el 0,16.
- En el ámbito de las comparaciones internacionales, el peso relativo de los investigadores del sector universitario sobre el total en la Unión Europea 27 fue de 41,1% en 2010, casi siete puntos porcentuales por debajo del dato de España, que alcanzó el 48%.
- En el ejercicio 2010, cuatro comunidades autónomas concentraron el 60% del gasto en I+D del sector universitario –Cataluña, Madrid, Andalucía y el País Vasco. Entre estas, aquella cuyo sector universitario gastó más fue Cataluña, con un total de 755 millones de euros, alrededor del 18% del gasto total de este sector en España.
- Entre las regiones en que mayor peso tiene el sector universitario en el gasto total en I+D se encuentran Extremadura (49%), Cantabria (48%) y Canarias (48%). Por su parte, las regiones en donde la participación de las universidades en el gasto total en I+D es menor son el País Vasco (18%), Madrid (18%) y La Rioja (19%).
- Más del 60% del personal empleado en actividades de I+D del sector enseñanza superior y de los investigadores de este sector se encuentran concentrados en cuatro comunidades autónomas: Madrid, Cataluña, Valencia y Andalucía.
- Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas muestran una tendencia creciente desde principios del siglo XXI, pasando de 238 solicitudes en el año 2000, a 584 en el año 2010.
- Las solicitudes de patentes realizadas por las universidades españolas en la OEPM en el ejercicio 2010 representaron el 16% de las solicitudes totales presentadas en dicha oficina.
- Durante el año 2010, 47 universidades solicitaron al menos una patente a través de la OEPM. De estas, nueve universidades realizaron entre una y cinco solicitudes; 19 universidades solicitaron entre seis y diez; once instituciones solicitaron entre 10 y 20, y finalmente, 8 realizaron más de 20 solicitudes.
- Las universidades con el mayor número de solicitudes en el año 2010 fueron la Universidad Politécnica de Madrid (65), la Universidad de Sevilla (36) y la Universitat Politècnica de Catalunya (32).
- Si se mira al número de solicitudes de patentes acumuladas en el periodo 2000-2010, la lista la encabezan la Universitat Politècnica de Catalunya (346 solicitudes), la Universidad Politécnica de Madrid (309) y la Universitat Politècnica de València (277 solicitudes).

• En cuanto a las solicitudes de patentes PCT, la Universidad de Sevilla es la que más patentes acumuladas ha solicitado por esta vía en el periodo 2004-2010, con un total de 101 solicitudes; seguida de la Universitat Politècnica de València (81) y de la Universidad Politécnica de Madrid (75).

- No obstante estas cifras, en el ejercicio 2010 las universidades que más solicitudes de patentes PCT presentaron fueron, por orden, la Politécnica de Madrid (27), la Universidad de Sevilla (22) y la Universitat Politècnica de Catalunya (19).
- El número de licencias universitarias se incrementó un 15% entre 2010 y 2009, hasta alcanzar un total de 209 licencias firmadas. En este año, 39 universidades licenciaron por lo menos una patente.
- En el año 2010, el 58% de las licencias se basaron en patentes, cifra algo menor al 61,5% del 2009, siendo este el tipo de innovación que agrupó el mayor número de estos contratos. En segunda posición se encuentran las licencias basadas en *software*, que suponen en 2010 un 30% adicional
- En 2010, el 61,5% de las empresas que buscaron una licencia fueron pequeñas y medianas empresas europeas, cuatro puntos porcentuales más que en 2009. Por otra parte, el 22,1% de las licencias se firmaron con *spin-offs* propias (18,1% en 2009) y el 16% restante se dividió entre licencias firmadas con grandes empresas europeas (11%), y con empresas no europeas (5%).

- Los ingresos totales provenientes de los contratos de licencias firmados por las universidades se redujeron algo más del 10% en 2010 respecto al ejercicio anterior, bajando a los 2,3 millones de euros.
- Las universidades que más tramos de investigación obtuvieron en el año 2010 fueron la Complutense de Madrid, la Universitat de Barcelona y la de València.

En segundo lugar se estudió la financiación privada de la investigación universitaria y la cooperación en innovación entre empresas y universidades. De lo presentado en este capítulo se concluye que:

- La financiación empresarial de la I+D universitaria alcanzó los 324,9 millones de euros, apenas un 0,3% más que en 2009.
- La financiación empresarial de las universidades públicas apenas aumentó en un 0,9%, cifra que contrasta notablemente con el incremento del 22,8% en los recursos empresariales obtenidos por otros centros de educación superior.
- La financiación privada de la I+D universitaria en España en 2009 fue del 8,0%, superior a la media de la UE-15 (6,5%), la UE-27 (6,4%) y también a la media de la OCDE (6,3%). El país de la UE-15 que presentó un mayor porcentaje de financiación empresarial de la I+D universitaria fue Alemania, con un 14,3%, mientras que Canadá (8,2%) presentó una cifra similar a la española
- El campo científico que contó con el mayor porcentaje de financiación empresarial

durante 2010 fue el de ingeniería y tecnología, representando el 36,5% del total de la financiación privada.

- El número de empresas españolas innovadoras o que habían desarrollado alguna innovación con o sin éxito (EIN) en 2010 se redujo casi un 20% respecto a 2009, cuando entonces ya había registrado un descenso del 9% en relación con 2008.
- Solo entre 2010 y 2009 el número de EIN se redujo en más de ocho mil, y si se toma en cuenta la cifra del año 2004, la más alta del periodo 2000-2010, entonces la reducción de este tipo de empresas se acerca a las veinte mil.
- El número de EIN que cooperaron en innovación con las universidades en el periodo 2008-2010 fue, sin embargo, de 2.389, un 2,3% mayor que en el periodo anterior (2007-2009). De esta forma, la proporción de EIN que coopera en innovación con universidades se situó en el 35,4%, frente al 29,5% anterior.
- De acuerdo con la *Encuesta sobre Innovación en las Empresas*, en el periodo 2008-2010 las universidades fueron el segundo socio en cuanto a la cooperación en innovación, únicamente superado por el porcentaje de EIN que declaró cooperar con proveedores de equipos, material o *software*
- El 33,1% de las empresas con menos de 250 trabajadores que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades, mientras que 436 empresas (52,2%) de 250 trabajadores o más cooperaron en innovación con la universidad.

- El sector económico que durante el periodo 2008-2010 cooperó más activamente con las universidades fue el farmacéutico, así el 76,4% de las empresas de ese sector que cooperaron en innovación lo hicieron con las universidades.
- Durante el 2010, el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) aprobó 409 PID en los que participaron 54 universidades españolas. Las universidades que presentaron una mayor participación en estos proyectos fueron la Universitat Politècnica de Catalunya con 48 proyectos aprobados, la Universidad de Murcia, con 33 y la Universidad Politécnica de Madrid, con 28.

- En la convocatoria del programa CENIT correspondiente a 2010 se aprobaron 76 proyectos, en los cuales participaron 38 universidades. A diferencia de lo que ocurrió en 2009, se ha disparado el número total de proyectos aprobados, pero ha disminuido el número de universidades participantes. De estas últimas, destaca la Universidad Politécnica de Madrid, que participa en 11 proyectos, seguida de la Universidad Carlos III de Madrid (5) y la de Zaragoza (5).

El tercer aspecto analizado fue el papel de los centros e infraestructuras de apoyo a la transferencia de tecnología. Las principales conclusiones que se extraen de este apartado son:

- En el año 2010, los miembros de la REDFUE firmaron 2.665 contratos en el ámbito de la transferencia de tecnología, un 33% menos que en 2007. A pesar de ello, se registra un

aumento del volumen de fondos gestionados por la Red, que ascendió a 230 millones de euros, casi un 8% más que en 2007.

- En la REDFUE durante el 2010, se firmaron acuerdos de formación entre empresas y universidades, los cuales beneficiaron a un total de 43.938 alumnos y a más de 1.500 empresas.
- De acuerdo con los resultados de la *Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2010 de las Universidades Españolas* de la RedOTRI, el 86,8% de las OTRI se dedicaron a las licencias de patentes, tarea que fue la más común entre este tipo de oficinas en el referido año.
- En el ejercicio 2010, 57% de las OTRI contaba con un presupuesto específico para desarrollar las actividades de transferencia de tecnología. El presupuesto total de las OTRI en este año superó los 41 millones de euros, de los cuales, el 45,5% provenía de las universidades a las cuales se encuentra afiliada la OTRI.
- Para cumplir con sus funciones, las oficinas integradas a la RedOTRI de universidades contaban en 2010 con 732 empleados EJC, un 6,4% menos que en 2009, de los cuales 527 eran técnicos EJC, dedicados primordialmente a actividades de transferencia de tecnología, y los 205 restantes eran personal de apoyo.
- El número medio de personal técnico EJC por OTRI en 2010 fue de 9,5, inferior al 10,1 de 2009. Este descenso se debe a la caída en el número de investigadores dedicados a actividades de transferencia de tecnología,

así como a los efectos perniciosos que la crisis económica está teniendo en términos de empleo en la economía española.

- Las actividades desarrolladas por las OTRI que demandaron un mayor número de personal están encabezadas por la gestión de las ayudas públicas, a la cual, en promedio, las distintas OTRI asignaron de media 3,8 técnicos EJC.
- En 2010, la APTE contaba con 80 miembros, idéntica cifra que en 2009, pero con algunas modificaciones en cuanto a la tipología de los mismos, pues tres de ellos pasaron de ser afiliados a ser miembros, con lo que alcanzó una cifra de 47 socios y 33 afiliados.
- Entre 2009 y 2010, el número de empresas instaladas dentro de los PCyT se incrementó un 8,3%, alcanzando un total de 5.539, 424 más que en 2009. El sector que aglutina al mayor número de empresas en los parques miembros de APTE es el de la información, informática y telecomunicaciones con un 23%, seguido por ingeniería, consultoría y asesoría, con el 16%.
- En el año 2010, el número total de empleados en los PCyT fue de 145.155, cifra superior a la de 2009 en 6,6%. Sin embargo, si se analiza el crecimiento medio anual en el periodo 2000-2010, este se sitúa en torno al 20%. Del mismo modo, el porcentaje de empleados dedicados a actividades de I+D

se incrementó en medio punto porcentual, alcanzando una proporción del 17,5% sobre el total.

- En el año 2011 estuvieron activas 39 plataformas tecnológicas, de las cuales 32 contaron con al menos una universidad como miembro. La media de participación es algo superior a 13 universidades por plataforma si se toma en cuenta el número de plataformas con presencia universitaria.

En el cuarto apartado de este capítulo se ha analizado la evolución de la creación *spin-offs* en España. Las conclusiones más relevantes son las que se listan a continuación:

- De acuerdo con la encuesta de la RedOTRI de universidades, en 2009 se crearon 131 *spin-offs*, 13 más que en 2009. Este incremento refuerza la tendencia observada en el año anterior, cuando se rompió la tendencia decreciente del número de *spin-offs* que se venía experimentando desde el 2006.
- El número de *spin-offs* que contaban con la participación de su respectiva universidad se redujo algo más del 20%, situándose en 29, lejos de las 37 del ejercicio anterior. Por otra parte, siguiendo la tendencia de 2009 y a diferencia del periodo 2007-2008, las *spin-offs* han generado retornos fruto de las participaciones sociales que se sitúan en torno a 5 millones de euros.

- El personal investigador promotor de *spin-offs* se redujo en casi 100 trabajadores, pasando de 350 en 2009 a 259 en 2010. En 2010 se ha incrementado el número de *spin-offs* bajo licencia de tecnología universitaria, aunque modestamente, pasando de 52 a 55.
- La universidad que en 2010 mostró un mayor dinamismo en cuanto a la creación de *spin-offs* fue la Universidad Politécnica de Madrid, la cual creó un total de 13 *spin-offs*, vinculando un total de 14 investigadores, seguida de la Universidad de Sevilla con 12 *spin-offs* y 27 investigadores vinculados.

Por último, en el quinto apartado se describió la movilidad del personal investigador. De los datos presentados en el capítulo, se concluye lo siguiente:

- En 2010, el número total de investigadores en el sector privado fue de 45.377, un 1,7% menor al total de 2009. Este año, por tanto, refuerza la tendencia decreciente iniciada en el año anterior. Del mismo modo, el porcentaje que representan los investigadores del sector privado sobre el total español se redujo en 0,8 puntos porcentuales entre el 2010 y el 2009.
- En 2010, el número total de investigadores en el sector privado fue de 45.377, un 1,7% menor al total de 2009, lo que refuerza la tendencia decreciente iniciada el año anterior.

- De acuerdo con la *Encuesta sobre Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología 2009* del INE, solo el 20% de los doctores encuestados ha residido en el extranjero al menos una vez por una temporada no menor a tres meses en el periodo 2000-2009.

- El motivo más frecuente para residir en el extranjero es académico: una mayor posibilidad de realizar publicaciones, el desarrollo o continuidad de la tesis doctoral, trabajar en una área específica no existente en España o bien la creación de un equipo propio o una nueva área de investigación

- En el año 2010, en el marco del programa Torres Quevedo, se incorporaron 1.655 doctores y tecnólogos a empresas, por encima de los 1.300 previstos en el programa. Además, cerca del 70% lo hicieron en pequeñas y medianas empresas y algo más del 50% fueron contrataciones indefinidas.

Los diferentes aspectos en relación con la investigación universitaria y sus enlaces de cooperación con empresas y otros ámbitos de la vida productiva analizados en este capítulo muestran que, como ya ocurrió en el ejercicio anterior, la crisis económica y las medidas de ajuste fiscal para hacerle frente han tenido un impacto negativo en términos generales en muchas de las mediciones de resultados analizadas.

La nueva OTRI. Un impulso necesario para un modelo de éxito

Ismael Rodrigo Martínez, Coordinador de RedOTRI Universidades

Es un tópico que los momentos de cambio tienen la virtud de provocar catarsis, poniendo en cuestión los modelos aplicados. Curiosamente, en el caso de la transferencia de conocimiento, la convicción general que se ha instalado, lo que se palpa en el ambiente, es que las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI) han hecho mucho con pocos recursos, y que todavía tienen mucho por hacer si reciben el apoyo necesario para evolucionar a un nuevo modelo, homologable al de los sistemas más eficientes. Doy por sentado que el objetivo colectivo es lograr una verdadera economía del conocimiento, y dejar en el baúl de los recuerdos los modelos especulativos que tanto daño nos han hecho. De no ser así, nada de lo que sigue tiene sentido, y podríamos obviarlo.

Nadie con la mínima información de cómo funcionan las cosas en los lugares en los que funcionan correctamente, duda de que las OTRI son un elemento esencial para garantizar la asimilación continuada de nuevas tecnologías por parte de las empresas. Si echamos un vistazo a los países en los que el flujo de conocimiento universidad-industria alcanza mayores cotas y analizamos las estructuras implicadas, se hace evidente que nuestro país debe apostar por OTRI cada vez más efectivas, que vayan ajustándose sin pausa a los estándares más sobresalientes en este ámbito. Las OTRI son una pieza clave, como lo son los científicos y tecnólogos y como lo son las empresas de fuerte componente tecnológico.

En este momento de cambios, en el que asistimos a la toma rápida de decisiones, a veces cruentas, no está de más recordar que hay que mimar e impulsar los procesos de transferencia si queremos una nueva economía, más moderna y eficiente. Hemos quemado algunas etapas, pero queda todavía mucho por hacer, y no solo hacer más, sino hacerlo mejor.

Quizás sea el momento de dejar de repetir clichés trasnochados —la eterna imagen de la universidad y la empresa como mundos incompatibles es el más recurrido— que simplemente paralizan y no suponen acicate ninguno. Es el momento de centrar la atención en aspectos concretos sobre los que trabajar.

Si analizamos lo logrado, si descendemos a la realidad cotidiana en la que se desenvuelven las OTRI, veremos que la universidad española se ha convertido en el laboratorio de I+D de muchas pequeñas y medianas empresas. Los investigadores han interiorizado esta labor y las OTRI han

Evolución de los resultados de las OTRI

	2007	2008	2009	2010
Captación de recursos en I+D+i con empresas y otras entidades (millones de euros)	617	705	638	632
Nº de solicitudes de patente prioritaria nacional	434	526	604	615
Nº de solicitudes de extensión internacional (PCT)	192	165	310	352
Nº de licencias de resultados de I+D contratadas	190	171	182	209
Retorno por licencias (millones de euros)	1,94	2,4	2,61	2,36
Nº de <i>spin-offs</i> creadas	120	100	118	131

Fuente: RedOTRI Universidades

contribuido a mejorar los procesos asociados hasta un punto en que tanto la I+D bajo contrato como la I+D colaborativa son mecanismos rutinizados en muchas universidades, y aquí, la rutina debe tomarse como un atributo positivo: el de un proceso que ya funciona como una maquinaria bien engrasada y con una inercia bien definida.

En el sistema universitario español las empresas financian el 8,8% de la I+D, un porcentaje por encima de la media de la UE-27 (6,7%)¹. Probablemente en Francia (2,2%) o en el Reino Unido (4,6%) el nivel de recursos públicos para la investigación básica es mayor que en España, y eso explique nuestro aparente éxito, pero eso no restaría valor al hecho de que la I+D universitaria española esté proporcionalmente más impregnada de “empresa”, y al cambio de actitudes que ello ha provocado entre nuestros investigadores.

Podríamos decir que esta es una “singularidad española”, ya que el modelo de OTRI internacionalmente aceptado es el de una unidad que paquetiza y transfiere conocimiento surgido de la investigación académica, y no de la investigación bajo contrato o colaborativa. Las OTRI españolas vendemos bien servicios de investigación universitarios, en el resto hay todavía mucho margen de mejora.

Quizás por ello, en general las OTRI ya hemos elegido el camino que debe llevarnos a asimilar e integrar ese otro modelo. En el último lustro, hemos dedicado mucho esfuerzo en recursos y aprendizaje a los procesos de valorización y transferencia de paquetes tecnológicos, ya sea mediante licencias o mediante la constitución de empresas de base tecnológica (EBT); ya se trate de software, know-how o conocimiento protegido mediante patente.

En este campo, a diferencia de en el caso de la I+D bajo contrato, la curva de aprendizaje es incipiente. Queda mucho por hacer y asimilar. Este hecho queda ilustrado por la evolución de las cifras de negocio de los miembros de RedOTRI (véase la figura), en donde se aprecia una tendencia de crecimiento sostenido y consistente de los procesos de valorización, quizás menos afectados por factores exógenos.

Las patentes, los nuevos contratos de licencia y los proyectos de spin-off no se ven hasta el momento castigados por la crisis económica: son actividades de desarrollo reciente, actividades que empujan desde la oferta y el trabajo interno, con un elevado potencial de desarrollo. En la investigación bajo contrato parece como si hubiéramos superado el nivel crítico, y cualquier factor externo pudiera desestabilizar el balance anual. Lo mismo ocurre con los retornos por licencia, en valores muy bajos, absolutamente alejados de los estándares europeos o norteamericanos, incluso en órdenes de magnitud.

Llegados a este punto, corresponde poner sobre la mesa los retos a los que debe hacer frente una OTRI adaptada a los nuevos tiempos:

En primer lugar debemos ahondar en la tarea de paquetizar y transferir tecnología. El objetivo es conseguir resultados homologables a los de nuestro entorno. Ello pasa porque estas actividades se realicen con naturalidad y sean productivas. Por ejemplo, que a un investigador le resulte fácil y atractivo integrarse en un equipo multidisciplinar para la creación de una nueva EBT que explote, mediante nuevos productos o servicios, el conocimiento que ha generado en el laboratorio. No se trata de que lo intente una vez, y frustrado y agotado ante las dificultades no vuelva a hacerlo más, sino que pueda repetir la experiencia satisfactoriamente a lo largo de su

1. OCDE. *Main Science and Technology Indicators*, volume 2011. Issue 1. Datos referidos a 2008.

carrera investigadora, compatibilizándolo con su trabajo en el laboratorio.

El trabajo de las OTRI es el de facilitar esta tarea, y a ello estamos dedicando nuestro mayor esfuerzo, construyendo los procesos y mecanismos apropiados. Es un trabajo apasionante, aunque no siempre fácil, porque empezar algo nuevo requiere romper moldes y esquemas preexistentes y enfrentarse a la incompreensión y a no pocos sinsabores.

En este proceso nos ha sido de especial ayuda la puesta en marcha por parte del extinto Ministerio de Ciencia e Innovación de los Planes Estratégicos de Transferencia, posteriormente Programa INNCIDE. Gestionado a manera de contrato-programa, cada plan estratégico ha marcado unos objetivos a alcanzar en las actividades señaladas, así como en otras más clásicas. Todo indica que los objetivos se están consiguiendo a pesar del difícil contexto económico.

Como factor coadyuvante, ha habido recientes y repetidos cambios legales, en especial los recogidos en la Ley Orgánica de Universidades, en la Ley de Economía Sostenible y en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, que aparte de su contenido concreto manifiestan la voluntad social, a través de las decisiones parlamentarias, de avanzar por este camino. Esta evolución legal, aunque con el objetivo declarado de propiciar este tipo de actividades, ha ido generando gran incertidumbre y en algunos casos incluso ha supuesto pasos atrás. Es necesario que en el transcurso de los próximos meses las dudas existentes se vayan disipando, y podamos empezar a apreciar los esperados efectos benéficos de estas nuevas disposiciones.

Ante estos retos hay dos necesidades acuciantes. La primera es la profesionalización, necesaria para acometer con éxito una tarea tan compleja como lo es la valorización y transferencia de conocimiento.

La transferencia de conocimiento es una actividad esencialmente comercial, y quizás justamente por ello admite análisis simplistas, de aparente "sentido común", y aún así equivocados. Las cosas no son tan fáciles, y aquí no sirven francotiradores u operaciones de mercadotecnia pura. En

realidad, la transferencia de conocimiento es una técnica compleja, que requiere de numerosas disciplinas y habilidades: directivas, científicas, de gestión, legales y de relación, y no hay superhombre que las posea todas.

Tradicionalmente, las OTRI se han nutrido de personal joven, recién titulado, al que ha habido que formar en el trabajo, con la consiguiente pérdida de eficiencia. Este hecho, en el caso de las universidades, se ha admitido con naturalidad. En un entorno en el que permanente se forman alumnos en las aulas e investigadores en los laboratorios ¿por qué no formar técnicos de transferencia en las OTRI?

Es cierto que en el momento de la creación de las primeras OTRI, en la década de 1990, la transferencia de tecnología era un trabajo nuevo y desconocido. Sin embargo, aunque actualmente ya contamos con profesionales experimentados, curtidos en las herramientas y conocimientos que requiere el quehacer cotidiano, seguimos sin dar el paso en exigencia y nivel profesional que tienen las unidades de transferencia de conocimiento más acreditadas a escala internacional. Sobre todo en el ámbito anglosajón, es difícil concebir una OTRI que no cuente con una nutrida plantilla multidisciplinar, formada por doctores y MBA con dilatada experiencia industrial.

La segunda necesidad afecta al ámbito organizativo. Cada vez es más evidente que las OTRI deben incrementar su autonomía de gestión y de asociación. La necesidad creciente de contar con especialistas sectoriales o disciplinares hará que muchas universidades pequeñas deban mancomunar sus OTRI para ganar en eficacia y poder ofertar un servicio adecuado. Retomando el carácter esencialmente comercial de este negocio, cabrá plantearse nuevas formas jurídicas para las OTRI, que hagan más factible el trabajo por objetivos, los incentivos y la autosuficiencia, aspectos difícilmente conciliables con una estructura de servicio administrativo o burocrático.

La opción, por lo tanto, no es perpetuar el modelo, como tampoco lo es dar pasos atrás. La fuerza de los hechos obliga a reinventar las OTRI, dotándolas de un nuevo impulso y avanzando hacia formas organizativas más eficaces que, aprovechando lo ya conseguido, supongan una mejora sustancial de los resultados.

El trabajo en red ha sido esencial en la evolución de las OTRI. Marcado en los inicios por la imperiosa necesidad de contacto entre los incipientes profesionales que se asomaban a una nueva actividad, la constitución de RedOTRI Universidades en 1997 marca un nivel creciente de asociación profesional, que ha contribuido, mediante acciones de formación y benchmarking, al espectacular avance en los resultados de transferencia de las universidades y organismos públicos de investigación.

Hoy en día, RedOTRI Universidades, con 67 miembros universitarios y 20 miembros asociados, es una red de transferencia admirada y reconocida como modelo a seguir en Europa y Latinoamérica.

Esta necesidad de crear comunidad no se diluye con mayor grado evolutivo. Más bien al contrario, tal y como indica K. Debackere «el desarrollo profesional de la función de transferencia de conocimiento debe incluir el benchmarking continuo, el posicionamiento y la comparación de los enfoques propios frente a las mejores prácticas existentes [...]».

Por último, a pesar de las notas optimistas del inicio, hay que señalar que las OTRI siguen desarrollando una tarea hercúlea de apostolado interno con éxito diverso. En muchas instituciones, la "tercera misión" es todavía un lugar al que llegar, y los recursos disponibles son precarios. Muchas OTRI cuentan con plantillas inestables, sujetas a los vaivenes de las ayudas y subvenciones públicas, porque las instituciones que las crearon no las consideran como unidades esenciales para su misión. La crisis económica, con los "recortes" aparejados, dejará a muchas OTRI con reducciones dramáticas de personal. Esto puede interrumpir las curvas de aprendizaje, y hacernos retroceder 5 años, si nadie lo remedia.

Sería una extraña situación dado el carácter estratégico de la función transferencia. Esta es la misión de la universidad que mejor responde a lo que actualmente se considera esencial para nuestro futuro bienestar: cambio de modelo económico, innovación y, en definitiva, herramientas para la adaptación de la sociedad ante el cambio.

Incidencia de las relaciones universidad-empresa en la producción científica

Liney Manjarrés-Henríquez, INGENIO, CSIC-UPV

Jaider Vega-Jurado y Antonio Gutiérrez-Gracia, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla, Colombia

Introducción

En las últimas décadas se ha estimulado a las universidades para que adopten una nueva misión, relacionada con la aplicación y explotación del conocimiento y de otras capacidades universitarias, fuera del ámbito académico. El cumplimiento de esta nueva misión se ha materializado, entre otras cosas, en un incremento de las relaciones entre la universidad y el sector productivo, lo cual, a su vez, ha abierto un campo de debate de gran interés centrado en los potenciales perjuicios o beneficios que tales relaciones pueden tener sobre el desarrollo de las misiones universitarias tradicionales, en particular sobre la investigación.

En términos generales, los planteamientos que se encuentran en la literatura sobre esta materia son diversos. Las voces más críticas han señalado que una vinculación estrecha con la industria puede penalizar el desarrollo de la investigación académica y la difusión de los resultados que se derivan de la misma. Los que apoyan esta visión, sustentan sus argumentos en la existencia de dos problemas clave que emergen de la relación entre los académicos y la industria. El primero es el “problema del secreto”, que se traduce en un aumento en las restricciones existentes para la publicación de los resultados de investigación. El segundo problema, es el denominado “problema del sesgo”, el cual hace referencia a un cambio en los patrones de investigación a favor de una investigación más aplicada y cortoplacista, en detrimento de una investigación más fundamental. Debido a esta situación, una vinculación estrecha con la industria puede limitar la autonomía del investigador y restringir su agenda de investigación al desarrollo de actividades con potencial uso económico.

No obstante, en contraposición con los enfoques señalados anteriormente, también hay quienes consideran las relaciones universidad-empresa (RUE) como una actividad importante no solo para asegurar la validez socioeconómica de la investigación académica, sino también para promover la producción científica del académico. El argumento básico detrás de esta visión está asociado con el llamado “efecto de los recursos”, el cual asume que las RUE tiene un efecto positivo en la medida en que proporcionan, además de recursos financieros, oportunidades de aprendizaje a través de nuevos conocimientos, ideas y técnicas que, eventualmente, podrían incidir finalmente en la mejora de su desempeño científico. De esta forma, se destaca que la búsqueda de soluciones a los problemas industriales puede no solo ser

económicamente valiosa, sino también científicamente relevante, hasta el punto de abrir nuevas disciplinas y líneas de investigación (Breschi et al., 2007).

A pesar del debate teórico que se ha generado en torno a las visiones anteriormente señaladas, lo cierto es que la literatura empírica existente tiende a converger hacia los enfoques más optimistas, aportando evidencia a favor de una relación positiva entre las RUE y el desempeño científico de los investigadores universitarios (Bonacorsi et al., 2006; Gulbrandsen & Smeby, 2005). No obstante, conviene destacar que los estudios realizados presentan limitaciones importantes que dificultan el establecimiento de patrones generales. Una de ellas, y quizá la más acusada, hace referencia a la propia operacionalización de las RUE. La mayor parte de los trabajos realizados hasta la fecha, o bien se han centrado en un mecanismo concreto (patentes, por ejemplo), o bien han empleado un indicador muy genérico (p.e., el monto de la financiación industrial obtenida por el investigador). Estas prácticas generan, por una parte, una visión sesgada y poco representativa del fenómeno analizado y, por otra, resultados muy generales y poco discriminatorios.

En resumen, si bien se han desarrollado trabajos interesantes en torno al efecto de las RUE sobre la actividad científica del docente, el análisis de esta cuestión está lejos de ser un tema cerrado y se requieren mayores esfuerzos para tratar de esclarecer los factores que inciden en esta relación. Dichos esfuerzos deben partir de la consideración del carácter complejo de las RUE y ahondar en el análisis de factores asociados, entre otras cosas, con la diversidad de los mecanismos de interacción, la intensidad con la que la relación se lleva a cabo y las características del agente con el que se establece la relación. Este artículo busca precisamente profundizar sobre estas cuestiones, tomando como caso de estudio dos universidades públicas españolas, representativas de los modelos de universidad generalista y politécnica.

Datos y metodología

Teniendo en cuenta lo expuesto precedentemente, en este artículo se analiza el efecto de las RUE sobre la producción científica del investigador considerando una amplia variedad de mecanismos de vinculación, así como las características del agente con el que se establece la relación. El objetivo que se persigue es identificar en qué medida el efecto de las RUE depende de estos factores y contrastar si el efecto positivo de las RUE sobre la producción científica, generalmente

destacado en la literatura, se produce siempre o está solo presente cuando estas se establecen a través de ciertos tipos de actividades y con determinados agentes.

La información facilitada por las dos universidades españolas está relacionada con las actividades de investigación y de transferencia de conocimiento desarrolladas por los profesores durante el período 1999-2004. La unidad de análisis es, por tanto, el profesor y solamente se han considerado aquellos docentes que han sido responsables de proyectos de investigación financiados a través de convocatorias públicas y/o de actividades contratadas por agentes externos durante el periodo antes mencionado.

Las dos variables clave de esta investigación son las RUE y la producción científica. La producción científica es medida teniendo en cuenta el número de artículos publicados por el profesor en revistas científicas indexadas en ISI durante el periodo 2003-2004. Por su parte, las RUE, son analizadas teniendo en cuenta aquellas actividades de carácter formal, desarrolladas a través del establecimiento de acuerdos contractuales con agentes externos. Se han considerado tres tipos de actividades: los contratos de I+D (I&D), los contratos de apoyo tecnológico, consultoría y de prestaciones de servicios (ATP) y los contratos de formación bajo demanda (FD). Las variables anteriores son medidas como el valor en euros de la financiación recibida por el profesor durante el periodo 1999-2004 derivada del desarrollo de cada una de dichas actividades. Además, dado que los valores presentan una gran asimetría, se ha optado por usar la transformación logarítmica.

El apoyo tecnológico, la consultoría, las prestaciones de servicios y la formación bajo demanda son actividades que se orientan a la aplicación del conocimiento y la explotación de capacidades existentes. Por el contrario, los contratos de I+D incluyen actividades, que en principio, están orientadas hacia la generación de nuevo conocimiento. Teniendo en cuenta estos rasgos distintivos, la hipótesis central de esta investigación es que solo los contratos de I+D ejercen un efecto positivo sobre la producción científica.

El análisis empírico es realizado en dos etapas. En la primera, se explora el efecto que ejercen diferentes mecanismos de RUE sobre la producción científica. Posteriormente, en la segunda etapa, se analiza si el efecto positivo de los mecanismos identificados en el primer análisis varía en función de las características del agente con el que se establece

Tabla 1. Descripción de las variables

Variable	Descripción	Escala de medida	Media	(E.E.)
Variable dependiente				
PC	Producción científica	Número de artículos publicados por el profesor en revistas indexadas en el ISI, durante el periodo 2003-2004.	1,46	2,82
Actividades de relación Universidad-Empresa				
I+D	Contratos de investigación y desarrollo	Valor en euros de la financiación obtenida a través de contratos de I+D durante el periodo 1999-2004.	39.056	78.932
ATP	Apoyo tecnol., consultoría y prestaciones de servicio	Valor en euros de la financiación obtenida a través de contratos de apoyo tecnológico, consultoría y prestaciones de servicio durante el periodo 1999-2004.	34.486	36.573
FD	Formación bajo demanda	Valor en euros de la financiación obtenida a través de contratos de formación bajo demanda durante el periodo 1999-2004.	1.832	0.475
Actividades de Investigación Académica				
PE	Proyectos europeos	Valor en euros de la financiación obtenida para el desarrollo de proyectos de investigación durante el periodo 1999-2004 (convocatorias europeas).	14.101	112,1
PN	Proyectos nacionales	Valor en euros de la financiación obtenida para el desarrollo de proyectos de investigación durante el periodo 1999 -2004 (convocatorias nacionales).	44.870	161,6
PR	Proyectos regionales	Valor en euros de la financiación obtenida para el desarrollo de proyectos de investigación durante el periodo 1999-2004 (convocatorias regionales).	13.567	46,0
Características del profesor				
EXP	Experiencia laboral	Número de quinquenios obtenidos por el profesor durante su vida laboral.	3,08	1,95
POS	Posición ocupada por el profesor	Escala ordinal en el rango 0-4: 0, si el profesor tiene una categoría inferior a titular de escuela universitaria TEU. 1, si el profesor es TEU. 2, si el profesor es catedrático de escuela universitaria CEU. 3, si el profesor es titular de universidad TU. 4, si el profesor es catedrático de universidad CU.	2,40	1,44
Disciplina científica				
DIS	Área de investigación del profesor	Variable categórica: Dis_1 Ciencias Sociales y Humanidades Dis_2 Ciencias Agrarias Dis_3 Ciencias Exactas y Naturales Dis_4 Ciencias Médicas Dis_5 Ingeniería y Tecnología	2,90	1,56

la relación. Para ello se distingue inicialmente entre tres tipos de agentes: Administraciones públicas (Ad), empresas manufactureras (Manu) y empresas de servicios (Serv).

En el análisis se controla además por el efecto de una serie de atributos del investigador identificados en la literatura como posibles determinantes de su producción científica (experiencia, categoría docente, disciplina científica), así como el desarrollo de actividades de investigación. Para analizar este último aspecto se tiene en cuenta la financiación obtenida por el docente para el desarrollo de proyectos de investigación en el marco de convocatorias públicas competitivas. La tabla 1 presenta una descripción de estas variables.

Principales resultados

La tabla 2 recoge los resultados de los modelos econométricos. La estimación de los modelos se ha hecho mediante regresión binomial negativa, dadas las características de la variable dependiente (no negativa, sobredispersión y alto número de ceros).

Los resultados del modelo 1 señalan que mientras que las actividades de apoyo tecnológico, consultoría y prestaciones de servicios ejercen un efecto negativo y significativo sobre la producción científica, los contratos de I+D tienen el efecto contrario. En este sentido se constata que si bien no conviene considerar las RUE como una actividad que penaliza per-se la investigación académica, su efecto sobre la misma depende del instrumento a través del cual esta se lleva a cabo. Estos resultados implican que un énfasis excesivo en el desarrollo de actividades rutinarias para la industria puede alejar a la universidad del modelo de “universidad emprendedora” y convertirla en una “universidad consultora” con deficientes indicadores científicos.

Por otra parte, conviene también advertir que aunque los contratos de I+D ejercen un efecto positivo, su relación con la producción científica no es lineal y está sujeta a rendimientos decrecientes. La variable I&D2 –que representa el cuadrado del valor de los contratos de I+D– es negativa y significativa, indicando con ello que la financiación obtenida a través de los contratos de I+D favorece la producción científica solo hasta cierto nivel, después del cual ejerce el efecto contrario. Este

resultado, puede ser consecuencia indirecta de las presiones de tiempo y de asignación de atención que se generan a partir de una vinculación excesiva con la industria, aunque esta sea mediante actividades de alto contenido científico-tecnológico. Este resultado es interesante ya que pone de manifiesto que en materia de relación universidad-empresa es ampliamente cuestionable la idea de “cuanto más mejor”. En otras palabras, si bien las RUE pueden bajo ciertas condiciones contribuir al desempeño científico de los docentes, una alta dedicación a dichas actividades puede consumir muchos recursos por parte del investigador incidiendo negativamente en su producción científica.

Focalizando la atención en las características del agente con el que se establece la relación, los resultados del modelo 2 muestran que los contratos de I+D ejercen un efecto positivo y significativo solo cuando estos se llevan a cabo con empresas manufactureras. Estos hallazgos sugieren que el llamado efecto de los recursos, puede estar siendo capitalizado a favor de la producción científica, cuando las relaciones se establecen fundamentalmente con este tipo de empresas. A partir de los resultados anteriores,

Tabla 2. Regresión binomial negativa para las variables que influyen en la producción científica de los profesores universitarios

	Variables independientes	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
		B	Error típico	B	Error típico	B	Error típico
Actividades de RUE	Log ATP	-0,049***	0,01	-0,061***	0,01	-0,043***	0,01
	Log FD	-0,015	0,028	-0,025	0,028	-0,024	0,028
	Log I+D	0,158***	0,046				
	Log I+D2	-0,030***	0,009				
	Ad I+D			0,013	0,01		
	Serv I+D			-0,017	0,014		
	Manu I+D			0,047***	0,013		
	Log EBC					0,04***	0,016
	Log PES					0,071***	0,02
	Log EEI					0,012	0,019
	Log EDP					0,065	0,039
Variables de control	Log PR	0,107***	0,009	incluida	incluida		
	Log PN	0,150***	0,009	incluida	incluida		
	Log PE	0,039***	0,011	incluida	incluida		
	EST	0,327***	0,025	incluida	incluida		
	EXP	-0,061***	0,015	incluida	incluida		
	UNIV	-0,013	0,051	incluida	incluida		
	Dis_5	1,690***	0,1	incluida	incluida		
	Dis_4	2,500***	0,096	incluida	incluida		
	Dis_3	2,152***	0,087	incluida	incluida		
	Dis_2	1,937***	0,133	incluida	incluida		
Chi-cuadrado		3452,3***		3455,3***		2141,7***	
***P < 0.01							

se ha estimado un tercer modelo en el que se distinguen cuatro categorías de empresas manufactureras atendiendo a la taxonomía propuesta por Pavitt (1984): a) empresas basadas en la ciencia (EBC), b) proveedores especializados (PES), c) empresas de escala intensiva (EEI), y d) empresas dependientes de proveedores (EDP). Los resultados muestran que, de las cuatro categorías sectoriales analizadas, solo la contratación de actividades de I+D con empresas basadas en la ciencia y con las pertenecientes al grupo de proveedores especializados ejercen un efecto positivo y significativo sobre la producción científica. Estos resultados se explican en la medida en que las empresas pertenecientes a estas categorías operan en sectores que se encuentran más cerca de la frontera científico-tecnológica, por lo que generalmente requieren de nuevo conocimiento en sus procesos de innovación. En este sentido, las actividades de I+D desarrolladas con y/o para estas empresas tienen una mayor probabilidad de generar conocimiento relevante, susceptible de ser publicado.

Conclusiones

El fortalecimiento de las relaciones universidad-empresa y su fomento desde diversos ámbitos ha generado preocupaciones en la comunidad académica con respecto a la viabilidad de combinar las actividades de transferencia de conocimiento con el desarrollo de la investigación universitaria. Los resultados obtenidos en este estudio ponen de manifiesto que las RUE pueden incidir tanto positiva como negativamente sobre la actividad científica del docente y que su efecto final depende del mecanismo de vinculación, de la intensidad de la relación e incluso del socio con el que se establece la relación. En otras palabras, lo que se destaca en estos análisis es la naturaleza compleja y heterogénea de las RUE y la dificultad de establecer conclusiones genéricas con relación a su efecto.

En el caso específico analizado en esta investigación, los resultados muestran que solo cuando la vinculación se basa en actividades de alto contenido científico-tecnológico

(contratos de I+D), y solo cuando se lleva a cabo hasta cierto nivel de intensidad, se aprecian efectos positivos sobre la productividad científica del docente. Estos resultados tienen dos implicaciones importantes. En primer lugar, ponen de manifiesto que el desarrollo de actividades rutinarias para la industria puede derivar en pobres indicadores científicos, y en segundo lugar, advierten del peligro que tiene un énfasis exagerado en actividades de vinculación, aunque estén basadas en actividades de I+D. Este último punto destaca la necesidad de profundizar en el debate sobre los límites de las relaciones universidad-empresa, ya que dichas actividades pueden desviar en exceso a los investigadores académicos de sus funciones tradicionales. En este sentido, el reto para los investigadores académicos, y para las universidades en general, tiene que ver con el equilibrio entre la contribución a la ciencia pública, a través de la libre difusión de sus resultados de investigación, y la obtención de recursos financieros de agentes privados, cada vez más necesarios para el desarrollo de la actividad científica. Vale la pena también señalar que dicho equilibrio está condicionado por el papel que la universidad desee desempeñar en la esfera social, académica y empresarial.

Este estudio también ha puesto de manifiesto la importancia que tiene el considerar las características del agente con el que se establece la relación al momento de analizar el efecto de las RUE. Los resultados indican que la productividad científica del docente solo se ve favorecida cuando la relación se establece a través de actividades de alto nivel científico-tecnológico y con empresas que le otorgan una importancia relativamente alta al conocimiento científico como fuente para el desarrollo de sus productos y procesos. Este último aspecto es fundamental debido a que intrínsecamente destaca la importancia que tiene el contexto socioeconómico, y en particular la estructura del tejido productivo, no solo como factor determinante de la configuración de las RUE, sino también del efecto que las mismas pueden ejercer sobre el desarrollo de la investigación académica.

Referencias

- Bonaccorsi, A., Daraio, C. & Simar, L. 2006. "Advanced indicators of productivity of universities. An application of robust nonparametric methods to Italian data". *Scientometrics*, 662, 389-410.
- Breschi, S., Lissoni, S., & Montobbio, F. 2007. "The scientific productivity of academic inventors: New evidence from Italian data". *Economics of Innovation and new Technology* 162: 101-118.
- Gulbrandsen, M. & Smeby, J. 2005. "Industry funding and university professors' research performance". *Research Policy* 34, 932-950.
- Pavitt, K. 1984. "Sectoral patterns of technical change". *Research Policy* 13: 343-373.

ICREA - Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados

Jaume Bertranpetit, Director del ICREA

ICREA es una fundación impulsada por la Generalitat de Catalunya que se estableció en 2001 para reclutar a investigadores internacionales de alta calidad e incorporarlos al sistema de investigación catalán. Es un instituto virtual, sin paredes: los investigadores son reclutados y contratados y periódicamente evaluados por ICREA, pero son acogidos y llevan a cabo su investigación en las universidades e institutos de investigación de Cataluña.

En una convocatoria anual abierta, los profesores de investigación ICREA (los “icreas”) son seleccionados por comités de expertos internacionales en base a la calidad de investigación que han llevado a cabo y al potencial que prometen. Los procesos de selección de ICREA adoptan una aproximación al reclutamiento de abajo a arriba, por méritos personales exclusivamente, sin ninguna restricción en cuanto a la distribución de “icreas” por campo de investigación ni tipo de institución de acogida ni características personales. No hay cuotas.

Los candidatos que presentan su solicitud a ICREA tienen que evidenciar una trayectoria de investigación de alta calidad y una experiencia internacional significativa, y no pueden sustentar una posición permanente en Cataluña. Se pide a los candidatos que identifiquen una posible institución de acogida y que esta aporte su carta de apoyo a la solicitud del candidato/a. Dicha institución debe comprometerse a proporcionar todo el apoyo institucional necesario para que el candidato pueda desarrollar satisfactoriamente su investigación. Una vez integrados, se espera de los “icreas” que dirijan grupos, desarrollen nuevas líneas de investigación, atraigan fondos de investigación y actúen como un potente catalizador para el desarrollo científico y económico del país.

Aumentar la calidad del sistema público de investigación era, y es, un aspecto clave de la estrategia del gobierno catalán para mejorar la actuación innovadora de Cataluña y de forma más general actuar como referente en la investigación de excelencia. Esto incluye mejorar su actuación y reputación internacional abriendo el sistema de investigación a un campo más amplio de talento, con un esfuerzo para atraer a investigadores internacionales de alta calidad. ICREA se funda para superar las rigideces de los sistemas de investigación catalán y español que, en la práctica, excluyen la posibilidad de que muchos investigadores (tanto españoles como especialmente no españoles) puedan investigar en Cataluña.

Barreras institucionales, culturales y financieras impiden que muchos científicos extraordinarios soliciten y ocupen puestos

de investigación en Cataluña. El modelo de ICREA ofrece contrato permanente a los investigadores externos al sistema catalán de investigación y funciona al margen de las prácticas de reclutamiento y contratación tradicionales de universidades e institutos de investigación.

Vistos los resultados a lo largo de estos once años de existencia, la justificación de ICREA era, y es, válida. Las rigideces de las prácticas tradicionales de contratación y colocación no solo dejan fuera legalmente a los ciudadanos que no son de la UE, sino que las normas y procesos burocráticos disuaden a la mayoría de personas no españolas de presentar solicitudes. Además, la cultura “endogámica” tradicional del sistema español también excluye a los investigadores españoles y catalanes que han estado trabajando durante muchos años en el extranjero.

ICREA ha desarrollado un modelo de reclutamiento, evaluación y contratación que corrige muchas de las características rigideces del sistema tradicional. Ha sido capaz de atraer un número suficiente de solicitantes con las calificaciones requeridas e instituciones de investigación adecuadas que los acojan.

El modelo ICREA involucra a los miembros del sistema de investigación a buscar candidatos que se ajusten a sus necesidades e intereses de investigación actuando como head hunters y está permitiendo a las universidades y centros (centros CERCA, CSIC u otros) catalanes atraer a investigadores de alto nivel que de otra manera no habrían podido contratar. La base para ello es trabajar para convencer a investigadores excelentes que se interesen por incorporarse a sus centros y para ello, animarles a solicitar una posición ICREA.

La evaluación es llevada a cabo por paneles de expertos de gran prestigio internacional en los que nunca hay miembros que trabajen en Cataluña y se realiza con una doble fase, online inicialmente y en una reunión presencial de los paneles. A los seleccionados se les ofrece un contrato laboral indefinido, con evaluaciones periódicas (a los tres años, y después cada cinco) según el resultado de las cuales se producen aumentos salariales.

ICREA ha demostrado que es un mecanismo de éxito que atrae a unos 200 candidatos anuales y selecciona alrededor de 20 nuevos cada año. Hasta el día de hoy, ha incorporado 234 “icreas” al sistema catalán de investigación, la mayor parte de los cuales (el 85%) no habría venido a Cataluña sin

ICREA. El 89% aún trabaja en Cataluña, lo que indica que una vez aquí tienden a quedarse; sin embargo hay más movilidad que entre los funcionarios.

Todos los “icreas” tienen una experiencia internacional significativa. Dos terceras partes trabajaban fuera de España cuando se incorporaron a ICREA, la mayoría en los EE.UU., Alemania y el Reino Unido. Muchos de ellos han trabajado en universidades de reconocido prestigio como Harvard, el MIT, Oxford y Cambridge, y en prestigiosos institutos de investigación como los laboratorios de la CNRS y Max Planck, Bell Labs y el Instituto Nacional de la Salud de los EE.UU. Poco menos de la mitad de los “icreas” (46%) son extranjeros y muchos de ellos esgrimen el retorno a Europa como razón personal para aceptar la oferta para investigar en Cataluña.

La calidad de los “icreas” es extremadamente alta. En términos de indicadores bibliométricos, la cantidad, calidad e impacto del resultado de su investigación, supera la actuación de grupos comparativos de investigadores en todos los niveles, es decir, en Cataluña, España, el área europea de investigación y el resto del mundo. También superan a los solicitantes excluidos, lo que demuestra que el proceso de selección de ICREA es extremadamente eficaz.

Los “icreas” están distribuidos por todas las áreas de investigación, pero con una tendencia hacia la ciencia y la tecnología (72% de todos los “icreas”), repartidos entre ciencias de la vida y medicina (28%), ciencias experimentales y matemáticas (28 %) y tecnología, (16%). Las ciencias sociales y las humanidades tienen el restante 28%.

Los “icreas” están distribuidos entre los diferentes tipos de instituciones de investigación presentes en Cataluña. La mayoría tienen su base en universidades (50%) y centros de investigación catalanes (CERCA) (38%), el resto en institutos del CSIC (8%) y otros centros de investigación como el Centro de Supercomputación de Barcelona (4%).

Los “icreas” acogidos en universidades se encuentran sobre todo en las universidades más grandes, la Universitat de Barcelona (16% de todos los “icreas”) y la Universitat Autònoma de Barcelona (12%), junto a la universidad más joven, la Universitat Pompeu Fabra (16%), que tiene una estrategia explícita de internacionalización y por tanto considera ICREA un mecanismo de reclutamiento altamente atractivo. Estas tres universidades dan apoyo al 85% de todos los “icreas” acogidos por universidades mientras que el 15% restante están en las cuatro universidades restantes.

Dentro de las universidades, los “icreas” constituyen una proporción muy pequeña (alrededor del 1%) del personal académico y la mayoría están muy repartidos, en facultades y departamentos que tienen solo uno o dos. Sin embargo, hay tres áreas en las que los jefes de departamento o de institutos de investigación han reclutado a “icreas” proactivamente para ocupar posiciones clave de investigación con el objetivo de ayudar a crear una masa crítica de investigadores de alta calidad. Son: el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales (ICTA) de la UAB, del Instituto de Ciencias del Cosmos (ICC) en la UB, y el Departamento de Economía y Empresa de la UPF.

Mientras que los “icreas” que trabajan en los centros de investigación catalanes (CERCA) se distribuyen en 22 centros diferentes, solo seis centros tienen el 63% de los “icreas”. Entre estos destacan el Centro de Regulación Genómica (CRG), el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) y el Instituto Catalán de Investigación Química (ICIQ). Los CERCA fueron concebidos al mismo tiempo que ICREA y, como ICREA, están pensados para funcionar fuera de los modelos de gobernanza y de selección de personal tradicionales. Desde el comienzo, los directores de los CERCA han hecho pleno uso de ICREA para reclutar investigadores internacionales para sus nuevos grupos de investigación. En algunos de dichos institutos, los “icreas” han llegado a constituir más del 50% del personal sénior.

Tal y como se pretendía, la gran mayoría de “icreas” dirige grupos de investigación. Algo más del 50% ya dirigían grupos cuando fueron reclutados por ICREA, proporción que ha aumentado al tener contrato permanente en ICREA, y la mayoría de estos grupos de investigación abordan áreas de investigación nuevas en Cataluña. Los “icreas” acogidos por instituciones CERCA tienen más posibilidades de dirigir grandes y sólidos grupos de investigación que los que están en las universidades o el CSIC. Esto refleja la mayor dificultad experimentada por los “icreas” acogidos por la universidad para integrarse plenamente.

En 2010 el presupuesto anual de ICREA fue de 22,8 millones de euros. Los costes de administración se encuentran en el extremo bajo de los costes de una agencia de investigación típica, el 3% del presupuesto total. Esto evidencia que la mayor parte del presupuesto se gasta en sueldos de los investigadores. ICREA proporciona una solución eficiente y eficaz al problema identificado en el sistema de investigación catalán.

Los “icreas” han atraído niveles significativos de financiación para la investigación (44,8 millones de euros en 2010, por ejemplo) y de un abanico más amplio de fuentes que la que es normal en Cataluña. Más del 50% de la financiación proviene de fuentes no catalanas o españolas como la Unión Europea, la industria y fundaciones internacionales.

Los “icreas” tienen una tasa de éxito excepcionalmente alta a la hora de conseguir los prestigiosos proyectos de investigación de la ERC. Han logrado el 53% de los ERC de Cataluña y el 27% de los adjudicados en España. Como resultado, es en Cataluña donde se reciben más de la mitad de los ERC de España. Sin ICREA, la tasa de éxito tanto de Cataluña como de España sería considerablemente más baja. Los “icreas” tienen una gran cantidad de publicaciones. Por ejemplo, el 2010 suman más de 2300. El análisis bibliométrico ha demostrado que siguen manteniendo un gran impacto y factores de calidad para sus publicaciones después de ser contratados.

Además, la mayoría de los “icreas” (84%) manifiestan haber podido lograr sus objetivos de investigación como “icreas”. Así pues, el modelo de ICREA ha fomentado una investigación de alta calidad y ha conseguido introducir en el sistema a investigadores profesionalmente estimulados y satisfechos.

A pesar de tratarse solo de un pequeño grupo de investigadores, su ejemplo ha incrementado las oportunidades para sus colegas, estudiantes e investigadores júnior de trabajar y aprender de profesores de gran calidad. Como es normal que buenos grupos de investigación perpetúen su éxito, el sistema catalán de investigación se ha posicionado para continuar mejorando su reputación internacional. Esto queda patente en el hecho de que los “icreas” contratados más recientemente, respecto a los contratados en las primeras convocatorias, ven que la oferta de ICREA y el sistema de investigación catalán comportan menos riesgo para sus carreras profesionales.

La presencia de los “icreas” ha incrementado la visibilidad y reputación internacional del sistema de investigación catalán. A través de sus redes profesionales, los “icreas” enriquecen las conexiones entre el sistema catalán y la comunidad de investigadores internacionales, aumentando las oportunidades de colaboración, financiación y atracción de más investigadores internacionales en Cataluña.

Los “icreas” han solicitado 67 patentes y han creado tres compañías spin-off. ICREA no discrimina a los investigadores industriales y alienta las actividades innovadoras. Esto ha llevado a un aumento de la financiación de la industria como de las patentes y spin-offs, demostrando a los demás investigadores y gestores de investigación que la innovación y la investigación académica no son incompatibles.

La experiencia internacional de los “icreas” ha tenido un impacto positivo en la administración y gestión de la investigación. Las demandas administrativas de los diferentes organismos financieros a los que accede ICREA han llevado, en algunas instituciones de acogida, a un aprendizaje organizativo y reformas en los servicios de apoyo a la investigación. Estos servicios mejorados están disponibles para todos los investigadores y aumentan las oportunidades de solicitudes de financiación en toda la institución.

Los efectos benéficos acumulativos de los “icreas” en el sistema catalán de investigación han contribuido a una mentalidad emergente que es mucho más favorable a un sistema de reclutamiento basado en la excelencia y la apertura. Este cambio de mentalidad tiene potencial para propiciar un cambio más amplio en la cultura dentro del sistema de investigación en el futuro.

En palabras del actual Conseller d’Economia i Coneixement, Andreu Mas-Colell, “el impacto de ICREA en el sistema I+D catalán, y en la sociedad en general, es difícil de cuantificar. Sin embargo todos los indicadores –producción científica, captación de recursos para la investigación, patentes, creación de spin-off– son altos y van en aumento. No hay duda alguna de que el papel de ICREA en el progreso de la ciencia y la tecnología en Cataluña ha sido crucial y lo seguirá siendo en los años venideros”.

Información más extensa puede encontrarse en nuestra página web (www.icrea.cat) y especialmente en la memoria anual que se elabora, con toda la actividad (<http://www.icrea.cat/Web/files/ResearchReport2010.pdf>).

Patentes de centros públicos de investigación como indicadores de producción científica y transferencia de conocimiento

Joaquín M. Azagra Caro, INGENIO (CSIC-UPV)

Introducción

Dentro de los estudios de innovación tecnológica, durante las dos últimas décadas se ha analizado con especial interés la interacción entre centros públicos de investigación (CPI) y empresas, entre otros motivos como respuesta al paralelo auge de la misma en los países más desarrollados. A su vez, una manifestación particular del fenómeno de la interacción CPI-empresa, el creciente recurso a las patentes de los CPI, tan refrendado por la opinión pública, ha despertado sin embargo arduos debates entre los investigadores: ¿La lógica para su generación impone una reorganización de la ciencia tal que sus objetivos se puedan ver en peligro? ¿Son efectivamente el buen instrumento que se pretende para transferir conocimiento desde los CPI a la empresa?

En esta exposición de algunos resultados de mi trabajo anterior con diversos colaboradores, trataré de sintetizar parte de la evidencia que hemos encontrado para intentar arrojar luz sobre estas cuestiones.

Producción científica y patentes de CPI

Los procesos científicos consisten en la transformación de una serie de recursos en una serie de resultados, entre los que se cuentan las invenciones susceptibles de ser patentadas. El énfasis de los últimos veinte años en que los CPI las generen ha suscitado el debate de si asumirlo puede poner en peligro la realización de actividades científicas menos conducentes a patentar pero igualmente beneficiosas para la sociedad.

En el caso de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), una de las universidades españolas más dinámicas en solicitud de patentes, se ha comprobado que tal riesgo tiene poco fundamento para el grueso de las patentes (en tecnologías de base científica como química, biotecnología, etc.), pues proceden fundamentalmente de la ciencia financiada a largo plazo y con dotaciones más cuantiosas, es decir, de la I+D que se podría etiquetar como de mayor "calidad" y que no pone en peligro otros objetivos académicos (Azagra et al., 2003). Solo en algunos casos de tecnologías de base menos científica (como la mecánica), que representan un porcentaje menor de las patentes solicitadas, se puede hablar de una dicotomía entre investigación conducente a patentes y a otros objetivos, lo que requeriría plantear cuestiones estratégicas de una cartera óptima de líneas de I+D.

En el caso de la Université Louis Pasteur (ULP) de Estrasburgo (Francia) hay cierta evidencia en esa misma dirección, puesto que las unidades de investigación con más financiación pública son las que presentan más solicitudes de patentes (Azagra et al., 2006b). Las que cuentan con mayor financiación privada presentan solicitudes fuera de la universidad, pero a eso volveremos en el siguiente apartado.

No obstante, hay otros elementos en los procesos de generación de patentes universitarias que admiten mayores dudas. Cuando se analiza por regiones el caso español, se observa que no hay una estructura universitaria (entendida como la combinación de distintos tipos de universidades que existan en una comunidad –tradicionales o modernas, generales o politécnicas, públicas o privadas) ni una estructura de centros mixtos entre universidad y CSIC que influyan sobre la generación de patentes, lo que deja poco margen en este sentido para la política de ciencia y tecnología (Azagra et al., 2007a). Asimismo, se descubre que las fuerzas que afectan a todas las regiones por igual (el clima de opinión, el marco legal, la mayor dotación de las unidades de gestión de patentes, etc.) están permitiendo la aparición de patentes nacionales, menos costosas tanto en términos de pago de tasas como de requisitos técnicos para su obtención, mientras que resultan inocuas para la generación de patentes internacionales, que en principio se podría catalogar como más valiosas. De hecho, estas últimas son más sensibles al gasto universitario en I+D, lo que indica que su mayor potencial responde a una mayor inversión inicial.

En todo caso, el análisis regional arroja un resultado positivo, y es que frente al miedo de que el énfasis en la producción de patentes universitarias deteriore la generación de otro resultado tradicional de la actividad académica, las publicaciones, se encuentra que no hay evidencia de que así sea, sino más bien al contrario: en las regiones cuyas universidades más se patenta, es también donde estas publican más (Azagra et al., 2007a). No obstante, es importante comprender que esta compatibilidad parece deberse a que las patentes son más reactivas al capital financiero, mientras que las publicaciones lo son al capital humano, lo que pone de manifiesto la necesidad de invertir en ambos para mantener el crecimiento sostenido de los dos tipos de resultado académico.

Adviértase que, hasta ahora, se ha hablado de universidades solamente, debido al énfasis que los investigadores han puesto en este tipo de instituciones. Sin embargo, no

hay que olvidar otros tipos de CPI igualmente relevantes para la producción de conocimiento en los que debates similares tienen cabida, como los OPI dependientes de los distintos ministerios nacionales. Sin ir más lejos, la investigación demuestra que, en España, su OPI principal, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ha incrementado su número de patentes de forma notoria (Azagra et al., 2007b). Este aumento se debe al crecimiento de la cooperación tecnológica de los institutos del CSIC entre sí y con terceros y no depende de ningún tipo de estructura financiera según el origen de los fondos, lo que vuelve a alejar los miedos de que el tipo de financiación condicione los resultados.

Patentes de CPI y transferencia de conocimiento

Hay que dejar claro de entrada que la patente de un CPI indica transferencia potencial de conocimiento, puesto que para que la transferencia llegue a tener lugar de hecho, el conocimiento incorporado en la patente debe llegar a otros actores económicos. La mera obtención de la patente no garantiza que tal proceso culmine.

El mecanismo más intuitivo en que se puede pensar para que esto sea así es la licencia de la patente a una empresa. Sin embargo, más y más evidencia empírica sugiere que la licencia de patentes de los CPI no alcanza un volumen relevante. En el caso de la UPV, salvo contadas excepciones, ninguna unidad de investigación licencia patentes sistemáticamente (Azagra et al., 2003).

Un segundo mecanismo, menos intuitivo, es que las patentes sirvan para atraer fondos empresariales de forma indirecta: bien porque las empresas que llevan a cabo vigilancia tecnológica contratan a los inventores para actividades de I+D sobre las competencias manifestadas en la patente; bien porque, una vez licenciada la patente, se contrate a los inventores para la transferencia de saber hacer adicional que permita incorporar la invención patentada de forma efectiva en los procesos productivos. Es decir, este segundo mecanismo obliga a considerar las patentes de los CPI como indicadores de señales emitidas al mundo empresarial. En el caso de la UPV, hay indicios para pensar que eso está en marcha (Azagra et al., 2003). Sin embargo, las empresas que se benefician así de las patentes de la UPV tienden a ser empresas grandes, multinacionales, poco representativas del tejido productivo local o incluso nacional.

Por otro lado, si hablamos de conocimiento académico patentable, ¿hay que limitarse a hablar del contenido en las patentes solicitadas por la universidad? ¿No habría que incluir también el contenido en las patentes solicitadas por otras instituciones pero con inventores universitarios? Tales patentes sí indican una transferencia de hecho, y no potencial, puesto que en su mayoría proceden de contratos con empresas.

En casos como el francés, por ejemplo, los inventores universitarios figuran en más patentes de instituciones distintas de la universidad que en patentes de la universidad. En España, la evidencia en curso sugiere que eso no ocurre de manera tan acusada. Esto se explica por el distinto marco legal de cada país: mientras que en España es más fácil obtener ayuda para la gestión de la patente y para cobrar posibles ingresos derivados de su licencia, en Francia todo ello es más difícil. Curiosamente, eso facilita la transmisión de hecho de conocimiento patentable en Francia, puesto que se plasma en patentes de otras instituciones. No obstante, a la hora de plantearse si Francia es un modelo para España, conste que el sistema francés tiene un efecto cuestionable: mientras que los inventores de unidades de investigación etiquetadas oficialmente como “de mayor prestigio” solo figuran en patentes de instituciones no universitarias, los de las unidades “de menor prestigio” deben actuar en todos los frentes, tanto en patentes solicitadas por la universidad como por otras instituciones, para consolidarse, lo que puede perjudicar el equilibrio de sus líneas de I+D (Azagra et al., 2006b).

Aún otra pregunta tiene cabida en este contexto: ¿Es posible que las patentes de los CPI lleguen a convertirse en un instrumento para la transferencia de conocimiento si previamente no ha habido un acercamiento a las tecnologías que dominan el resto de agentes de la sociedad? Formulada así la pregunta, lo que se insinúa es que la transferencia difícilmente puede ser un resultado si a priori no ha constituido un objetivo. En el caso español, se advierte que el hecho de que las universidades se acerquen a ciertas tecnologías

presentes en su región constituye una motivación para seguir patentando por la vía nacional, concretamente en tecnologías más típicas de sectores intensivos en producción. Esa evidencia presenta una cara doblemente negativa (Azagra et al., 2007a). Por un lado, acercarse a otras tecnologías de la región (típicas de sectores dominados por los proveedores o de sectores de base científica) no es una motivación para seguir patentando, por lo que si las patentes universitarias indican transferencia potencial, no quiere decir que vaya destinada a la región. Por otro lado, acercarse a las competencias tecnológicas de la región no constituye un motivo para patentar por la vía internacional, por lo que la transferencia será en ámbitos de menor potencial de mercado.

Discusión

Así como hay poca base para afirmar que las patentes de los CPI pongan en peligro la andadura de la universidad, tampoco hay una justificación concluyente de que aporten grandes beneficios.

Estamos ante una reorganización aparentemente inocua de la ciencia, de la que queda por investigar efectos psicológicos sobre los inventores, por ejemplo si se sienten más útiles transformando su conocimiento no solo en publicaciones sino también en patentes y eso aumenta su productividad.

Asimismo, nos encontramos frente a un mecanismo limitado de transferencia, útil evidentemente para empresas poco representativas, mediante un efecto de señalización que quizás podría generarse sin necesidad de invertir en la costosa infraestructura de servicios que requiere la gestión de patentes. Un mecanismo, además, cuya compatibilidad con el objetivo manifiesto de que algunos CPI contribuyan al desarrollo económico regional no está claro. Si bien sería conveniente arrojar evidencia adicional sobre los efectos indirectos de las patentes de los CPI (alcance de la señalización, contratación de saber hacer adicional, etc.)

En todo caso, se ha generado más evidencia sobre universidades que sobre OPI, por lo que queda margen de exploración sobre los dos debates planteados; y apenas existe formalización matemática en torno al nivel óptimo de generación de patentes de los OPI, que intuitivamente debería situarse en aquel punto en que se maximizara la transferencia de conocimiento en ellas contenido, teniendo en cuenta la existencia de efectos indirectos y de alternativas de transferencia. Por último, cabría poner más énfasis en la difusión de estos resultados entre los responsables de política científica y de gestión universitaria, aún centrados en las ideas de cómo reducir los costes de desarrollo de la tecnología en que las empresas deben incurrir tras la licencia de una patente, o cómo aumentar el número de patentes concedidas, como si eso fuera a aumentar la probabilidad de un éxito comercial.

Referencias

- Azagra-Caro, J.M., Archontakis, F., Yegros-Yegros, A., 2007a. “In which regions do universities patent and publish more?” *Scientometrics*, 70(2), 251-266.
- Azagra-Caro, J.M., Fernández-de-Lucio, I., Gutiérrez-Gracia, A., 2003. “University patents: output and input indicators... of what?” *Research Evaluation*, 12 (1), 5-16.
- Azagra-Caro, J.M., Carayol, N., Llerena, P. 2006b. “Patent Production at a European Research University: Exploratory Evidence at the Laboratory Level”. *Journal of Technology Transfer*, 31(3), 257-268.
- Azagra-Caro, J.M., Plaza-Gómez, L., Romero-de-Pablos, A., 2007b. “The origin of public research organisation patents: an economic approach”. *Research Evaluation*, 16(4), 271-282.
- Azagra-Caro, J.M., Yegros-Yegros, A., Archontakis, F., 2007a. “What do university patent routes indicate at regional level?” *Scientometrics*, 66 (1), 219-230.

Programa de estancias de profesores universitarios en centros tecnológicos

Aureo Díaz-Carrasco, FEDIT

En los últimos años se han publicado múltiples diagnósticos intentando explicar las bajas tasas que acredita España tanto en inversión privada en I+D como en transferencia de tecnología desde la universidad al mercado. Todos ellos mencionan que es necesario mejorar la comunicación y el entendimiento mutuo entre los sectores que producen desarrollos científicos y los que están destinados a aplicarlos en el mercado.

Para ayudar a paliar este problema, Fedit considera que es necesario reforzar los vínculos existentes entre la educación, la investigación científica y la investigación aplicada que se materializa en innovaciones de mercado. Solo a través de la cooperación entre los diferentes actores se conseguirá el fortalecimiento efectivo de este triángulo y se mejorarán los índices de transferencia de tecnología desde los organismos generadores de conocimiento hasta el tejido empresarial encargado de implantar en el mercado soluciones innovadoras a partir de los desarrollos elaborados por esos organismos de investigación.

Los centros tecnológicos tienen una línea de trabajo muy cercana a las necesidades tecnológicas de las empresas, en parte porque sus órganos de gobierno presentan una mayoría empresarial que orienta la toma de decisiones estratégicas en cada centro y en parte porque sus ingresos dependen mayoritariamente del sector privado. Por tanto, sus actividades de generación de conocimiento se encuentran orientadas en su totalidad a su aplicación posterior en el mercado, y desde Fedit consideramos que han conseguido un posicionamiento como un agente clave en el sistema español de ciencia, tecnología y empresa que puede aportar su experiencia y sus metodologías de trabajo orientadas a resultados a otros agentes, como las universidades, más orientados a la investigación básica.

En esta línea de cooperación, Fedit, como representante de los centros tecnológicos españoles, y el Ministerio de Educación llegaron en 2011 a un acuerdo para fortalecer las relaciones entre la universidad y los centros tecnológicos mediante la puesta en marcha de una iniciativa para facilitar estancias de profesores universitarios en centros tecnológicos. El objetivo es favorecer la participación de profesores universitarios en proyectos de investigación aplicada con el fin de mejorar la cooperación entre universidad y centros tecnológicos, así como impulsar la transferencia de conocimiento entre ambos agentes y fortalecer la excelencia en innovación y desarrollo tecnológico de los centros a través de la incorporación de talento externo. El objetivo final de

esta cooperación pretende ser una mejora en la capacidad tecnológica de las empresas españolas para que puedan posicionarse mejor, a través de la innovación, en un entorno tan competitivo como el actual.

Esta iniciativa, abierta a cualquier centro tecnológico y cualquier universidad española, se ha diseñado con vocación de que sea una convocatoria anual coordinada por Fedit. Con el fin de impulsarla y darla a conocer entre los posibles interesados, en esta primera edición el Ministerio de Educación estableció una línea de financiación pública para los casos en que la estancia del profesor universitario en el centro tecnológico formase parte de un proyecto presentado dentro del Programa de Campus de Excelencia Internacional (CEI). De este modo, se conseguía también el objetivo del Ministerio de impulsar la cooperación de los centros tecnológicos con las universidades en dicho programa.

Las características básicas de este programa de estancias son:

- Es un programa orientado desde las necesidades del mercado. Por tanto, la oportunidad de colaboración se establece en base a las necesidades de desarrollo tecnológico de los centros tecnológicos. Son ellos quienes definen las demandas tecnológicas sobre las que las universidades presentarán las candidaturas de los profesores, y en las que deberán responder de un modo concreto (especificando el profesor que llevará a cabo el trabajo requerido) a la demanda planteada por el centro tecnológico.
- Las estancias de los profesores serán de entre tres meses de duración mínima hasta un año de duración máxima.
- El centro tecnológico disfrutará, íntegramente, de los derechos de explotación industrial del resultado de la actividad desarrollada por el profesor universitario durante la estancia.
- Fedit se convierte en intermediario entre el centro tecnológico y la universidad, garantizando, mediante la firma de contrato con la universidad correspondiente, la financiación necesaria para resarcir a la universidad por los costes que supone la estancia. También se considera la posibilidad de que el profesor reciba una remuneración extra por el trabajo desarrollado. Asimismo, mediante la firma de un contrato con el centro tecnológico en el que se realice la estancia, recibirá del centro la financiación necesaria para

cubrir el contrato con la universidad de la que el profesor universitario procede.

- En el caso de estancias aprobadas por el Ministerio de Educación en el marco de la convocatoria del programa CEI, el Ministerio de Educación podrá conceder una subvención máxima de 10.000 € por investigador a la universidad solicitante. Esta subvención servirá para reducir la aportación económica que el centro tecnológico realiza para financiar la estancia del profesor en sus instalaciones.

A partir de estas premisas básicas, en los apartados siguientes explicaremos las diferentes etapas de esta convocatoria durante 2011, así como las conclusiones obtenidas y los planes que tenemos para 2012.

Formalización de demandas tecnológicas por parte de los centros tecnológicos

En primer lugar, Fedit puso en marcha la recopilación de las demandas de profesores universitarios para estancias en centros tecnológicos. Como ya se ha dicho, estas demandas debían constituir el marco de actuaciones sobre el que las universidades solicitantes presentarían sus ofertas de profesores.

Para ello, en enero de 2011 se envió un dossier informativo a todos los centros tecnológicos registrados en el Ministerio de Ciencia e Innovación, donde se explicaba la motivación del programa, los pasos que debían dar y un modelo de demanda tecnológica que debía ser enviado por cada centro interesado en participar.

En cada demanda se solicitaba una breve descripción del centro tecnológico, de los objetivos que deberían cumplirse en el marco de la colaboración con el profesor y, finalmente, una pequeña descripción del perfil de profesor solicitado (experiencia, áreas de interés, currículum investigador...).

El plazo otorgado a los centros tecnológicos para presentar sus demandas no fue muy amplio (2-3 semanas), ya que era necesario preparar el dossier de demandas para hacerlo llegar a todas las universidades interesadas en el programa de estancias como material previo a la preparación de sus solicitudes, que estarían encuadradas en el Programa de Fortalecimiento de los Campus de Excelencia Internacional. En todo caso, el interés de los centros tecnológicos en este programa fue considerable, y recibimos del orden de

Áreas de cooperación con universidades demandadas por centros tecnológicos en el programa de estancias de profesores 2011

Nanotecnología aplicada a la industria metalmeccánica
Desarrollo de hormigones de bajo impacto ambiental
Mechatronics
Ultrasounds
Aplicación de ultrasonidos a la reproducción de audio 3D
Psicología experimental. Neurociencia. Evaluación de la experiencia de usuario
Visión artificial. Reconstrucción 3D. Flujo óptico
Sociología. Social media. Especialista en políticas públicas
Procesamiento de lenguaje natural. Resolución anafórica y correferencia
Automatización y robótica. Cooperación hombre-robot
Modelos numéricos para la simulación de impactos
Combustión en condiciones de microgravedad
Técnicas de post-procesado aplicadas a mejorar resultados de inspecciones por termografía de infrarrojos
Microvibraciones en componentes espaciales
Responsabilidad social empresarial. Derecho del trabajo. Seguridad y salud laboral
Derecho comparado. Seguridad y salud en el trabajo
Mejora de sostenibilidad de procesos, servicios y productos. Análisis ciclo de vida
Biología molecular. Bioquímica
Visión multispectral. Reconocimiento de patrones aplicado a la inspección de alimentos
Formación grupo trabajo en ciencias del turismo. Enriquecimiento semántico de datos espacio-temporales

20 demandas tecnológicas que abarcaban sectores tan diversos como nanotecnología, lenguaje natural, aeronáutica, seguridad en el trabajo o biología molecular. En la tabla 1 pueden encontrarse las tecnologías sobre las que los Centros Tecnológicos estaban interesados en cooperar con las universidades.

Presentación de solicitudes por parte de las universidades

En marzo de 2011 se publicó en el BOE la convocatoria de ayudas correspondientes al Subprograma de Fortalecimiento dentro del Programa Campus de Excelencia Internacional, estableciendo diferentes áreas estratégicas prioritarias en función de su valor estratégico para la mejora de los campus. En una de esas áreas estratégicas (emprendimiento y desarrollo tecnológico) se incluyó, como una de las actuaciones financiadas (la de impulso a la investigación aplicada), el programa de estancias de profesores en centros tecnológicos. En la convocatoria aparecía una breve explicación de las motivaciones del programa y las actuaciones que financiaría.

Inmediatamente después de esa convocatoria, desde Fedit se hizo llegar, a través del Ministerio de Educación, un dossier explicativo del programa de estancias de profesores con el fin de clarificar las posibles dudas que pudieran tener las universidades para participar en el mismo. Junto a este dossier explicativo se les hizo llegar toda la información

sobre las demandas tecnológicas planteadas por los centros tecnológicos.

En el plazo definido por la convocatoria del Ministerio, las universidades a las que pertenecían los profesores interesados en atender a alguna de las demandas realizadas por los centros tecnológicos presentaron una solicitud de financiación para dicha colaboración. De las 43 solicitudes presentadas por distintos campus de excelencia, 13 de ellas optaban a alguna de las demandas tecnológicas planteadas por los centros tecnológicos. Hubo otras solicitudes que no fueron admitidas porque no se ajustaban a los requerimientos del programa de estancias de profesores.

Evaluación de solicitudes y preacuerdos entre demanda y oferta

Puesto que las demandas planteadas por los centros tecnológicos no tenían carácter vinculante y estaban sujetas a la aceptación final de los candidatos por parte de los centros, las solicitudes presentadas por las diferentes universidades en esta convocatoria fueron distribuidas a los centros demandantes una vez cerrado el plazo de presentación de solicitudes de la convocatoria. Se abrió un proceso de evaluación de las solicitudes por parte de los centros tecnológicos y de negociación entre demandantes y ofertantes. Con el fin de adaptarse a los plazos de la convocatoria del Programa Campus de Excelencia Internacional, este proceso se realizó en las tres semanas

que duró la evaluación de los otros subprogramas de la convocatoria.

Durante este proceso, de las 13 solicitudes que se tomaron en consideración los centros evaluaron técnicamente de forma favorable 7 de ellas. Sobre estas siete Fedit abrió un proceso de diálogo con la universidad y con el centro con el fin de que ambas partes se pusiesen previamente de acuerdo en las condiciones económicas en las que se basaría la cooperación entre ellos.

Finalmente, en los 5 casos en los que existía un preacuerdo (condiciones de trabajo, objetivos detallados, remuneración económica, acuerdos de confidencialidad y de explotación de resultados, etc...), Fedit presentó un informe favorable para la evaluación de la Comisión Técnica del Programa de Campus de Excelencia Internacional, encargado de dictar la resolución de concesión o denegación de la ayuda.

Formalización contractual de los acuerdos

Tras la resolución de la convocatoria, se formalizaron diferentes convenios y contratos entre las partes afectadas, siendo Fedit el intermediario entre ellas:

- Fedit firmó con cada centro tecnológico demandante un convenio identificando el profesor universitario que realizaría la estancia, las condiciones para el desarrollo del trabajo por parte del profesor universitario, el carácter confidencial de la información que el centro pondría a disposición del profesor universitario y la financiación que el centro tecnológico debería aportar. El contrato indicaba asimismo que la propiedad industrial de los resultados de la actividad realizada por el profesor universitario durante su estancia pertenece al centro tecnológico contratante.
- Asimismo, Fedit firmó un convenio con cada universidad a la que pertenezca el profesor universitario que realizará la estancia, identificando el centro tecnológico en que dicha estancia se realizará, las condiciones para el desarrollo del trabajo por parte del profesor universitario, las condiciones de confidencialidad de la información que el profesor universitario debería respetar y la financiación que Fedit aportaría. Del mismo modo, cada contrato indicaba igualmente que la propiedad industrial de los resultados de la actividad realizada por el profesor universitario durante su estancia pertenecerá al centro tecnológico en que realice la estancia.
- Finalmente, cada profesor firmó un contrato con el centro tecnológico en el que fue asignado, donde se estipulan las condiciones particulares de la relación entre ambos: horario de trabajo, objetivos detallados de la actividad a desarrollar, y cualquier otra condición que hubiesen acordado entre ellos.

Conclusiones y experiencia adquirida en esta primera edición del Programa

Los primeros profesores comenzaron a colaborar con los centros tecnológicos en julio de 2011. Puesto que la mayor parte de las estancias de profesores aún no han finalizado su periodo de cooperación con los centros tecnológicos, es prematuro realizar una evaluación completa de esta experiencia, si bien las primeras impresiones son satisfactorias y los centros tecnológicos se muestran satisfechos del nivel técnico de las actividades desarrolladas por los profesores.

En cuanto al proceso de definición de demandas tecnológicas y recolección de ofertas de profesores y evaluación de las mismas, desde Fedit hemos detectado una serie de puntos de mejora:

- Un mayor esfuerzo de explicación del programa a las universidades. Muchas de ellas presentaron solicitudes que no se correspondían con los objetivos del programa (propuesta de organizar su propia convocatoria de estancias de profesores, ofertas de estancias en centros

que no habían presentado ninguna demanda tecnológica o en centros situados fuera de España...), y estamos convencidos de que un mayor esfuerzo de comunicación hubiera redundado en más y mejores solicitudes por parte de las universidades.

- Conseguir que los centros tecnológicos definan sus demandas tecnológicas con mayor tiempo, con el fin de que puedan analizar mejor sus necesidades y planificar la colaboración de los profesores con antelación.
- Desligar el programa de estancias de profesores de la convocatoria del Programa CEI. Al estar incluido en este programa, dotado de muchos recursos y con múltiples subprogramas para las universidades, un programa como el nuestro que aporta solamente 10.000 euros por estancia puede llegar a pasar desapercibido para los campus de excelencia candidatos, que dedican sus esfuerzos a aquellas partidas que pueden suponerle más recursos. Además, aquellas universidades que no opten al Programa de Campus de Excelencia Internacional no pueden optar a esta colaboración con centros tecnológicos. Por tanto,

al menos la convocatoria de nuestro programa debería realizarse de forma separada, aunque sus beneficiarios sí que podrían conseguir un mejor posicionamiento en el Programa CEI.

En todo caso, y si bien las circunstancias económicas no parecen las más propicias, el objetivo de Fedit para los próximos años es repetir la experiencia del programa de estancias de profesores en centros tecnológicos, con el fin de dotar de estabilidad a esta iniciativa y permitir su planificación a largo plazo, de modo que los centros puedan contar con esta ventana de acceso a la universidad para sus planes de desarrollo anuales y mejorar así la cooperación entre universidad y empresa a través de los centros tecnológicos. Nuestro propósito, como ya dijimos al comienzo, es que este programa pueda funcionar incluso sin financiación pública, y que tanto centros tecnológicos como universidades aprecien el valor añadido que puede aportar a ambas instituciones más allá de los fondos públicos que puedan conseguir con el mismo.

Estancias de profesores universitarios en empresas

Antonio Aracil, Director Gerente de la Fundación Universidad-Empresa de la Universitat de València (ADEIT)

La Universidad va a la empresa

Durante muchos años la relación entre las universidades españolas y las empresas ha sido casi inexistente. Aunque ambas han reconocido la importancia vital de trabajar unidas, en muchas ocasiones no lo han conseguido. Un perfil demasiado academicista de las universidades frente al pragmatismo empresarial y un desconocimiento de las posibilidades que ofrecen los centros universitarios han sido los principales puntos de fricción que han impedido un trato más estrecho entre estos dos motores económicos de cualquier país.

La situación de la cooperación universidad-empresa ha cambiado mucho en la última década. En 2010, según el informe de la Fundación Conocimiento y Desarrollo, un 86% de las empresas encuestadas ya considera muy conveniente potenciar las relaciones con las universidades españolas. La Fundación Universidad-Empresa de la Universitat de València lleva casi 25 años trabajando con este objetivo a través de tres ejes principalmente: la formación, la innovación y el empleo. Entre otras acciones, y con la responsabilidad de avanzar en la cooperación entre la Universitat y su entorno empresarial, a mediados de 2008, se crea el Programa de Estancias de Profesores Universitarios en Empresas Valencianas. Un programa pionero e innovador en España, a través del cual profesores universitarios de cualquier área de conocimiento tienen la oportunidad de involucrarse en el proceso de trabajo de una empresa durante un periodo corto y bien planificado de tiempo.

Un programa que comparte varios objetivos con la Ley 14/2011 de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación y el borrador del Estatuto del PDI, en los que se recogen medidas relativas a una mayor movilidad de los investigadores entre el sector público de I+D y las empresas, así como al fomento de las relaciones entre la universidad y las empresas con el objetivo de facilitar la incorporación de innovaciones tecnológicas que impulsen el aumento de la productividad y la competitividad. En este sentido, se fomenta la movilidad del profesor, docente e investigador universitario, como un potente instrumento para el desarrollo del PDI en cualquier etapa de su carrera.

Con este programa, además, se contribuye a optimizar los recursos humanos y materiales de las universidades, a establecer sinergias entre las instituciones y a aumentar su calidad académica, así como al desarrollo del sistema de educación superior, investigación, innovación y transferencia del conocimiento. Un proyecto que se recoge en la Comisión de las Comunidades Europeas (2009), bajo el nombre Una

Objetivos del programa de estancias en empresas

Favorecer la transferencia de conocimiento entre la universidad y las empresas. Aprovechar la cercanía de la Universitat de València como centro de investigación para establecer relaciones de colaboración que faciliten la creación y difusión de conocimiento.

Recoger las inquietudes empresariales que puedan canalizarse a través de la universidad. Acercar la investigación universitaria y la figura del profesor como interlocutor con la empresa, promoviendo su conocimiento mutuo.

Identificar las necesidades de la empresa con el fin de facilitar mecanismos y herramientas propios de la universidad que impulsen su mejora. Ampliar la visión que se tiene del trabajo docente y de investigación, contribuyendo a situarlo en el contexto del sector productivo.

Fomentar la integración del profesor universitario en la empresa mediante la formación necesaria para poder adecuar los lenguajes científico y empresarial y facilitar las sinergias. El profesor recibe formación in situ por parte del responsable del programa en la empresa, con el fin de adecuar su conocimiento al producto o programa de trabajo a llevar a cabo.

Facilitar que los profesores universitarios adquieran experiencias del ámbito laboral en el entorno empresarial. Los profesores obtienen un conocimiento real de los problemas a los que se enfrenta la empresa mediante la aplicación de sus investigaciones, conociendo los resultados y comprobando su utilidad en el entorno empresarial.

Incrementar el carácter emprendedor de los profesores de forma que estas actitudes se hagan extensivas a los estudiantes. Con estas estancias, el profesor adquiere conocimientos del ámbito empresarial que aplicará a su tarea docente e investigadora, promoviendo el espíritu de la cultura empresarial entre sus estudiantes.

nueva asociación para la modernización de las universidades: el Foro de la UE para el diálogo entre las universidades y las empresas, en la que se destaca ADEIT como ejemplo de movilidad a través de las fronteras y entre el mundo empresarial y las instituciones de enseñanza superior.

Promover el intercambio de conocimientos

Enmarcado en el Grupo de Reflexión Estratégica para el Impulso de la Cooperación Universidad-Empresa (GREICUE) –creado en 2008 dentro del Plan Estratégico de la Universitat de València para el impulso de la cooperación universidad-empresa– este innovador programa nace con el objetivo de favorecer el conocimiento entre las empresas y los profesores universitarios e incidir directamente en la mejor adecuación entre la oferta tecnológica de la Universitat y las necesidades de las empresas para favorecer la puesta en marcha de procesos de innovación que incrementen la competitividad de las empresas.

Puesto en marcha en colaboración con la Universitat de València y la Confederación Empresarial Valenciana (CEV), a través de este programa, la investigación universitaria entra en contacto con las empresas valencianas propiciando el paso de lo teórico a lo práctico. De este modo, se ofrece un nuevo enfoque a las empresas mediante el conocimiento y la experiencia de los profesores universitarios, promoviendo la transferencia de los resultados de la investigación de la universidad a su tejido productivo y acercando ambos mundos de una forma efectiva y eminentemente práctica.

Todos estos objetivos tienen por finalidad promover el conocimiento mutuo con la finalidad de generar confianza y transferir conocimiento a través de la movilidad, llevando la Universitat de València a la empresa de la mano de los profesores universitarios. Para ello, los profesores universitarios realizan una estancia, de hasta 100 horas de duración, como expertos en una determinada área de la empresa. Durante ese tiempo, los profesores analizan y desarrollan un plan de trabajo que permite a la empresa conocer nuevas alternativas y distintas vías de actuación.

Por otro lado, además de favorecer la transferencia y difusión de conocimiento entre la universidad y la empresa, el programa también acerca la realidad empresarial a las aulas ya que los profesores adquieren conocimientos que aplican en su tarea docente e investigadora. Además, se facilita que el profesor adquiera experiencias del ámbito laboral en el entorno empresarial, por lo que obtienen una compensación económica como reconocimiento por su esfuerzo y tiempo dedicado, y por la elaboración de informe final para la empresa con los resultados obtenidos.

Actores de las relaciones universidad-empresa

En estas estancias pueden participar todos aquellos profesores de la Universitat de València que impartan docencia de cualquier disciplina, que cuenten con una trayectoria investigadora con vocación a la aplicabilidad y que tengan una especial sensibilidad con la innovación. En este programa ya han participado profesores de varios departamentos de la Universitat de València como el de

Comercialización e Investigación de Mercados, Dirección de Empresas, Contabilidad, Derecho Constitucional, Física de la Tierra y Termodinámica, Farmacia y Tecnología Farmacéutica e Ingeniería Química, entre otros.

Las empresas participantes, por otro lado, deben estar interesadas en fomentar la relación con la universidad en sus dos vertientes fundamentales, formación e investigación, además de apostar por la innovación. En este sentido, algunas de las empresas participantes han potenciado áreas transversales y/o específicas como la mejora de los procesos productivos, el marketing industrial, la organización de recursos humanos, los estudios de marca, la internacionalización y el desarrollo de nuevos productos químicos, etc.

Desde la puesta en marcha del programa ya se ha puesto en contacto a varias empresas con el mundo académico. Profesores de la Universitat de València han realizado estancias en empresas como Grupo ETRA, JUMEL Alimentaria, RNB Laboratorio Cosmético, Tecnidex, Consum, GH Electrotermia, Umivale, Colebega, EPA Ecología y Protección Agrícola, GFK Emer, SP-Berner, la Autoridad Portuaria de Valencia, Papelera Ecker y Dialogic, con el objetivo de valerse del conocimiento de los profesores al mismo tiempo que obtienen un reconocimiento como empresa colaboradora en un programa universitario claramente estratégico.

El conocimiento, la confianza y el compromiso

Con este programa la Fundación Universidad-Empresa (ADEIT) de la Universitat de València desarrolla el papel de promotora, mediadora y garante de su buen funcionamiento. En este sentido, una de las principales claves del éxito de este programa es su operatividad. Las estancias y el proceso de trabajo, gestionado por el Departamento de Transferencia para la Innovación de ADEIT, facilitan los trámites que permiten activar estas estancias con agilidad. Además, este proyecto tiene la vocación de asegurar la confidencialidad, entre el profesor y la empresa, para asegurar la privacidad del conocimiento generado. Fruto del cual, y como uno de los principales objetivos de este programa, se inician líneas de colaboración que se materializan en nuevos proyectos universidad-empresa.

Más información:

En la página web <http://www.adeit-uv.es/profesoresentempresaswww.adeit-uv.es/profesoresentempresahttp://www.adeit-uv.es/profesoresentempresas> se recoge la información relativa al programa y un vídeo con varios testimonios de empresas y profesores participantes en el programa: <http://bit.ly/xDopRg>.

Referencias

Comisión de las Comunidades Europeas. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Una nueva asociación para la modernización de las universidades: el Foro de la UE para el diálogo entre las universidades y las empresas (págs.7-8). Bruselas 2.4.2009. COM (2009) 158 final.

Fundación Conocimiento y Desarrollo, *La Universidad y la Empresa Española* (2010).

Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Borrador del Estatuto del Personal Docente e Investigador, de 10 de noviembre de 2008.

“¿Es la I+D, estúpido!”

Carlos Andradas, Presidente de la Confederación de Sociedades Científicas Españolas

Seguramente todos recuerden la célebre frase que se convirtió en unos de los eslóganes centrales para la campaña y victoria de Bill Clinton en su carrera presidencial, situando la economía en el centro de atención de la acción política. Sin duda la economía sigue siendo el elemento determinante, pero hoy día la única economía viable, sostenible y con futuro es la basada en la investigación, el desarrollo y la innovación, lo que justifica el título de estas notas.

“La innovación exige también investigación básica. Hoy en día, los descubrimientos que tienen lugar en nuestros laboratorios, financiados por el gobierno federal, y en las universidades, podrían conducir a nuevos tratamientos que maten las células cancerosas pero dejen intactas las sanas, y a nuevos chalecos para nuestros policías y soldados, más ligeros pero capaces de detener una bala. No estrangulen estas inversiones en nuestro presupuesto. No permitan que otros países nos ganen la carrera hacia el futuro. Apoyen el mismo tipo de investigación e innovación que nos llevó al chip, los computadores e Internet, a los nuevos tipos de empleo en Estados Unidos y a nuevas industrias americanas.”

Estas palabras no han sido tomadas del discurso de ningún científico. Están extraídas del discurso del Estado de la Nación de 2012 del Presidente Obama al Congreso de los Estados Unidos. Marcan claramente la diferencia entre un gobierno que cree que el futuro del país depende de la inversión en I+D, y de aquellos que, naturalmente sin negarlo, siempre encuentran necesidades más urgentes que atender. El presidente Obama no se está dirigiendo a las empresas pidiéndoles que inviertan más en I+D (por supuesto que deben hacerlo): se refiere a los Presupuestos Generales de la nación, porque la investigación, y muy en particular la investigación básica es un asunto de Estado.

La correlación entre la inversión en I+D y la pujanza económica y la capacidad de un país para hacer frente a las crisis económicas es evidente y quizás no esté de más recordar que los países europeos que han debido ser rescatados y tienen mayores dificultades en la presente crisis económica, tienen todos una inversión en I+D por debajo del 2% de la media europea. Pero es que esta cantidad ha sido reconocida a su vez, como insuficiente por las mismas autoridades comunitarias, que en la Declaración de Lisboa abogaron por la necesidad de llegar al 3% para conformar Europa como la mayor economía basada en el conocimiento y la innovación.

1. Inversión pública, inversión privada

La inversión española en I+D en el año 2011 fue del 1,39% del PIB¹, esto es 0,61 puntos por debajo de la media europea, que equivalen a unos 6.000 millones de euros menos dedicados a I+D de lo que nos correspondería si nos situáramos en el 2% de la UE. Pero lo más grave no es la cifra en sí misma, sino el hecho de que esta muestra que se ha detenido (cuando no, invertido) su ascenso hacia la convergencia con Europa en los últimos tres años, como consecuencia de la crisis. Un ascenso que ya era lento, porque también la media europea va ascendiendo, de modo que en el periodo 2004-2010, la brecha con esta solo se ha reducido en una décima a pesar del esfuerzo realizado, y ahora corremos el peligro de que dicha brecha vuelva a agrandarse.

Es cierto que nuestro principal déficit en I+D proviene del sector privado: solo el 43% de la inversión española en I+D proviene de fondos privados, un porcentaje muy inferior al 55% de la media europea y muy lejos del objetivo de la UE de que la aportación privada constituya los 2/3 de la inversión en I+D. Y de nuevo, lo más preocupante es que estos datos indican una reducción de la participación privada en I+D en los últimos años, en lugar de un incremento. Es absolutamente imprescindible lograr la implicación de la iniciativa privada en I+D, para lo cual hay que diseñar una política de Estado que la estimule y favorezca, y trabajar conjuntamente todos los agentes implicados en I+D en esa dirección. Pero en ningún caso puede tomarse como excusa para la disminución del presupuesto público en investigación, por varios motivos:

- a) La I+D es la única herramienta viable para conducir España a la recuperación económica y construir un modelo económico sólido basado en el conocimiento y la innovación capaz de hacer frente a las crisis futuras. Debe ser pues un objetivo de Estado prioritario e irrenunciable.
- b) La inversión pública en España no es, en magnitud, excesiva. De hecho está, en términos absolutos, dentro del tercio de aportación del Estado si nos situáramos en el 2% del PIB de inversión en I+D, suponiendo que los 2/3 restantes fuesen asumidos por el sector privado, situación ideal no conseguida aun en la UE. Por tanto no es el Estado quien debe gastar menos, sino el sector privado quien debe invertir más. Pero es que además el gasto público real en I+D es considerablemente menor que las

cifras presentadas, debido a la división de dichos fondos en subvenciones y préstamos, como se verá más adelante.

c) La inversión privada en España en I+D no ha sido capaz de dar un salto cualitativo en los años de bonanza económica y ha retrocedido claramente en los años de crisis económica. Un retraimiento de la financiación pública significará, con toda seguridad, un retroceso en el porcentaje del PIB dedicado a I+D y por consiguiente el alejamiento del objetivo de convergencia a la media europea.

2. La inversión en I+D en los Presupuestos Generales del Estado

La responsabilidad del Gobierno para el estímulo de la I+D es pues insoslayable. Por eso es muy preocupante la evolución del capítulo 46 de los PGE en los últimos años y extraordinariamente alarmante la perspectiva de que esta evolución pueda agravarse en 2012. En 2010 los presupuestos públicos en I+D disminuyeron en un 4,12% respecto al año anterior y en 2011 experimentaron un nuevo descenso del 7,38% respecto al 2010. Para el presente año se rumorea un recorte superior 700 millones de euros que supondrían una reducción del 8,5% respecto al año anterior, acumulando así una cadena de descensos que nos sitúan, en volumen de euros, en niveles inferiores a 2007. Si tenemos en cuenta la inflación acumulada en estos años, significa retrotraernos a los niveles de 2006. Una situación prácticamente insostenible que amenaza la línea de flotación del sistema público de I+D (o lo que es lo mismo, del sistema de I+D, como se ha señalado antes).

Porque, además, los números globales anteriores esconden una falacia. Del total presupuestado, la parte del león, exactamente un 61% en el año 2011, corresponde a activos financieros, es decir préstamos que los beneficiarios deben devolver al Estado con los intereses correspondientes. Este capítulo de activos financieros, que comenzó a finales de los 90 como un artificio para contable para la financiación de la investigación que el Estado recuperaba más tarde bien a través de fondos estructurales europeos o de ventas de equipos como en el caso de la investigación militar, se ha consolidado en el tiempo hasta constituir la parte más gruesa de la inversión pública en I+D. Se trata de fondos a los que las instituciones públicas, universidades y OPI tienen muy difícil acceso, y quedan sin ejecutar grandes partidas, por lo que la inversión real en I+D es menor que la nominalmente

1. Todos los datos y tablas del texto están extraídos de los informes COSCE. Análisis de los PGE destinados a I+D+i, ver www.cosce.org.

Tabla 1. Evolución de la PG46 en los últimos años

	2009	2010	2011	Variación acumulada %
Operaciones no financieras	4.175,55	3.571,88	3.389,95	-18,81
Operaciones financieras	5.497,49	5.702,29	5.199,92	-5,41
TOTAL	9.673,04	9.274,17	8.589,78	-11,20

Presupuestos de los OPI (en millones de euros)

OPI	Presupuesto			Variación acumulada %
	2009	2010	2011	
CSIC	835,8	721,9	682,6	-18,33
CIEMAT	116,4	91,7	86,7	-25,51
INIA	83,9	82,8	81,2	-3,22
IEO	65,8	61,3	60,5	-8,05
IGME	43,9	31,1	26,4	-39,86
IAC	22,3	22,0	20,5	-8,07
ISCIH	369,7	332,4	300,1	-18,83
INTA	129,4	120,4	103,1	-20,32
CEHIPAR	6,4	6,5	6,1	-4,69
IEF	7,8	7,6	7,1	-8,97
CIS	8,7	8,4	7,8	-10,34
CEPC	5,8	5,6	5,4	-6,90
CEDEX	4,8	4,6	4,4	-8,33
Total	1.700,7	1.496,3	1.391,9	-18,16

presupuestada. La situación puede parecerse a lo siguiente: la Universidad A pide un préstamo al Estado a un 5% de interés para hacer investigación básica, dinero que su vez el Estado recaba de las entidades bancarias al mismo interés, pero que estas financian con dinero del Banco Central Europeo dado a un 1%. Sin duda es una forma muy original de mecenazgo en la Historia.

La tabla 1 desglosa las cantidades destinadas a I+D que corresponden a subvenciones (las llamadas operaciones no financieras, los capítulos 1 a 7) en los PGE en los últimos años. Como se ve, estas han sufrido decrementos sucesivos muy importantes desde el año 2009, enmascarados por un aumento de las operaciones financieras (préstamos), como en el año 2010, pero que como se ha señalado quedan sin ejecutar.

Así la cantidad en concepto de subvención en el año 2011 estuvo en 3.390 millones de euros, menos de la cuarta parte del total de la inversión en I+D y que nos sitúa, en los niveles de la inversión en 2006. Si sobre esta cantidad se aplicara una nueva reducción tan significativa como la anunciada de unos 530 millones de euros estaríamos retrocediendo a los niveles del año 2005, lo que constituirá una bomba letal para nuestro sistema público de I+D, teniendo en cuenta los conceptos que dependen de ella. La situación se ve considerablemente agravada por las

dificultades financieras de las universidades, que contribuyen con más del 60% de la investigación del país y cuyos presupuestos están sufriendo severas restricciones en los últimos años, lo que afecta seriamente a su potencial investigador.

3. Reflexión acerca de la partida de subvención (operaciones no financieras) del PG46

Dentro de esta partida (3.389,85 millones de euros en el año 2011) están incluidos, entre otros, los presupuestos de funcionamiento de los OPI, el Fondo Nacional para Investigación Científica y Técnica, del que a su vez dependen las convocatorias de proyectos de investigación del Plan Nacional, las convocatorias de recursos humanos, las cuotas de participación en organismos internacionales de investigación, las convocatorias para infraestructuras, así como múltiples subvenciones nominativas a diversos organismos de investigación. Es, por tanto, el corazón de nuestro sistema público de I+D y por consiguiente cualquier merma adicional puede suponer un colapso en el mismo.

Resulta difícil hacer siquiera una simulación de las partidas en que podría aplicarse la anunciada reducción de 530 millones de euros. Una disminución de este calibre no se alcanza quitando un poco de aquí y allá en partidas menores, ni con

la supresión de las subvenciones nominativas que por otra parte suponemos necesarias cuando se han realizado y por tanto requerirán su financiación aunque sea en un modelo competitivo, sino que requiere un esfuerzo reductor importante en los grandes programas. Ahora bien, los OPI han sufrido ya recortes dramáticos en estos últimos años, como puede apreciarse en la tabla, de modo que están al límite de los gastos mínimos para su funcionamiento. Recortes adicionales supondrán el cierre de centros específicos en algunos o la práctica supresión directa del organismo en otros.

Evidentemente hay un ahorro natural debido a que las jubilaciones que se produzcan no serán cubiertas por la política de reposición cero impuesta por las medidas de reducción del déficit.

Pero solo esto no puede enjugar un descenso tan abultado como el pretendido, y además plantea serios problemas de recursos humanos en I+D, como mencionaremos más adelante.

Si un ahorro significativo en los OPI para llegar a la pretendida cantidad de 530 millones parece, pues, descartado, habrá que volver los ojos hacia otras partidas, y dentro de ellas el programa más dotado, siempre dentro del concepto de activos no financieros, es el 463B de "Fomento y coordinación de la investigación científica y técnica", dependiente de la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, con un presupuesto total (en subvenciones) en 2011 de 944,2 millones de euros (frente a los 1002 de 2010 y los 1038 de 2009). Dentro de este programa, la partida más voluminosa es la del Fondo Nacional para la Investigación, con un total de 516,99 millones de euros en subvenciones en 2011, lo que ya supone un 9,7% menos que en el año anterior. De este Fondo depende la parte fundamental de la financiación de la investigación realizada en nuestro país, a través de las convocatorias de proyectos de investigación, de los que se nutren todas las universidades y los OPI mencionados anteriormente, así como los programas de recursos humanos lanzados en los últimos años, principalmente el programa Ramón y Cajal y el programa Juan de la Cierva.

Una reducción significativa en este fondo afectará, pues, a la generalidad de los investigadores del país, que verán dificultados o impedidos el desarrollo de sus proyectos de investigación, sus posibilidades de interacción a nivel internacional, participación en congresos y publicación de los resultados científicos, etc., además de graves repercusiones en los recursos humanos, no solo por la incidencia directa en los dos programas mencionados, sino por la repercusión indirecta en contrataciones de personal de apoyo e investigación que se realizan con cargo a los propios proyectos de investigación. Podría pensarse que podemos prescindir de muchos de los proyectos de investigación. Pero

el estudio del desarrollo y progreso científico indica claramente que, aunque los grandes hitos científicos parecen deberse a genialidades individuales, estas no se producen si no hay un efecto de avance por aluvión, esto es, sustentado sobre una amplia base de investigación básica, a menudo anónima, pero imprescindible. España ha hecho un considerable esfuerzo en los últimos 25 años en esta dirección, pasando de no aparecer en el mapa a ser la décima potencia en producción de artículos científicos del mundo. No es cuestión de volver a esos tiempos pretéritos. Sin embargo, desgraciadamente retroceder es mucho más fácil que avanzar: basta con quedarse parado mientras los demás avanzan.

Es evidente que en I+D la captación y retención de talento es fundamental. Desgraciadamente España no resulta todavía atractiva para la captación de talento ni para la retención del mismo, expulsando buena parte del talento interno que tiene. Por eso es importante no confundir la fuga de cerebros con el flujo bidireccional de cerebros. Una disminución en I+D afectará gravemente a los recursos humanos, en particular los programas Ramón y Cajal y Juan de la Cierva. El programa I3 que incentivaba la incorporación permanente y estable de los Ramón y Cajal que hubieran superado todas las evaluaciones exigidas al finalizar su contrato de cinco años fue ya cercenado y ahora mismo solo un 37% de estos investigadores de la convocatoria de 2006 han

logrado estabilizarse en el sistema. Además los programas de formación y movilidad de personal investigador también han sufrido recortes en los últimos años pasando de 70,077 millones de euros en 2009 a 50,992 en el año 2011, es decir un 27% de descenso y otros programas de formación de doctores han sufrido caídas similares. Y todo ello hay que conjugarlo con la medida de tasa de reposición cero en los OPI y universidades decretada por el Gobierno, con lo que las vacantes producidas por jubilación tampoco pueden ser utilizadas para la tan necesaria renovación de nuestro sistema de I+D con las nuevas generaciones perfectamente preparadas y competitivas para ello.

4. Conclusiones

Todo lo anterior no significa que no haya que mejorar la eficiencia del sistema español de I+D, con la aspiración clara de mejorar su calidad e internacionalización. Hay que optimizar cada euro gastado. Analizar los efectos y resultados de la inversión en I+D e ir corrigiendo la deriva. Pero siendo conscientes de que la eficiencia no puede conseguirse gastando menos de lo imprescindible para el mantenimiento del buque, cuya línea de flotación está ya en el límite por los sucesivos recortes habidos, y sabiendo que los tiempos en investigación son dilatados.

Debemos definir unos indicadores adecuados de eficiencia de nuestro sistema y diseñar un modelo de I+D que esté basado fundamentalmente en los científicos y sustentado en la confianza hacia ellos, en la accountability y al margen de vaivenes políticos. Desde la COSCE lo hemos venido reclamando reiteradamente poniendo como ejemplo lo que a juicio de muchos ha sido una de las iniciativas recientes más exitosas de la UE: el European Research Council, para el que, precisamente en estos tiempos de crisis, la Comisión Europea propone un incremento del 77% de presupuesto de cara al programa Horizonte 2020.

Las palabras del presidente de la Comisión Europea, Durao Barroso son elocuentes: “En tiempos de crisis, sería una oportunidad perdida si Europa no invirtiera más en investigación y, en concreto, en investigación de frontera”. Porque como señaló hace unos días Helga Nowotny, presidenta del ERC, “todas las innovaciones radicales, los pasos adelante que conducen a un cambio de paradigma en la forma en que funcionan nuestras sociedades y sus economías se basan, sin excepción, en la ciencia”.

Si es así de claro, ¿por qué, entonces, nos empeñamos en ir en la dirección equivocada?

Ejemplos de colaboración universidad-empresa

Máster en Tecnología y Gestión del Agua

Manuel Cermerón, Director General Aqualogy

Aqualogy Development Network (ADN) es una empresa creada por Agbar, empresa líder en la gestión del ciclo integral del agua con más de 140 años de historia. Agbar es un referente internacional con presencia en nueve países (España, Cuba, Colombia, Chile, México, el Reino Unido, Argelia, China y Perú), y presta servicio a 26 millones de personas, diariamente. Agbar es agua.

ADN tiene el objetivo de identificar, desarrollar y poner a disposición el conocimiento y expertise de Agbar, ofreciendo a las empresas del agua y del medio ambiente soluciones y tecnologías basadas en la innovación, la gestión del conocimiento y el desarrollo de personas. ADN es el motor de creación de nuevos productos y servicios para Agbar.

ADN dispone de tres líneas de negocio: la gestión del conocimiento, en la que desarrollan sistemas, metodologías y herramientas diseñadas para crear, capturar y empaquetar el conocimiento de las empresa con el apoyo de plataformas tecnológicas; el desarrollo de personas, en la que se desarrollan sistemas de capacitación y formación específicos para los profesionales del sector del agua y el medio ambiente y por último, la I+D e innovación, que se concentra en desarrollar proyectos estratégicos de I+D a través de nuestra red de centros tecnológicos (Cetaqua) para ofrecerlos después a nuestros clientes.

ADN aplica un modelo de negocio innovador, basado en las capacidades y el conocimiento de las personas como motor para ofrecer soluciones a medida de las empresas del sector del agua y el medio ambiente.

A su vez, dentro de su oferta de servicios ADN da respuesta a la necesidad o inexistencia de un centro de formación con una oferta formativa de alta calidad y dedicada únicamente al ámbito del agua y medio ambiente.

Agbar, a través de ADN, en los últimos años y siguiendo la línea estratégica de servicios ha conseguido transformar el tradicional Departamento de Formación en una unidad de negocio, focalizada en comercializar su experiencia y conocimientos a empresas a través de la organización de programas de formación especializados. Fruto de la necesidad detectada y ante la inexistencia de centros de formación de referencia ni oferta formativa especializada para el sector, ADN entendió que era

imprescindible afrontar dicha problemática conjuntamente con los agentes formativos referentes: las universidades politécnicas. En este proceso AGBAR ha pasado de ser un cliente habitual de las universidades a un partner en nuevas oportunidades del mercado.

Como consecuencia de este planteamiento, el pasado mes de septiembre de 2011, fue firmado un acuerdo en Madrid por el presidente de la compañía Agbar, Àngel Simon, el rector de la Universitat Politècnica de Catalunya, Antoni Giró, y el rector de la Universidad Politécnica de Madrid, Javier Uceda.

Una de las piezas clave del convenio es el compromiso conjunto por la definición y la proyección de la formación permanente entre los profesionales de los ámbitos que les son propios.

Como primer paso de esta colaboración, nacen las dos primeras ediciones del Máster en Tecnología y Gestión del Agua que se realizan en paralelo en Barcelona y Madrid.

Además, la colaboración entre ADN, UPC y UPM ha permitido poner en valor los elementos fuertes de cada institución: detección de oportunidad, conocimiento de los perfiles, rigor académico, equipos docentes cualificados, acreditación del programa, et al.

Esta complementariedad se concretó con la constitución de equipos mixtos y pluridisciplinares para el diseño, la comercialización y la impartición del Máster.

Así encontramos un equipo de dirección académica compartida en las dos ediciones del curso que está compuesto por doctores de las universidades y directivos de referencia en el sector del agua a escala internacional.

El claustro de profesores también está formado por profesionales multidisciplinares de referencia en la comunidad universitaria y científica y que se complementa con la participación de managers y directivos de la empresa de referencia en la gestión del agua: Agbar.

El resultado de esta combinación es un programa formativo que asegura la excelencia a través del rigor académico y de la aplicabilidad empresarial. Esta visión se ha concretado con el hecho de que el programa está diseñado e integrado según las características propias del Espacio Europeo de Educación Superior.

Los participantes en el programa formativo, obtienen al finalizarlo el título de máster propio expedido por la Universitat Politècnica de Catalunya o la Universidad Politécnica de Madrid

Este Máster se centra en formar a profesionales del sector en todos aquellos aspectos relativos al mercado del agua en un entorno global, dinámico y con especial énfasis en aspectos medioambientales y de sostenibilidad.

El foco formativo del programa tiene una base fundamentalmente tecnológica, en concreto en producción, distribución, drenaje y depuración de los diversos recursos hídricos convencionales y no convencionales, etc., y queda complementada con los pilares del management.

El programa tiene modalidad semipresencial, con el objetivo de adaptarse a las necesidades de aquellos profesionales que estén en activo, y se crea totalmente adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Agbar, por su parte, se compromete a captar el talento de los mejores alumnos del máster, garantizando un mínimo de tres incorporaciones laborales al finalizar el programa formativo.

El objetivo del Máster es formar a profesionales del sector en un entorno global y dinámico, haciendo énfasis en la gestión del ciclo integral del agua. En el máster, Aqualogy Development Network, como experto en el sector del agua, potencia la formación en temas tecnológicos y de gestión del ciclo integral del agua.

Concretamente el Máster tiene los siguientes objetivos para los participantes que lo cursan:

- Ampliar y mejorar la visión de los participantes en la planificación estratégica en organizaciones del sector del agua y el medio ambiente.
- Obtener una visión general de los actores, los procesos y el marco regulador que intervienen en la gestión integral del ciclo del agua.
- Conocer las principales características tecnológicas y de gestión de los servicios de producción, distribución, drenaje y depuración de recursos hídricos convencionales y no convencionales.
- Analizar las principales características de los sistemas de gestión de clientes, en un marco de gestión sostenible de los recursos.

- Detectar las oportunidades de negocio del actual entorno empresarial, en un contexto competitivo y global.
- Potenciar y desarrollar competencias para gestionar equipos multidisciplinares e internacionales.
- Proporcionar las herramientas para dirigir y evaluar proyectos de negocio.
- Adquirir conocimientos que permitan asumir responsabilidades crecientes a lo largo de la vida profesional.

Los contenidos se estructuran en 14 módulos que constituyen una visión holística de la gestión del agua; concretamente analizan la gestión integral de los recursos hídricos, la producción, la distribución, el drenaje y la depuración del agua, la gestión de clientes, el valor ecológico y social del agua, la planificación estratégica, la gestión económico-financiera empresarial, las habilidades directivas, el project management, el marketing y la gestión comercial, la innovación y las soluciones y tecnologías del agua. Al final del programa, los alumnos preparan un proyecto final que les permite poner en práctica y enlazar todos los conocimientos adquiridos.

El perfil profesional de los participantes del Máster es el de un licenciado en una carrera científico-técnica (ingenieros,

químicos, biólogos, etc.), que es un profesional en activo del ámbito de la gestión integral del agua y con una edad media de 32 años. Así mismo, cabe destacar la participación de técnicos de la Administración pública que quieren profundizar sus conocimientos en el ciclo del agua.

Una vez puesta en marcha esta primera experiencia, ADN, UPC y UPM continúan con el propósito de ampliar la oferta formativa especializada con el diseño de otros postgrados de carácter técnico en el marco nacional.

Para el curso académico 2012-2013 ya se está trabajando en el lanzamiento al mercado del primer Postgrado de Gestión de Plantas de Tratamiento de Agua conjuntamente con la UPC. Dicho programa dará respuesta a los actuales y futuros técnicos y jefes de plantas de tratamiento de agua; tanto instalaciones de producción, desalación o depuración de aguas.

Así mismo, Aqualogy ampliará su actividad formativa especializada, exportando el Máster en Tecnología y Gestión del Agua al ámbito internacional y para ello ya ha emprendido posibles colaboraciones con diferentes prestigiosas universidades de Centroamérica, Latinoamérica y los Estados Unidos.

Dicha internacionalización se concreta en una primera fase con la puesta en marcha del Postgrado o Diplomado de Depuración de Aguas Residuales conjuntamente con la Universidad Católica de Chile.

Dentro de la estrategia de Aqualogy de expansión comercial en Estados Unidos, ADN desde hace meses está trabajando conjuntamente con la Universidad de San Diego en el diseño de un programa formativo alrededor de un concepto innovador en la gestión de la eficiencia energética relacionada con el agua: WATERGY. Dicho programa verá la luz con el inicio del año académico 2012-2013 y será la primera experiencia formativa de Aqualogy dirigida al público anglosajón.

Con todas las iniciativas en marcha y las necesidades formativas de un sector emergente, Aqualogy Conocimiento entiende la colaboración con las universidades como un elemento clave para su crecimiento.

El Sistema DaVinci: solución integrada de referencia internacional para la gestión del tráfico ferroviario (INDRA, Universidad Pontificia de Comillas, ADIF)

Antonio Fernández Cardador, Instituto de Investigación Tecnológica IIT, Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas

Paloma Cucala García, Instituto de Investigación Tecnológica IIT, Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas

Francisco Javier Rivilla Lizano, INDRA; Jefe de Programa Transporte Ferroviario

La necesidad de una solución integrada para la gestión ferroviaria

El ambicioso plan previsto para el desarrollo de la red ferroviaria de alta velocidad en España como medio vertebrador y dinamizador del territorio presentó, en el ámbito del año 2002, el escenario y entorno perfecto para establecer y definir las líneas estratégicas de desarrollo e innovación que deberían aplicarse a las soluciones de gestión del tráfico ferroviario de última generación, las cuales permitieran una explotación óptima, global, segura e integrada de la infraestructura ferroviaria.

Esta situación se enmarca además dentro de la iniciativa estratégica de la Unión Europea para el desarrollo de líneas de alta velocidad transnacionales y soluciones de

interoperabilidad que ayuden a hacer del ferrocarril el medio de transporte líder y de referencia dentro del espacio de la Unión, tanto para el transporte de pasajeros como para el de mercancías, sobre la base de romper las barreras técnicas y tecnológicas existentes entre las infraestructuras, los estándares y las normas operativas de los diferentes territorios.

Dos serían de manera general las líneas críticas de mejora e innovación que se deberían atacar, desarrollar e incorporar en las soluciones de Gestión del Tráfico Ferroviario para contribuir activamente y con garantías en el cumplimiento de los objetivos antes establecidos:

- Solución integrada, no orientada directa ni implícitamente al mando y control de infraestructura ferroviaria específica

(sistemas para el control de la señalización, para el de la energía, las comunicaciones, etc.), sino hacia la creación de una plataforma de integración de estos sistemas nativos que conforme una colección de servicios y un modelo de información único, sobre el que implementar sistemas y herramientas de valor añadido.

- Solución global, que de soporte a todo el ciclo de vida de las operaciones ferroviarias, desde el momento de la planificación del tráfico, hasta el momento de su análisis posterior una vez finalizadas las circulaciones, pasando siempre por su regulación y control en tiempo real, y orientada a las necesidades presentadas por un escenario de liberalización y apertura del sector del transporte ferroviario, tanto de pasajeros como de mercancías.
- Solución abierta y escalable, basada en plataformas, entornos y herramientas estándar, evitando el uso de

tecnologías y soluciones propietarias y específicas, altamente adaptable y escalable, asegurándose así tanto la evolución tecnológica del sistema, como la protección de la inversión requerida.

Disponer de una solución orientada a la integración de los distintos sistemas de mando y control que conforman las herramientas y los recursos básicos para la explotación de las infraestructuras ferroviarias permite la creación de sistemas de alto nivel de gran valor añadido, sistemas que manejan información actualizada y en tiempo real sobre un modelo global y único, que ayudan y asisten en la toma de decisiones, y que se benefician de los servicios proporcionados por los sistemas integrados para la realización de sus funcionalidades. De la misma manera, construir sobre una plataforma de integración de las características anteriores un completo conjunto de herramientas y sistemas de negocio para cubrir las necesidades globales del ciclo de vida de las operaciones ferroviarias, permite asegurar las operaciones y su calidad sobre la base del manejo de información común, permanentemente actualizada, y con interfaces adaptadas a cada sistema en base a sus necesidades. Este aspecto asegura la coherencia de las operaciones en base a asegurar tanto la información de partida, como la información gestionada por cada sistema en cada una de las fases del ciclo de vida, lo que es sin duda de gran valor añadido también en un escenario de liberalización del mercado ferroviario hacia el que nos dirigimos, donde el responsable de la administración de las infraestructuras tiene que dar un servicio uniforme y consistente a cada uno de los operadores de trenes de su red.

Este escenario de mercado lleva a ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, en su momento GIF, Gestor de Infraestructuras Ferroviarias) a acometer la concepción y especificación de los requerimientos técnicos aplicables a los futuros sistemas de gestión ferroviaria para las líneas de alta velocidad españolas, y permite crear un modelo de relación público-privada sin precedentes en el mercado ferroviario español el cual permite a Indra, en colaboración directa con ADIF, aplicar su experiencia y conocimiento en integración de sistemas y aplicación de la tecnología a soluciones de tiempo real y sistemas de gestión, e implementar, desarrollar y desplegar el Sistema DaVinci, y convertirlo en la solución de gestión integrada del tráfico ferroviario más avanzada e innovadora de la industria del sector.

En esta colaboración entre ADIF e Indra juega especial relevancia el papel representado por el Área de Sistemas Ferroviarios (ASF) del Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de la Universidad Pontificia Comillas, cuyo equipo de investigadores y expertos se integra dentro del grupo de ingeniería del proyecto colaborando activamente en labores de consultoría y análisis funcional, y aportando valor añadido en el proceso de especificación de detalle de los requisitos técnicos, funcionales y operativos del sistema.

En la actualidad el sistema DaVinci gestiona y controla el total de las líneas de alta velocidad de la red ferroviaria española, y está presente en todos y cada uno de los centros de control de ADIF desde los cuales se dirigen las operaciones ferroviarias.

El sistema DaVinci es de propiedad intelectual compartida entre ADIF e Indra, y es comercializado por Indra. Su tecnología se ha exportado también con éxito al exterior del mercado español, en proyectos en el Reino Unido, Colombia, Marruecos y Lituania, por ejemplo.

El sistema DaVinci se encuentra igualmente dentro del alcance del Proyecto Haramain, línea de alta velocidad entre La Meca y Medina, en Arabia Saudí, donde ha sido sin duda una pieza fundamental dentro del contrato que acaba de ser otorgado a consorcio de empresas españolas, entre las que figuran ADIF e Indra, para la implantación de tecnología española innovadora para la alta velocidad ferroviaria en Arabia Saudí.

Indra y la innovación

La innovación permanente y disponer de una oferta completa y de valor son los ejes de la estrategia de la compañía. Indra es una de las primeras compañías europeas de su sector en inversión en I+D con 189 millones de euros en 2011.

Indra sigue un modelo de innovación abierto a la colaboración externa (partners, instituciones de la innovación y el conocimiento, clientes, sociedad...) en el que se externaliza parte del esfuerzo innovador, constituyendo una organización global, abierta y colaborativa.

Las instituciones del conocimiento –universidades, centros de investigación, y otras instituciones encargadas de difundir el conocimiento– constituyen un interlocutor de gran valor para el desarrollo de la actividad general de la compañía y una importante vía de captación de talento, permitiendo desarrollar nuevas soluciones y servicios y operar en mercados globales. Indra colabora activamente con las universidades en el desarrollo de nuevas aplicaciones y ofrece oportunidades a universitarios, doctorandos e investigadores. De hecho, Indra mantiene relación con casi todas las universidades españolas y un buen número de extranjeras. Esto se traduce en que colaboramos con 201 instituciones del conocimiento y tenemos 14 cátedras de empresa en universidades.

La Universidad Pontificia Comillas

Desde hace 20 años la Universidad Pontificia Comillas de Madrid posee un grupo de investigación dedicado específicamente al sector ferroviario, el Área de Sistemas Ferroviarios ASF, formado por profesores e investigadores del Instituto de Investigación Tecnológica IIT. Este centro pertenece a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, y sus profesores compaginan docencia e investigación en la Escuela y el Instituto.

El Instituto de Investigación Tecnológica tiene como objetivo primordial promover la investigación y la formación de postgraduados en diversos campos tecnológicos mediante su participación en proyectos concretos de interés para la industria y la Administración. Es un Instituto no lucrativo, que pretende ser flexible y pragmático en su forma de trabajo. Su financiación procede esencialmente de proyectos contratados con empresas y que, por consiguiente, responden a una demanda social comprobada. En el curso académico 2010-2011 se realizaron 79 proyectos de investigación y 36 de consultoría, realizados por una plantilla de 110 profesores e investigadores.

La principal actividad del Área de Sistemas Ferroviarios ASF consiste en el desarrollo de modelos y aplicaciones avanzadas a medida para la optimización de distintos aspectos de los sistemas ferroviarios: planificación y operación del tráfico, eficiencia energética, diseño de la señalización, diseño de la electrificación, análisis de seguridad y telemandos de energía. Para ello se emplean técnicas de simulación, optimización, inteligencia artificial, regulación automática y técnicas de seguridad y fiabilidad de software. El ASF ha colaborado con la mayoría de las administraciones ferroviarias nacionales y fabricantes de señalización y material rodante, y desde hace 10 años dirige la única titulación universitaria española específica en ferrocarriles, el Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios de ICAI, en colaboración con las principales empresas del sector, incluido Indra Sistemas.

El sistema DaVinci

Desde un punto de vista conceptual, el sistema DaVinci se compone de los siguientes subsistemas o elementos:

- Plataforma de integración de sistemas, implementada en base al concepto RSB (Railway Service Bus) que ofrece intercambio de información entre sistemas en tiempo real a través de interfaces y modelos de información bien definidos, implementados en forma de servicios, orientados a la integración de terceros sistemas.
- Modelo unificado de datos, que aglutina y compila de manera estructurada las necesidades de información de todos los sistemas integrados sobre la base del concepto de plan de explotación, y proporciona soporte a todo el ciclo de vida de las operaciones ferroviarias
- Sistema de seguimiento inteligente de las circulaciones, que provee de servicios de seguimiento y localización de las circulaciones ferroviarias a todos los sistemas integrados de una manera totalmente transparente, independiente de los distintos sistemas de seguimiento externos
- Sistemas para la gestión, la regulación y el control del tráfico ferroviario, que construidos sobre los servicios anteriores proporcionan funcionalidades de gran valor añadido para la gestión ferroviaria y dan soporte a las necesidades de todo su ciclo de vida.
- El sistema DaVinci se complementa además con entornos integrados de simulación y formación, de reconstrucción

de secuencias y de monitorización remota, los cuales dan soporte a necesidades complementarias de la explotación ferroviaria, pero no menos relevantes.

Colaboración Indra – Comillas en el marco del sistema DaVinci

El Área de Sistemas Ferroviarios ASF de Comillas colaboró en el año 2000 con el antiguo Gestor de Infraestructura Ferroviarias (GIF) en la modelización y concepción de los requisitos técnicos y funcionales del sistema de planificación, regulación y gestión del tráfico de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-Frontera Francesa, y que posteriormente fue contratado a Indra dando lugar a la primera versión del Sistema DaVinci.

Durante el desarrollo del sistema, investigadores del ASF se integraron en el equipo de ingeniería de Indra en calidad de analistas funcionales, colaborando en dotar de la manera más efectiva al sistema DaVinci de las nuevas funciones avanzadas que se requerían.

Como resultado académico de este período, el nuevo modelo de planificación y regulación de tráfico ferroviario DaVinci fue presentado en diversos foros científicos, como la 9th International Conference on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in the Railway (COMPRAIL), celebrada en Dresden, Alemania, en 2004.

En sucesivas versiones y mejoras funcionales que se han ido incluyendo en el sistema DaVinci el ASF ha permanecido en permanente colaboración con el equipo de desarrollo de Indra, especialmente en lo relativo a simulación de la marcha

del tren y modelos de generación de horarios comerciales. El sistema DaVinci constituye para Comillas uno de los más claros casos de éxito de transferencia tecnológica, participando desde la detección de necesidades operativas de las nuevas líneas de alta velocidad de la mano del usuario del sistema (el antiguo GIF), pasando por la definición de los requisitos funcionales que resuelven estas necesidades, para acabar dando soporte al equipo de ingeniería del desarrollador, Indra Sistemas.

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos, está claro que la colaboración universidad - empresa emprendida entre la Universidad Pontificia Comillas e Indra para el diseño y desarrollo del sistema DaVinci para la gestión del tráfico ferroviario, en estrecha colaboración con ADIF, produjo todos y cada uno de los resultados esperados para todas las partes, siendo un claro ejemplo por tanto de lo importante que es la innovación y la transferencia tecnológica en la creación de soluciones empresariales de valor añadido para el mercado y la sociedad en general.

Del lado de la universidad, los expertos e investigadores del ASF de Comillas entran en contacto con procesos reales para el diseño y la implementación de sistemas, basados en procesos, técnicas y metodologías establecidas por la empresa, y con condicionantes y restricciones reales, lo que sin duda puede aportar información de gran valor añadido a la hora de revisar los procesos y técnicas de investigación que se utilizan para mejorarlos. Por supuesto, también se producen resultados de investigación y académicos, y acciones de divulgación en revistas y congresos

especializados, que contribuyen al desarrollo científico y mejoran la visibilidad nacional e internacional de las organizaciones y sus grupos de investigación.

Del lado de ADIF, como propietario intelectual de la solución, y como usuario de la misma, el sistema DaVinci le permite tener, además de un conjunto integrado de sistemas y herramientas totalmente adaptado al ciclo de vida de las operaciones ferroviarias, una solución única para el control y la gestión del tráfico ferroviario totalmente independiente de los sistemas subyacentes en la infraestructura, lo que le permite evitar cautividad de soluciones propietarias y establecer medios, métodos, procesos y mecanismos de gestión uniformes para toda la red ferroviaria, basado en el mismo conjunto de sistemas y herramientas. DaVinci ha contribuido igualmente a reforzar la imagen de innovación y liderazgo de ADIF ante el sector exterior.

Del lado de Indra, como empresa comercializadora de la solución, el sistema DaVinci le ha permitido posicionarse claramente en el sector, estableciendo una posición de liderazgo en soluciones integradas para el control y la gestión del tráfico ferroviario en el mercado nacional, y con una gran capacidad y proyección de crecimiento en el mercado internacional, donde el sistema ya se ha empezado a exportar. No en vano, la tecnología DaVinci es pieza clave del Proyecto de Alta Velocidad en Arabia Saudí para la comunicación ferroviaria entre las ciudades de Medina y La Meca, que recientemente ha sido contratado a un consorcio español del que Indra junto con ADIF y otras grandes empresas ferroviarias españolas forman parte, y que conforma el mayor proyecto de exportación de tecnología ferroviaria de la historia de España.

La experiencia de Telefónica con las universidades

Teresa Sánchez Godoy, Marketing AA.PP - Grandes Clientes. Dirección Empresas - Telefónica España

Telefónica y las universidades son entornos de innovación que siempre han buscado las últimas novedades tecnológicas. Y, en este sentido, ambos son fundamentales para el desarrollo de la sociedad y la investigación y el impulso a las nuevas tecnologías.

Hace años que Telefónica lleva estrechando lazos con la universidad española, lo que se ha convertido con el paso del tiempo en un eje estratégico de la compañía que se ha visto reflejado en las diversas formas de cooperación que mantienen entre ellos. Especialmente en el entorno de I+D las universidades y Telefónica tienen un largo historial de proyectos y estudios realizados con notable éxito, tanto a escala nacional como internacional. Estos proyectos no solo abarcan la tecnología de la comunicación sino que, por su

compromiso social, también se han unido para cuestiones sociales, como es el sanitario y otros temas de interés. Aparte de ello y, desde hace más de 6 años, Telefónica financia un programa de becas y acuerdos específicos de colaboración (Cátedras) con las universidades, según su carácter y el interés común. Y más allá de este compromiso institucional estamos llegando a los estudiantes con:

- Becas y ayudas para la estimulación de proyectos novedosos o la creación de empresas tecnológicas.
- Programa de becarios de larga duración que ofrece a los recién titulados; una aproximación al mercado laboral con la opción a formar parte de la plantilla.

- El programa de creación de empleo, que facilita la incorporación de titulados en nuestra organización.

En resumen, las relaciones de Telefónica con las universidades son amplias, profundas y en beneficio mutuo como se verá en este artículo.

La universidad tiene la misión fundamental de preparar a su comunidad para que pueda contribuir al desarrollo económico y social de la sociedad. Acción que se puede conseguir a través de la formación de los estudiantes como personas, la transmisión de los conocimientos y habilidades, e impulsando la investigación como medio de generación de nuevos conocimientos que lleguen a las empresas. En este entorno de investigación, desarrollo e innovación, Telefónica

y las universidades hemos realizado proyectos como socios. Algunos ejemplos de estos son los orientados a:

- La investigación en áreas de prioridad, cuyo propósito es convertir la Unión Europea en líder mundial en esos sectores o consolidar su posición en los que ya lo es.
- Contribuir a crear el Espacio Europeo de la Investigación (EEI), mejorando la integración y la coordinación de la investigación en Europa.
- Las necesidades de empleo de Europa y reforzar su competitividad.

Al mismo tiempo, esta investigación tiene como objetivo fortalecer la competitividad de la economía europea, resolviendo problemas sociales importantes y apoyando la formulación y la ejecución de otras políticas comunitarias. Más de 100 proyectos se han ejecutado en los últimos 8 años en colaboración con casi 20 universidades.

A escala nacional se han realizado proyectos dentro de los programas del Plan Avanza, los CENIT y programas del fomento de la innovación, promocionado por las comunidades autónomas como IDEA de Andalucía, ADE de Castilla y León y CAM de Madrid. Con más de 30 universidades, se han ejecutado más de 60 programas que abarcan proyectos de ciudadanía digital, economía digital, servicios públicos digitales y contexto digital. Ejemplos de programas:

- AMIVITAL; un entorno personal digital para la salud y bienestar
- eQuirófano, entorno colaborativo multimedia
- ATICA: Arquitectura de Tecnologías de Comunicaciones Inalámbricas para la mejora de la Calidad Asistencial en la Sanidad (CTA)
- TELEADM: teleasistencia avanzada domótica y multimedia (CTA)
- VISION: comunicaciones de video de nueva generación
- I3MEDIA: tecnologías para la creación y gestión automatizada de contenidos audiovisuales inteligentes
- Y otros como Software Libre, Telecomunicación, etc.

En los últimos años, Telefónica ha firmado con más de una veintena de universidades, públicas y privadas de nuestro país y de Latinoamérica, programas de becas y acuerdos de colaboración, que han constituido nuestra gran Red de Cátedras.

El foco común del trabajo desarrollado por cada una de las Cátedras es analizar la situación actual e identificar las tendencias sobre el impacto de la tecnología en la Sociedad. Se trata de estudiar cómo la tecnología forma parte e influye en nuestras vidas, en la de las personas que nos rodean y, en general, en la sociedad en la que vivimos, para lo cual se distingue la siguiente agrupación:

Clusters de Cátedras Telefónica - 2011

- Eficiencia Energética y Sostenibilidad
- Seguridad
- Innovación Social
- Educación
- Sanidad
- Productividad
- Responsabilidad Corporativa
- I+D / Tecnología
- Turismo Sostenible e Inclusivo

La Red de Cátedras busca que cada una de las universidades aporte su especialización para contribuir de esa manera a que la Red se constituya en una fuente de consulta y referencia en todo lo relacionado con el impacto de la tecnología en la sociedad, abordando temáticas como: el cambio climático y el medio ambiente, la influencia de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación o en la productividad de las empresas, o en temas relacionados con la salud, la validez de las TIC para mejorar la vida de las personas con discapacidad o en riesgo de exclusión, entre otros.

La relación de Telefónica con las universidades a través de las Cátedras es fundamental para acercar la tecnología a la sociedad y contribuir al progreso sostenible con soluciones innovadoras. Ya existen 25 Cátedras Telefónica en 20 universidades distintas repartidas por la geografía nacional. Esta Red de Cátedras ha llegado incluso a Latinoamérica, en concreto a Argentina. Así, la primera Cátedra fuera de España, se ha constituido con la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la segunda universidad más grande del país.

Para Telefónica, tanto la educación universitaria como la no universitaria (primaria, secundaria, formación profesional, etc.) son dos ejes estratégicos a escala nacional e internacional. Por ello estamos proponiendo a las universidades un modelo integral que, con independencia de su situación actual, les

permita fijar un plan de transformación para alcanzar los retos de la Universidad Digital 2020 y posicionarse en los rankings mundiales.

Este modelo se basa en el aprovechamiento de los beneficios que las TIC convergentes puedan aportar a las universidades para mejorar la agilidad en sus procesos y servicios, favoreciendo el intercambio de ideas y proyectos y la relación de todos los actores involucrados en el sistema educativo universitario. Junto con las soluciones de comunicación propias de un operador convergente que impulsan la eficiencia de las infraestructuras, Telefónica ya está prestando en las universidades soluciones que ponen en valor la generación, la aplicación y la difusión del conocimiento, que pueden ir desde la gestión del mismo hasta la tramitación electrónica, pasando por los servicios de movilidad, la gestión de contenidos, la autenticación, la validación y la firma electrónica, la gestión de identidad y de la seguridad, la factura electrónica, los cuadros de mando integral, los centros de atención, la telepresencia, etc.

La fundación Telefónica ha patrocinado en 2008 y 2012 los siguientes libros conforme a estos modelos tecnológicos de Universidad Digital:

- *Libro blanco de la Universidad Digital 2010*
- *Universidad 2020: Papel de las TIC en el nuevo entorno socioeconómico*

En el primer libro, han participado expertos de las diferentes áreas de actividad universitaria, así como profesionales de las TIC. En suma, un colectivo de más de 30 personas compuesto por académicos, gestores y tecnólogos de ocho universidades españolas, (Alcalá, Carlos III de Madrid, Castilla-La Mancha, Rey Juan Carlos, Rioja, Salamanca, Sevilla y Valladolid) y cuatro empresas también comprometidas con la modernización del sistema de Educación Superior (Telefónica, Banco Santander, Oficina de Cooperación Universitaria y Universia). El estudio ofrece las líneas estratégicas que marcarán el futuro de la universidad y analiza el papel que las TIC desempeñarán en este proceso de cambio, con el fin de definir el modelo de la Universidad Digital para 2010. Un libro que invitó a reflexionar sobre los modelos de funcionamiento de nuestras universidades donde las alianzas ente universidades y el sector privado para el desarrollo de infraestructuras, contenidos, metodologías y buenas prácticas son necesarias dentro de este proceso de modernización.

El libro *Universidad 2020*, recientemente publicado, hace un ejercicio prospectivo del escenario futuro en la próxima década, partiendo de la situación económica de las universidades actualmente comprometida y que requiere un cambio radical en su gestión. El informe ha sido elaborado

por un grupo de expertos de cinco universidades (Politécnica de Madrid, Castilla-La Mancha, Deusto, Alacant y València), miembros de la CRUE-TIC y del Ministerio de Educación, y empresas como Telefónica, Microsoft y CISCO.

El libro identifica como un gran reto una mayor colaboración entre universidad y empresa apoyada en las nuevas herramientas de cooperación que ayuden a acercar la oferta de las universidades a las necesidades de las empresas. La transferencia de tecnología y de resultados de investigación se enmarcará en un nuevo entorno más colaborativo. Es decir, que la celebración de acuerdos o convenios puntuales de colaboración darán paso a estrategias colaborativas de mayor alcance, que agruparán tanto la transferencia de tecnología como la compartición de recursos y del riesgo empresarial.

Telefónica, apoyando la mejora de la eficiencia de los organismos universitarios, seguirá impulsando esta transferencia creando nuevas fórmulas de colaboración que sigan potenciando las capacidades de ambos agentes.

Si nos centramos en la empleabilidad del talento generado en la universidad, en 2011, Telefónica I+D incorporó a su plantilla 8 doctores.

En esta línea, más de 200 jóvenes profesionales se han incorporado a Telefónica España en diciembre de 2011, en el marco de sus programas de Creación de Empleo y de Becarios de Larga Duración. Estas incorporaciones son el reflejo de la apuesta de la compañía por la creación de empleo estable y de calidad, que contribuya a la renovación del talento y al proceso de transformación de Telefónica en una compañía más global, ágil, digital y orientada al cliente.

Fomentar el empleo joven es el objetivo del Programa de Becarios de Larga Duración, donde los recién titulados,

disfrutan de una aproximación al mercado laboral, con la opción de formar parte de la plantilla de Telefónica. Este año han participado miles de jóvenes menores de 30 años, pertenecientes a 50 universidades de toda la geografía nacional. En cuanto al Programa de Creación de Empleo para reforzar nuestra fuerza de ventas, en enero se han incorporado una nueva promoción de 104 vendedores para la atención presencial de clientes del Segmento de Empresas y Canal Presencial Indirecto.

Todos los profesionales que se incorporan, recibirán una formación adaptada a las necesidades de la función o actividad que van a realizar, que les dotará de las capacidades y herramientas que contribuyan a su desarrollo, facilitando su integración en la compañía.

Por nuestro afán de estimular la creatividad de los estudiantes y ayudarles en la creación de empresas, hemos definido una nueva y reciente iniciativa mundialmente conocida como es Wayra. Una aceleradora de start-up tecnológicas en Latinoamérica cuyo objetivo es crear y potenciar un ecosistema emprendedor y de calidad en esta región donde hay un enorme talento, ofreciendo las mejores herramientas y servicios para convertirlas en empresas de éxito para que sean capaces de generar riqueza en sus países de origen.

Recientemente Telefónica, y el Massachusetts Institute of Technology (MIT) han firmado un Acuerdo Global de Colaboración para la potenciación de las start-up impulsadas por Wayra, así como diversas actividades para generar un ecosistema de innovación y emprendimiento diseñado para la promoción, formación y el apoyo a jóvenes latinoamericanos emprendedores en alta tecnología. México, Colombia, Perú, Venezuela y Argentina son las primeras Academias Wayra en adherirse al Acuerdo, que durante 2012 será extensible al resto de sedes Wayra en Chile y Brasil. En adelante, quedan

abiertas las oportunidades para extender este importante Acuerdo a las nuevas sedes en Europa, cuyo lanzamiento está previsto para este mismo año.

Fruto de este acuerdo se ha creado una plataforma específica de colaboración "WayraEntrepreneurshipLab @ MIT" donde las start-up del portfolio Wayra podrán fortalecer el modelo de negocio y la innovación tecnológica de sus proyectos a través de colaboraciones directas con este Instituto.

Con este nuevo programa, Telefónica continúa demostrando su compromiso con el desarrollo de la región y con las universidades y estudiantes. Abrimos camino para seguir transformando posibilidades en realidad, con el fin de crear valor nuestros clientes, socios a nivel global y a toda la sociedad.

Para la Compañía, la colaboración con las universidades es imprescindible y por eso siempre hemos apostado por la colaboración empresa-universidad como el motor fundamental para el desarrollo de la investigación y la innovación. Nuestro presidente, César Alierta, es miembro del Columbia Business School: Board of Overseers y Presidente del Consejo Social de la UNED, un órgano de participación de la sociedad en la universidad y de permanente colaboración entre ambas instituciones.

Mantenemos un alto nivel de colaboración con las universidades españolas en materia de formación avanzada y de realización de proyectos de investigación y desarrollo en los principales temas relativos a las TIC y comunicaciones y en su impacto social y empresarial. Solo así podemos aspirar y conseguir ser la mejor empresa global de comunicaciones del mundo digital y socialmente responsable.

La recuperación de la cultura del esfuerzo y del trabajo como eje de las relaciones universidad-empresa

Juan Antonio Germán, Director General de Relaciones Externas de Mercadona, S.A.

Mercadona, desde la realineación con su Modelo de Calidad Total a finales de 2008 (decisión estratégica que pivotó, a través de diversas iniciativas, en volver a poner al cliente –el “Jefe”– en el centro de sus decisiones), ha afrontado el reto de transmitir a la sociedad los valores inherentes al antedicho Modelo.

Entre los mismos, destaca sobremanera la cultura del esfuerzo y del trabajo, que implica que todos (como ciudadanos y como trabajadores) nos involucremos en el bienestar de nuestro país y de nuestro entorno, pensando

más en nuestras obligaciones que en nuestros derechos y trabajando mejor y más, en aras de mejorar la productividad de nuestra economía (tanto se produce, tanto bienestar se tiene, tanto a escala personal como de la Nación).

Inmerso en dicho objetivo también se encuentra el Foro Interalimentario, asociación agroalimentaria creada en 2006 que trata de formar e informar al consumidor desde la óptica de la cadena agroalimentaria unida (cooperación) y de la que Mercadona es socio fundador.

Nuestra empresa y el resto de socios (22 de sus principales interproveedores, todos ellos empresas punteras y líderes en sus respectivos sectores) transmiten a través del Foro Interalimentario su visión de una cadena de valor agroalimentaria unida e integrada bajo los paradigmas de la productividad, la excelencia, el esfuerzo compartido, la seguridad alimentaria y el servicio al consumidor.

Nada mejor para fomentar dichos valores, que la creación de dos becas “Foro Interalimentario” a los mejores expedientes

del título propio de la Universidad Complutense de Madrid “Políticas Agroalimentarias y de Biodiversidad en la Unión Europea y en España”.

A través de dichas becas se premia de forma directa y objetiva tanto los valores generales del esfuerzo, el trabajo y la excelencia (demostrada de forma fidedigna por los alumnos durante todo un año lectivo), como se obtiene un retorno concreto en el campo científico vinculado al sector agroalimentario (permitiendo formar a los futuros profesionales del sector).

Con dicho proyecto se ha conseguido:

- Reforzar relaciones con autoridades académicas y científicas de la UCM.

- Conocer mutuamente y difundir modelos productivos (el alumnado: inspectores de control oficial o responsables técnicos de empresas alimentarias).
- Enfatizar la necesaria apuesta por la cultura del esfuerzo y del trabajo eligiendo un modelo de patrocinio que beneficia directamente a los mejores alumnos, y favorece el conocimiento y aportación directa de estos a la actividad de las empresas (ganar-ganar).

Abundar en la visión integral de la Cadena, propugnando un programa que afecta a las actividades de todos los eslabones de aquella, y donde el valor añadido que aporta la visión de la universidad, resulta insustituible.

- Generar la disponibilidad de desarrollar nuevos proyectos. A raíz de esta relación, el Centro de Vigilancia de Sanidad Veterinaria (VISA-VET) de la propia Universidad Complutense propone al Foro Interalimentario un próximo estudio técnico de la carne de ave y de porcino (*Campylobacter*).

Estas becas constituyen un perfecto ejemplo de cómo sinergizar entre la empresa privada (directamente o a través de sus asociaciones y patronales) y la universidad, con un beneficio directo para sus mejores alumnos.

Tendencias I+D+i del sistema agroalimentario en la Universidad española: Encuesta entre los miembros del Consejo del conocimiento de fundación triptolemos

Clotet, R., Colomer, Y., Sabaté, A., Fundación Triptolemos

Introducción

Fundación Triptolemos se constituyó oficialmente en Barcelona el 12 de febrero de 2002. Ahora hace 10 años. La ilusión de un grupo de profesores de universidad y empresarios, hacia un aspecto tan fundamental para la vida como es el abanico de temáticas (sociales, técnicas, económicas, culturales) que envuelven y condicionan la alimentación humana, les empujó a la creación de una fundación que trabajase para mejorar el funcionamiento de este sistema global, dando soporte a cualquier actividad involucrada en este fin y realizando acciones nuevas o complementarias sin duplicar las ya existentes.

El desarrollo humano está estrictamente ligado a cómo resolver el problema básico e imprescindible de la subsistencia alimentaria. Por tanto, cuanto más se asegure la disponibilidad y menos esfuerzo y tiempo se dedique a esta actividad, mayor tiempo se dispondrá para el conjunto de actividades que generan las civilizaciones y las culturas.

El sistema universitario tiene un papel decisivo en este aspecto crucial de la alimentación, que resulta clave para el desarrollo de la sociedad y por ende de la humanidad.

Fundación Triptolemos ha definido su visión de equilibrio del sistema agroalimentario global (Clotet, R.; Colomer, Y.; Mayor Zaragoza, F.; 2010) en cuatro ejes primigenios: disponibilidad,

economía, política y saber, fuertemente relacionados entre ellos (figura 1) y que pueden dar lugar a subejos más específicos, de los que inicialmente se han identificado 12.

Estos 4 grandes ejes confluyen de manera espacial, y solo un equilibrio entre ellos puede contribuir a una solución estable del sistema alimentario global, dentro de un marco de ética y sostenibilidad. La sostenibilidad concilia la producción agroalimentaria, la conservación de los recursos no renovables y la protección del entorno natural, de tal manera que se puedan satisfacer las necesidades de la población actual, sin comprometer la capacidad de autoabastecimiento de las generaciones futuras.

Objetivos

Se han perseguido 3 objetivos a partir una aproximación a las líneas de investigación sobre el sector agroalimentario en las universidades del Consejo del Conocimiento de Fundación Triptolemos (*):

- Clasificar los grupos de investigación a partir de los 4 ejes que definen el sistema alimentario global.
- Fomentar el concepto de transversalidad.
- Disponer de una metodología y clasificación que identifique las tendencias en I+D+i de las temáticas globales en las instituciones y que ayude a planificaciones futuras.

A partir de un listado inicial obtenido de los servicios centrales de las instituciones, se ha contactado con cada uno de los responsables del grupo remitiendo una encuesta y solicitando básicamente que se auto situasen en el grupo (o grupos) que considerasen más adecuados. La clasificación ha sido revisada por los autores buscando la coherencia entre la misma y los trabajos referenciados.

Los resultados, francamente alentadores y significativos, como la respuesta del 71% a la encuesta, se tabulan y resumen en el cuadro 1. Cabe decir que previamente han sido remitidos a cada institución para dar opción a su validación.

Resultados

Un análisis preliminar de los resultados lleva a detectar:

- El dominio del eje de disponibilidad (83%) y dentro de él, el subeje de producción primaria e industrias agrarias.
- El bajo número de grupos dedicados a los aspectos de economía y política (4% en cada caso).

Se dispone de 12 tendencias (representadas en los 12 subejos) ya más específicas, que han permitido situar los grupos de trabajo reconocidos en la organización investigadora de los miembros del Consejo de Conocimiento de Fundación Triptolemos (*).

Sin embargo, hay que tener presente que esta ha sido una primera encuesta cualitativa y aún no se ha valorado el potencial de cada grupo, que será analizado posteriormente. También hay que considerar que la visión transversal del sistema alimentario esta poco extendida y existe alguna posibilidad de que haya quedado excluido algún grupo de economía, política y saber, pero ello no afecta a la tendencia del resultado obtenido.

Pero en todo caso, esta primera valoración cualitativa del sistema alimentario global apunta hacia un desequilibrio en las líneas de investigación de las universidades españolas en las líneas de I+D+i, a favor de los temas globales de disponibilidad, cuando la problemática de futuro orientada hacia una mejor articulación del sistema alimentario pasa, asimismo, por los otros tres ejes y fundamentalmente por grupos interrelacionados entre ellos, para conseguir esta visión de transversalidad en grupos en los que el enfoque de las relaciones entre los conceptos de los 4 ejes sea el objetivo de su actuación. En la encuesta solo el 8% de los grupos establecen contacto entre 2 ejes.

Cuadro 1. Tendencias I+D+i del sistema agroalimentario en la universidad española: Encuesta entre los miembros del Consejo del conocimiento de Fundación Triptolemos

Universo	
Universidades públicas + CSIC	16
Grupos consultados	346
Respuestas	247
% de respuesta	71%

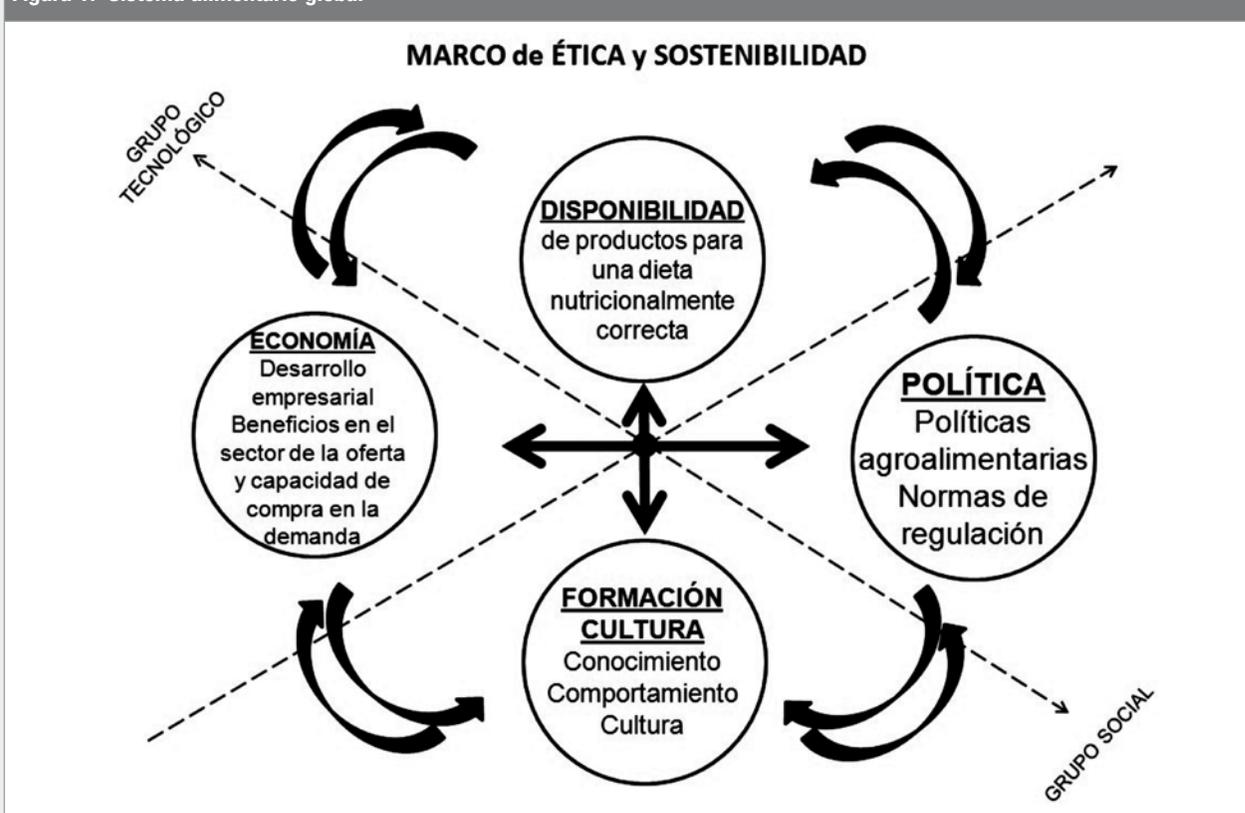
Resultados (%)

Eje	Sobre el total		% Parcial
Disponibilidad	88%	Producción primaria e industrias agrarias	67%
		Productos elaborados y servicios	22%
		Nutrición	11%
Economía	4%	Economía agraria / Desarrollo global	64%
		Economía de transformación	0%
		Comercio global	36%
Política	4%	Seguridad (de disponibilidad)	0%
		Inocuidad	50%
		Mercados y su regulación	50%
Saber	9%	Conocimiento	18%
		Comportamiento	55%
		Cultura	27%
Total grupos en ejes	105%		

Fuente y elaboración: Fundación Triptolemos.

Grupos con actividades transversales	
En dos ejes	5%
Total grupos	100%

Figura 1. Sistema alimentario global



Fuente: Fundación Triptolemos.

Bibliografía

Clotet, R., Colomer, Y., Mayor, F. (2010). "Human development and food: a global vision", *Global Food Security: Ethical and legal changes*. Ed. by C.M. Romeo - L. Escajedo and A. Emaldi- Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.

El proyecto TCUE. Resultados e impacto en la transferencia de conocimiento universidad-empresa

Juan Casado Canales, Director de la Fundación Universidades de Castilla y León

Introducción

En el año 2008 se ponía en marcha una iniciativa entonces inédita en el marco de las políticas regionales de ciencia y tecnología: La Estrategia Universidad-Empresa de Castilla y León 2008-2013. Dicha iniciativa se fundamentaba en el peso que tiene el sistema universitario en el desarrollo de actividades de I+D+i en Castilla y León. En esta región, aproximadamente el 60% de los investigadores se encuentran en el sistema universitario (frente al 48% de media nacional).

Con 4 universidades públicas (Universidades de Burgos, León, Salamanca y Valladolid) y 4 privadas (Católica de Ávila, Europea Miguel de Cervantes de Valladolid, Pontificia de Salamanca e IE Universidad, en Segovia) el sistema universitario de Castilla y León suponía, en el año de lanzamiento de la Estrategia, algo más del 6,4% del sistema nacional, en términos de investigadores¹, con un peso en la producción científica similar a su tamaño (6,0% entre 2000-2008²).

Sin embargo, los indicadores de transferencia de conocimiento del sistema universitario estaban, hasta ese año 2008, por debajo de lo que correspondía a su tamaño. Un análisis realizado con anterioridad a la puesta en marcha de la Estrategia Universidad-Empresa revelaba la necesidad de actuar en tres frentes:

- Disponibilidad de estructuras que garantizaran la dinamización del sistema: fundamentalmente consolidación de estructuras especializadas en la transferencia de conocimiento.
- Identificación de la oferta tecnológica universitaria y canalización de la demanda tecnológica empresarial, como requisito previo para que el conocimiento generado en la universidad sea aprovechado por el sector productivo.
- Interconexión efectiva de los agentes: empresas, universidades y centros tecnológicos, incluyendo aquí la participación privada en la creación de empresas basadas en conocimiento de origen universitario.

Entre las iniciativas más destacables de la Estrategia Universidad-Empresa de Castilla y León se encontraba la puesta en marcha de un proyecto en red, con la participación

de las universidades de la Comunidad y la coordinación de la Fundación Universidades de Castilla y León. Se trataba entonces de una apuesta valiente, pero no exenta de cierto riesgo (el que supone la movilización y coordinación de estructuras diferentes y enfrentarse a la inercia del funcionamiento de las universidades).

El proyecto, denominado TCUE (transferencia de conocimiento universidad-empresa) contó con una primera fase de dos años, que fue cofinanciada con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y en la que participaron las 5 universidades de mayor tamaño de Castilla y León. Su segunda fase (hasta el 31 de octubre de 2010) incorporó ya a las 8 universidades bajo un nuevo esquema de financiación, con dos tramos (uno fijo, en función de resultados de los últimos 3 años y otro variable, en función de los objetivos que se alcanzasen durante su ejecución). La tercera fase, que continúa con el esquema de financiación por tramos, está prevista hasta el 31 de octubre de 2012.

Desde su lanzamiento, el proyecto TCUE ha enfocado su actividad a seis líneas de actuación: 1) Consolidación de las estructuras de transferencia del conocimiento universitarias; 2) Identificación y consolidación de la demanda y oferta tecnológica; 3) I+D+i cooperativa universidad-empresa; 4) Protección y explotación del conocimiento; 5) Actividad emprendedora y creación de empresas de base tecnológica; y finalmente, 6) Difusión.

Mucho se ha escrito del análisis previo a la puesta en marcha de la Estrategia Universidad-Empresa de Castilla y León 2008-2013 y de los planteamientos concretos de las actuaciones planificadas dentro del proyecto TCUE. Hoy en día ya se dispone de cierto recorrido para analizar los resultados de este proyecto, que aunque sigue en marcha, permite hacer una primera valoración de su impacto.

Trabajo coordinado de todas las universidades

Uno de los principales resultados del proyecto ha sido la coordinación de las actuaciones en transferencia de conocimiento e impulso del espíritu emprendedor en todas las universidades de la región. El trabajo en red ha implicado un plan de formación específico para personal de las oficinas de transferencia de conocimiento (OTC) universitarias, grupos

de trabajo en red (sobre temáticas como buenas prácticas, patentes, creación de empresas, etc.), organización de eventos y actividades conjuntas.

La red generada por el proyecto, con la coordinación de la Fundación Universidades de Castilla y León, actúa como un verdadero interlocutor con otros agentes del sistema regional de innovación, así como con otras entidades nacionales e internacionales. De hecho, la red TCUE es un cauce de difusión de las políticas de I+D+i regionales, nacionales y europeas a través de eventos que son organizados por las universidades y en los que participan empresas e investigadores.

El trabajo de interlocución ha favorecido, de forma particular, el acercamiento inicial y posteriormente la participación activa de las universidades en los clusters empresariales, propiciando la conexión entre universidad y empresa en sectores estratégicos para Castilla y León.

De igual forma, dicha interlocución ha hecho posible la elaboración de la oferta tecnológica conjunta de todas las universidades de Castilla y León, que llega así agregada y organizada al sector empresarial. Esta oferta, junto con la cartera de patentes de todas las universidades, está accesible en www.redtuce.es. El catálogo de oferta tecnológica conjunta fue realizado con la colaboración del Grupo Santander Universidades, lo que constituye además un ejemplo de cómo el trabajo en red puede facilitar alianzas con otras instituciones.

Mayor esfuerzo dedicado a transferencia de conocimiento y a la creación de empresas

TCUE se proponía una mayor profesionalización de la labor de los organismos de interfaz, que cuentan con técnicos especialistas en transferencia de conocimiento, creación de empresas, elaboración de proyectos de I+D+i colaborativos, etc. Cada universidad ha implementado el modelo más adecuado a sus necesidades. Existen en la actualidad diferentes perfiles profesionales especializados en la transferencia de conocimiento en TCUE. Entre ellos se pueden mencionar promotores tecnológicos (expertos temáticos que favorecen la transferencia desde la oferta), dinamizadores tecnológicos (técnicos de un perfil más comercial, que

1. www.ine.es.

2. Datos elaborados por CSIC a partir de Thomson Reuters. Informe CYD 2010.

movilizan proyectos desde la demanda), gestores de proyectos internacionales y técnicos especializados en la creación de empresas (encargados de acciones de sensibilización, capacitación, asesoramiento y consolidación de proyectos empresariales).

TCUE ha generado un mayor contacto de las estructuras de transferencia de conocimiento con los investigadores, particularmente el contacto personal con los grupos de investigación más activos (que produce los mejores resultados). Este proyecto también ha intensificado la realización de campañas de difusión, sensibilización y motivación, incrementando la cultura emprendedora en las universidades. Como resultado de estas actuaciones se han elaborado planes de valorización para grupos de investigación con mayor potencial, además de prestar apoyo en la redacción de acuerdos, estudios de viabilidad previos a las solicitudes de patentes, explotación de la cartera de patentes, etc. En muchos casos, el proyecto TCUE ha sido el punto de partida para el desarrollo de reglamentos y normativa interna en las universidades, aspecto básico y previo a la puesta en marcha de iniciativas.

Al final, el proyecto ha logrado una mayor participación del personal investigador de la universidad en actividades de transferencia de conocimiento y creación de empresas de base tecnológica. A la vez, ha conseguido una mejor identificación y gestión del conocimiento susceptible de transferirse a las empresas: Implantación de intranets como herramientas de trabajo, aplicaciones de gestión de proyectos (gestión de recursos y gestión del conocimiento), difusión, etc. Todo ello, aprovechando el potencial de las tecnologías de la información y de la comunicación para fomentar el acercamiento universidad-empresa.

En el ámbito de la creación de empresas, TCUE ha puesto en marcha, de forma coordinada en todas las universidades, un elenco de actuaciones que, como se ha indicado, van desde la sensibilización hasta la consolidación del proyecto empresarial. Mención especial merece la organización de tres ediciones del Concurso de fomento del espíritu emprendedor en la universidad Campus Emprende (en colaboración con la Consejería de Economía y Empleo de la Junta de Castilla y León) contando, desde la segunda edición, con el patrocinio de la Fundación Endesa.

Impacto en los indicadores

Si bien los primeros resultados del proyecto se hicieron evidentes en la manera de gestionar las actividades de transferencia de conocimiento y creación de empresas en las universidades, tal y como se describe en los apartados precedentes, es el análisis de los principales indicadores lo que evidencia claramente el impacto que ha tenido el proyecto TCUE en el sistema universitario de Castilla y León en sus tres primeros años de andadura.

Gráfico 1. Ingresos por contratos de I+D y consultoría de las universidades de Castilla y León (cifras en miles de euros)

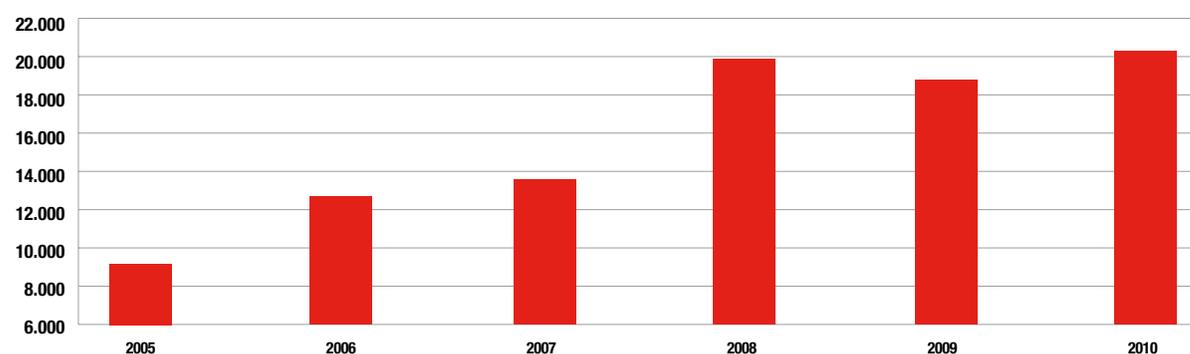


Gráfico 2. Patentes solicitadas por las universidades de Castilla y León

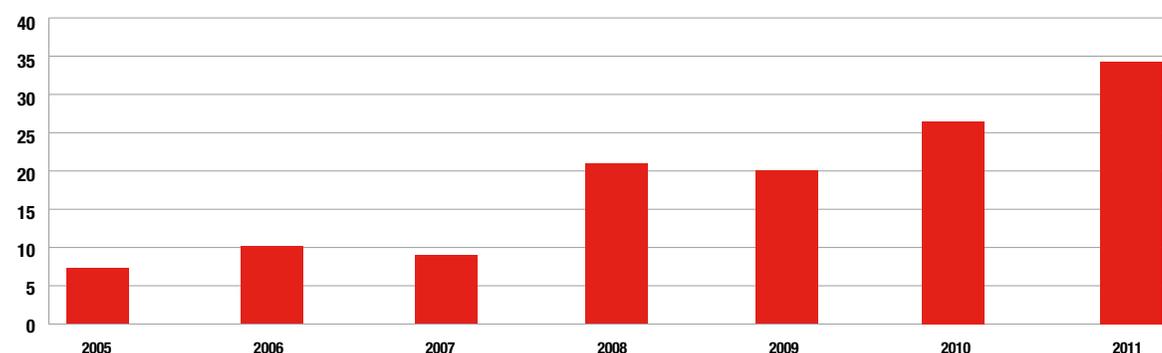
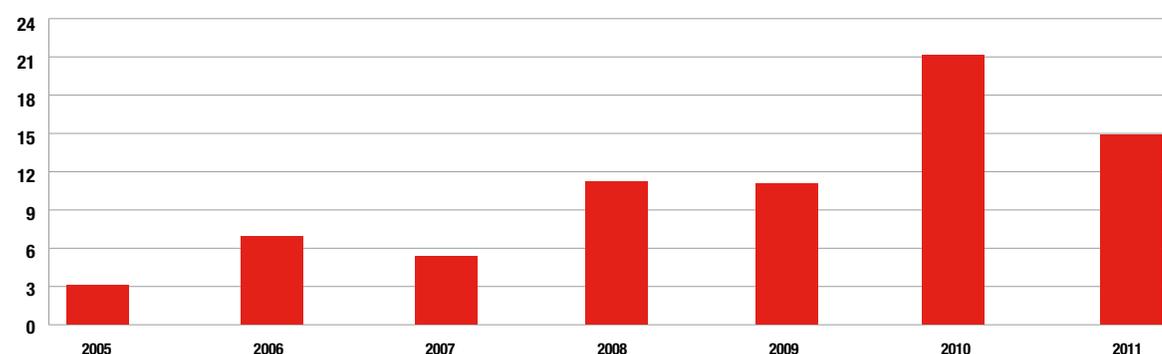


Gráfico 3. Empresas creadas con el apoyo de las universidades de Castilla y León



Cabe decir, en primer lugar, que TCUE ha posibilitado un sistema de seguimiento con criterios homogéneos para todas las universidades, que no existía con anterioridad a su puesta en marcha. El sistema está basado en 16 indicadores, entre los que se encuentra el número de patentes, spin-offs universitarias, proyectos colaborativos universidad-empresa, inversión privada inducida, etc. En todos ellos se han conseguido incrementos muy significativos desde la puesta en marcha de TCUE, a pesar de que el entorno socioeconómico

no ha sido favorable en estos años. Considerando la información disponible para años anteriores a la puesta en marcha del proyecto, es posible analizar con una mínima perspectiva el impacto del proyecto. Los gráficos 1 a 3 muestran la evolución en los tres ejercicios cerrados dentro de su período de vigencia (años 2008 a 2010) y, cuando existen, los datos provisionales de 2011, comparados con los tres años anteriores a la puesta en marcha de TCUE (2005 a 2007).

Empezando por el análisis de los ingresos por contratos de I+D o consultoría, se puede observar una evolución muy positiva, con un incremento muy importante en el primer año tras la puesta en marcha de TCUE. En todo caso, se observan ciertos síntomas de estancamiento, probablemente como consecuencia del contexto general de crisis financiera (gráfico 1).

En cuanto a la solicitud de patentes, que en la actualidad incluye un estudio de viabilidad interno previo, también muestra un impacto notable de TCUE en el cambio de tendencia (gráfico 2).

En lo que se refiere a la creación de empresas, se evidencia un incremento muy importante desde la puesta en marcha de TCUE. Si bien las previsiones para 2011 son un descenso respecto a 2010, todavía es una cifra casi tres veces superior a los valores anteriores a la puesta en marcha del proyecto (gráfico 3).

Barreras y factores de éxito identificados en el desarrollo de TCUE

Durante el trayecto recorrido hasta el momento, entre las principales dificultades con las que se ha encontrado el proyecto TCUE pueden identificarse las siguientes:

- Crisis económica (menor disponibilidad de recursos públicos y privados y por lo tanto mayor dificultad para atraer y movilizar empresas).
- La valoración de la actividad investigadora sigue orientada fundamentalmente hacia la publicación de los resultados en lugar de su transferencia hacia el sector productivo.
- Las universidades son estructuras complejas, con multitud de subestructuras menores, con un altísimo nivel de autonomía interna que hace difícil su movilización hacia un determinado objetivo.
- TCUE supone un cambio cultural en la universidad, lo que implica superar fuertes inercias y por lo tanto visión de proyecto a largo plazo.

Por otro lado, entre los factores de éxito de TCUE se pueden mencionar los siguientes:

- Implicación de los órganos de gobierno de la universidad en el proyecto.
- Orientación de las líneas de investigación existentes hacia la demanda de los mercados y empresas.
- Desarrollo de estructuras operativas (oficinas de transferencia de conocimiento) profesionalizadas, con personal especializado y capaces de trabajar por objetivos.
- Desarrollo de mecanismos y protocolos de funcionamiento específicos, capaces de dar una respuesta ágil a las demandas de empresas y emprendedores, sin violentar la compleja realidad normativa de las universidades (restricciones de las entidades públicas, incompatibilidades del personal, etc.).
- Compromiso común y éxito de las actividades de difusión y sensibilización interna y externa (cambio cultural).

Proyecto Alzheimer 3 π , claves del nuevo paradigma innovador IBM - Universidad Politécnica de Madrid

Elisa Martin Garijo, Directora de Tecnología e Innovación, IBM España

IBM cumplió en 2011 su centenario como empresa. En el origen, evolución y desarrollo de esta compañía se asienta una profunda vocación de progreso, la convicción de que la aplicación de inteligencia, conocimiento y ciencia puede mejorar sustancialmente el funcionamiento de las empresas y de la sociedad.

Desde ese fundamento, la innovación está en el corazón de la actividad de IBM y, como tal, ha ido creciendo y evolucionando a medida que la evolución tecnológica y las nuevas necesidades sociales y empresariales se han ido ampliando y haciéndose más sofisticadas y cambiantes, más aceleradas y profundas. Es evidente, en ese sentido, que hoy el proceso innovador es sustancialmente diferente al que era hace a penas unas décadas. Hoy, la innovación es un proceso más complejo, pero también más rico, necesariamente más abierto y colaborativo.

Desde esa perspectiva, IBM no solo ha acelerado considerablemente su propia capacidad innovadora, sino que de manera simultánea ha abierto un intenso proceso de apertura y colaboración de sus procesos de innovación, creando y dinamizando ecosistemas innovadores con clientes, socios, instituciones y otros núcleos generadores de innovación.

Así, IBM lleva 19 años consecutivos liderando el ranking de patentes registradas en los Estados Unidos, en una curva de

desarrollo acelerada. A lo largo de toda la pasada década de los 80, IBM registró alrededor de 6.000 patentes, que es lo que hemos patentado solo en el último año. En la década de los 90 IBM registró alrededor de 18.000 patentes y en la pasada primera década de este siglo la cifra subió a unas 37.000 patentes. Es decir entre 1980 y 2010, IBM ha multiplicado por seis su ritmo innovador, poniendo de relieve no solo la propia capacidad de IBM, sino la enorme capacidad y exigencia innovadora de un tiempo y un mundo lleno de nuevas posibilidades tecnológicas y científicas y lleno también de nuevas oportunidades de progreso que conquistar y grandes desafíos que superar.

Esa necesaria aceleración del ciclo innovador (en el que, además, se pone en evidencia la progresiva interrelación de disciplinas y la importancia de aunar conocimientos desde múltiples puntos de vista) solo puede conseguirse desde un creciente peso de los procesos de innovación abiertos basados en la colaboración. Tan importante como tus propias capacidades innovadoras, es la capacidad, fortaleza y dinamismo del ecosistema innovador que forjes. Pues bien, en ese valor del ecosistema y de la colaboración, la relación con las universidades tiene para IBM una importancia cada vez mayor y una presencia cada vez más activa.

Como gestor de esa relación, se sitúa la función de Relaciones con Universidades de IBM, cuyo objetivo es

construir relaciones y emprender iniciativas con el mundo académico, que permitan generar valor perdurable para la sociedad, a través tanto de la contribución mutua al desarrollo del conocimiento, como de la puesta en marcha de proyectos de investigación e innovación conjunta.

Nuestras acciones de relación con universidades se estructuran alrededor de cuatro grandes ejes: investigación conjunta, desarrollo de capacidades y conocimiento, captación de talento y colaboración como socios tecnológicos de las universidades.

Desde la incorporación de IBM, colaboramos con miles de universidades en todo el mundo, alrededor de esos cuatro ejes, impulsando innovadores programas de colaboración. Cada año, cerca de 500 proyectos de universidades de todo el mundo son seleccionados y apoyados por IBM, facilitando ayudas de diversa índole que pueden llegar a estar valoradas en hasta un millón de dólares por proyecto.

Mirando ya al ámbito específico de la investigación y la innovación aplicada y las relaciones de IBM con las universidades españolas, el área donde más hemos trabajado hasta el momento es, sin duda, en el de la supercomputación.

La supercomputación está considerada hoy un factor clave para impulsar y acelerar los procesos científicos y para

poder abordar complejos desafíos empresariales y sociales, gracias a su alta potencia de cálculo y a su capacidad de virtualización y simulación. Su grado de desarrollo está considerado como uno de los criterios más sólidos para medir el potencial innovador y científico de un país. Tecnología de IBM está en la base de buena parte de la Red Española de Supercomputación, creada en 2007.

En esa red se integra el superordenador Magerit del Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid (CeSViMa), nacido de un convenio de colaboración firmado entre la UPM e IBM en 2005.

Desde Magerit –y desde el conjunto de sistemas que integran la Red Nacional de Supercomputación– se configura la infraestructura de e-ciencia más importante de nuestro país, al servicio de la aplicación de la potencia y capacidades de la supercomputación a los más avanzados proyectos de investigación científicos, técnicos y empresariales.

Uno de los proyectos que utilizan las capacidades de Magerit ha sido considerado de especial relevancia por IBM y en el año 2011 la división de Investigación de la compañía concedió a la Universidad Politécnica de Madrid un “IBM Shared University Research Award”, premio consistente en la donación de equipamiento informático a proyectos de investigación realizados por universidades de todo el mundo que IBM considere de especial interés y estén próximos a líneas de investigación que esté desarrollando la propia compañía. El proyecto es Alzheimer 3π, un programa dirigido a analizar, por primera vez, la enfermedad del Alzheimer desde una visión multidisciplinar, como medio de conseguir avanzar sustancialmente en su tratamiento.

Alzheimer 3π, hacia una visión integradora

El proyecto Alzheimer 3π forma parte de la iniciativa española Cajal Blue Brain, destinada a avanzar en el conocimiento científico del cerebro, y que fue puesta en marcha en 2009 por la Universidad Politécnica de Madrid y el Instituto Cajal, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Cajal Blue Brain, a su vez, se integra en el proyecto internacional Blue Brain, iniciado en 2002 por el Brain Mind Institute de la École Polytechnique Fédérale de Laussane (Suiza), con colaboración también de IBM, y que representa el primer intento integral de hacer una ingeniería inversa del cerebro de los mamíferos, con objeto de comprender mejor las funciones y disfunciones cerebrales a través de simulaciones.

En el marco de todas estas iniciativas integradas, el proyecto Alzheimer quiere dar un paso cualitativo adelante en nuestra comprensión de esta enfermedad cerebral, integrando sus múltiples dimensiones, y poniendo las bases necesarias para descubrir tratamientos más eficaces. El objetivo, en esencia, es crear un vademécum digital del cerebro, que

permita analizar la enfermedad de forma global a partir de la integración de información detallada sobre los aspectos clínicos, genéticos, moleculares, funcionales y patológicos asociados a la enfermedad.

Hasta ahora, en general, los estudios realizados abordan la enfermedad de forma exhaustiva, pero usando perspectivas parciales del problema: evaluando neuropsicológicamente los efectos del deterioro cognitivo, o por medio de análisis histoquímicos e inmunocitoquímicos de muestras de tejido cerebral, determinación de marcadores bioquímicos, etc.

Por otra parte, la neurobiología ha avanzado de un modo espectacular en las últimas décadas, permitiendo el estudio del cerebro desde múltiples ángulos —genético, molecular, morfológico y fisiológico—, si bien tan solo hemos comenzado a desentrañar algunos de los misterios que encierra, ya que el salto de una disciplina a otra es gigantesco y está poco explorado.

La capacidad para abordar una investigación con el alcance suficiente para proponer soluciones para el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer requiere la obligatoria vertebración de un proyecto ambicioso en sus planteamientos, de una forma necesariamente interdisciplinar, y en la cual la iniciativa pública y privada se alineen en la búsqueda de líneas de investigación y desarrollo novedosas e integradas que conduzcan a un conocimiento sobre los procesos de la enfermedad, su evolución, las terapias adecuadas y, en última instancia, su predicción precoz y su tratamiento preventivo.

Alzheimer 3π se centra principalmente en el estudio del cerebro de pacientes con EA utilizando como eje central la estructura y recursos técnicos y humanos del proyecto Cajal Blue Brain, junto con la participación del Centro Alzheimer de la Fundación Reina Sofía y la Asociación AFALcontigo (Asociación Nacional de Alzheimer) y diversas instituciones, entre las que se incluyen el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa de la Universidad Autónoma de Madrid (CSIC-UAM), el Centro de Tecnología Biomédica (CTB) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) y la Universidad de Antioquia de Colombia.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto es el desarrollo por parte de la UPM de una nueva plataforma de computación masiva para la integración y explotación de datos de seguimiento de los pacientes de Alzheimer con fines clínicos y de investigación. La nueva plataforma propone la integración de información clínica de naturaleza asistencial sobre los pacientes del Centro Alzheimer y otras entidades (producida por especialistas en geriatría, neurología y psiquiatría), de información procedente de infraestructuras clínicas avanzadas (por ejemplo, resonancia magnética funcional), así como de herramientas de rehabilitación y seguimiento (herramientas automatizadas para el tratamiento y evaluación de pacientes).

En definitiva, el proyecto Alzheimer 3π es un formidable exponente de cómo abordar hoy de manera ejemplar un proceso innovador, debido, especialmente, a tres factores destacados.

En primer lugar, el proyecto pone en evidencia los nuevos espacios que se abren para el progreso científico mediante el uso de las tecnologías de la información, en su doble capacidad tanto para llevar más lejos y acelerar las investigaciones en campos tradicionales, como para facilitar una integradora visión multidisciplinar que enriquece y amplía las posibilidades de cada investigación.

En segundo lugar, la importancia concedida a la colaboración abierta con otros centros e instituciones alrededor de los múltiples aspectos que exige abordar en su integridad una enfermedad tan compleja como el Alzheimer y sus consecuencias asistenciales y sociales, muestran claramente la necesidad de crear ecosistemas de innovación que enlacen en red cualquier núcleo capaz de aportar valor al proceso y al desarrollo en profundidad de sus fines.

Por último, y posiblemente lo más importante, Alzheimer 3π tiene una decidida vocación de generar innovación “valiosa”, entendiéndolo por tal, en primer lugar, su abordaje a un desafío tan relevante para la sociedad, como es mejorar nuestra capacidad de hacer frente a una enfermedad tan devastadora personal y socialmente como el Alzheimer, y, en segundo lugar, porque conecta todos los caminos necesarios que van desde la investigación básica a la aplicación concreta y práctica de los resultados obtenidos en el proceso innovador, generando beneficios tangibles que contribuyan al objetivo de construir un mundo mejor.

Desde el compromiso que nos une con todos esos objetivos y con el espíritu que mueve al proyecto Alzheimer 3π, para IBM es un honor haber podido contribuir con nuestra tecnología y ponerla al servicio de unas instituciones y de unos de investigadores de la capacidad, el talento y la visión que posee el equipo que conforman y dan vida a este proyecto.

El impacto de la cooperación universidad-empresa

Joaquín Moya-Angeler Cabrera, Presidente de Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA)

El viejo cliché de universidad y empresa como ámbitos estancos e incompatibles ha quedado obsoleto. Afortunadamente, ambos mundos han dejado de mirarse de soslayo para interesarse por las posibilidades de cooperación en beneficio mutuo. Son crecientes las voces que defienden esta colaboración como una herramienta para la innovación empresarial, pero poco se ha hablado aún de los resultados. ¿Es realmente efectiva la cooperación universidad-empresa? ¿Resulta fructífera? ¿Cuál es su impacto real?

Desde la experiencia de Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA), respondemos con un rotundo sí. La cooperación universidad-empresa está escrita en el ADN de esta Fundación, en la medida en que se dedica al impulso de la innovación a través de la transferencia de conocimiento del mundo científico al tejido empresarial. De hecho, es una exigencia para que un proyecto de I+D+i sea financiado por la Corporación que subcontrate al menos entre un 10% y un 15%, según la tipología del proyecto, a uno o más grupos públicos de investigación. Y los resultados están avalando sin duda esta fórmula.

La Corporación ha realizado un estudio pionero del impacto inmediato de los incentivos de esta Fundación a la I+D+i. El análisis ha tenido en cuenta el impacto tanto en las empresas que los desarrollan como en la economía regional andaluza. Con más de 130 proyectos analizados, el estudio ImpaCTA revela que cada euro incentivado por CTA genera 1,28 euros de PIB en Andalucía durante la ejecución de los proyectos y hasta seis meses después de su finalización y, si se calcula sobre el gasto realmente ejecutado en Andalucía, la cifra se eleva a 1,54 euros. Además, el retorno a la Hacienda Pública andaluza de los proyectos incentivados por CTA es del 19,4%. Las cifras indican, por lo tanto, que este modelo de cooperación universidad-empresa es generador de riqueza y que la cooperación realmente resulta efectiva.

La cooperación se retroalimenta

El estudio ImpaCTA, elaborado en colaboración con la consultora Deloitte, señala que el 30% de los proyectos financiados por la Corporación son el principio de una relación estable posterior entre la empresa y el grupo de investigación subcontratado. Este dato del estudio no hace más que constatar algunas conclusiones que ya habíamos extraído de la propia experiencia, puesto que muchas de las empresas que empiezan a colaborar con grupos de investigación, luego buscan mantener esa relación e incluso la amplían más allá del mínimo exigido por la Corporación. Es más, de esa relación nacen cátedras y otro tipo de acuerdos estables de cooperación, como becas o premios, entre otros.

El informe ImpaCTA también señala que cada proyecto incentivado por la Corporación ha creado o mantenido 24 empleos directos e indirectos. Y esto teniendo en cuenta que el estudio solo mide el impacto inmediato y directo de la ejecución de los proyectos, no el empleo que pueda generar la aplicación de los resultados a través de nuevos productos o líneas de negocio en las empresas. La colaboración universidad-empresa se revela como una fuente de empleo cualificado y de calidad. Los grupos de investigación universitarios son un caladero de profesionales especializados y un semillero de potenciales emprendedores a través de spin-offs. La cooperación en proyectos de I+D+i genera el caldo de cultivo adecuado para una interacción entre ambos mundos que se traduce en la creación de puestos de trabajo. Además de una medición cuantitativa de la repercusión en la economía andaluza de los proyectos financiados, el estudio ImpaCTA también mide el impacto cualitativo, a través de una valoración de las empresas gracias a su participación en estos proyectos en cooperación con la Universidad. Entre los resultados, destaca que el aspecto mejor valorado por las empresas participantes en los proyectos ha sido la mejora de su orientación estratégica, lo que muestra cómo la cooperación con la universidad ayuda a concienciar del valor de la innovación como palanca de desarrollo. El 94% de las empresas ha incrementado su presupuesto para I+D+i y el 80% ha avanzado en la profesionalización de la innovación a partir de su participación en proyectos CTA. De hecho, un 27% de las empresas han creado una unidad propia de gestión de la I+D+i. Es destacable que el 73% de los proyectos evaluados ha conseguido deducción fiscal para la actividad de I+D+i y el 75% de los participantes ha adoptado prácticas de vigilancia tecnológica del sector y sus competidores, algo que, en muchos casos, ha sido la semilla para detectar la necesidad de nuevos proyectos y el desarrollo de nuevas líneas de investigación.

De los 134 proyectos analizados, ya se han registrado 35 patentes, 14 modelos de utilidad y 18 modelos industriales. Además, han surgido 7 joint ventures, 22 acuerdos de licencia y dos empresas de base tecnológica (EBT). No queda duda de que la cooperación universidad-empresa tiene resultados tangibles.

El estudio ImpaCTA respalda, por tanto, la efectividad del modelo de innovación empresarial basado en la colaboración universidad-empresa. La cooperación entre el mundo científico y el tejido productivo genera riqueza, empleo cualificado de calidad, negocio y competitividad. Intercambio de profesores y ejecutivos Desde Corporación Tecnológica de Andalucía, fomentamos ese entorno colaborativo impulsando a la empresa a probarlo

y, como decíamos, los resultados son alentadores porque la mayoría repite experiencia o la intensifica más allá de los mínimos fijados por esta Fundación. Sin embargo, también es necesario potenciar mucho más esa predisposición a la cooperación desde la universidad. Habría que concienciar al mundo científico universitario de la necesidad de trabajar más “a demanda” de las necesidades reales del tejido productivo que la rodea y, al fin y al cabo, de la sociedad. La universidad española atesora un valioso potencial de generación de nuevo conocimiento que no debemos desaprovechar en momentos como el actual, en los que la diferenciación a partir del valor añadido es la única vía posible para competir en un entorno cada vez más difícil. Se ha avanzado mucho en los últimos años, pero habría que reforzar la orientación de la formación y las líneas de investigación a las necesidades reales de las empresas. Precisamente con el fin de sensibilizar ambos mundos, el de la empresa y la universidad, con las necesidades del otro, surge una iniciativa de intercambio del Consejo Social de la Universidad de Almería (UAL) y la Fundación Mediterránea que considero digna de ser conocida e importada por otras universidades españolas.

El proyecto de intercambio entre profesores de la Universidad de Almería y directivos de empresas de la provincia consiste en estancias breves del personal de esta universidad en empresas e instituciones y, a la inversa, en la participación temporal de directivos y técnicos de empresas e instituciones en actividades académicas y de gestión en la universidad. Estas breves estancias tienen un efecto muy positivo en la innovación docente, la transferencia de investigación, la mejora de la gestión, el incremento de la colaboración con empresas e instituciones y el fomento del espíritu emprendedor y la empleabilidad.

En 2011, participaron 39 profesores de 16 departamentos de la UAL y 44 profesionales de 36 empresas y entidades. Las parejas de intercambio se han incrementado desde las 27 de 2008 hasta las 44 de 2011. La valoración de la experiencia es muy positiva por ambas partes y, de hecho, la mayoría solicitan participar en la siguiente edición. Es más, muchos pares han establecido colaboraciones futuras en ámbitos diversos, como docencia, investigación o empresas de base tecnológica. Además, el seguimiento de la opinión de los participantes ha revelado que los directivos han mejorado su imagen de la universidad tras la experiencia.

Entre las parejas que han participado, puede mencionarse AENA con los departamentos de Dirección y Gestión de Empresas y de Lenguajes y Computación, el Grupo Cosentino con los departamentos de Derecho Público

General y Lenguajes y Computación, Garrigues Abogados con el departamento de Derecho Privado, Geriátricos Urbanos con Enfermería y Fisioterapia o Microgenambiental con Biología Aplicada, entre otros. Las actividades más usuales en las que colaboran el profesor y el profesional son, por ejemplo, el análisis conjunto de los contenidos y metodologías de las asignaturas o los trabajos de los alumnos, asesoramiento especializado para la empresa, elaboración conjunta de casos prácticos e investigaciones o seminarios, talleres y charlas, entre otras.

La experiencia de ponerse en el lugar del otro, de contemplar la misma realidad desde el punto de vista del contrario, ayuda a limar diferencias y proporciona sensibilidad para la colaboración. El mundo científico tiene mucho que aportar al de la empresa y viceversa y el intercambio puede contribuir de manera decisiva a establecer cauces más fluidos entre ambos. La nueva Ley de Ciencia ya daba algunos pasos en esta dirección, pero sería muy enriquecedor para el sistema español de innovación avanzar más en este sentido. La propia experiencia en un proyecto en cooperación universidad-empresa termina siendo la mejor defensa de la necesidad que existe de acercar ambos mundos puesto que los participantes comprueban en primera persona las ventajas y beneficios que les puede aportar. Respondiendo a las preguntas que planteábamos al inicio, la colaboración universidad-empresa sí es efectiva, resulta fructífera y tiene un impacto real en los implicados y en el entorno económico en el que operan.

Gráfico 1. Puesta en valor de la innovación

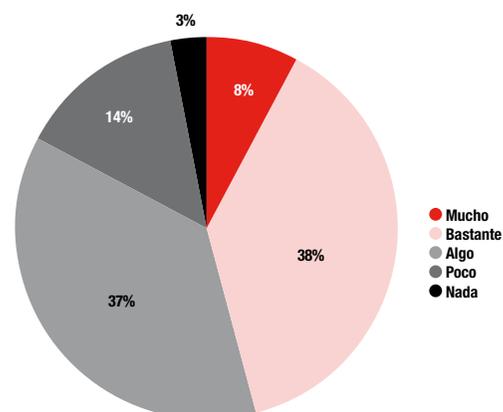


Gráfico 2. Incremento en el presupuesto en I+D+i

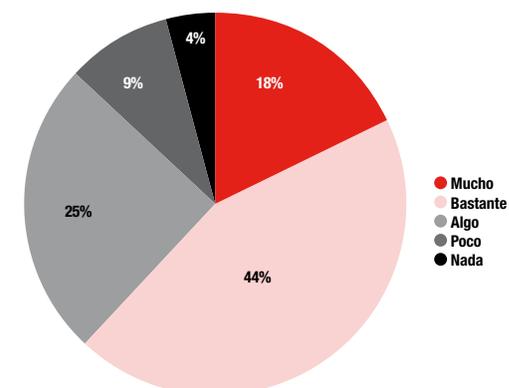


Gráfico 3. Diseño estrategia en I+D+i

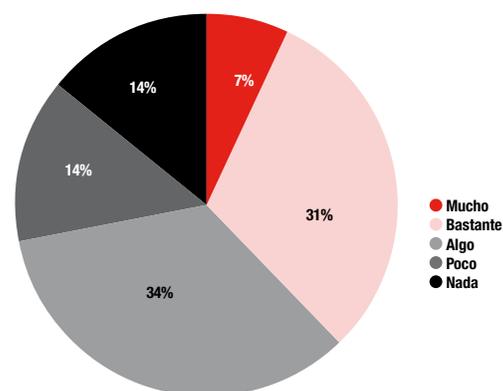
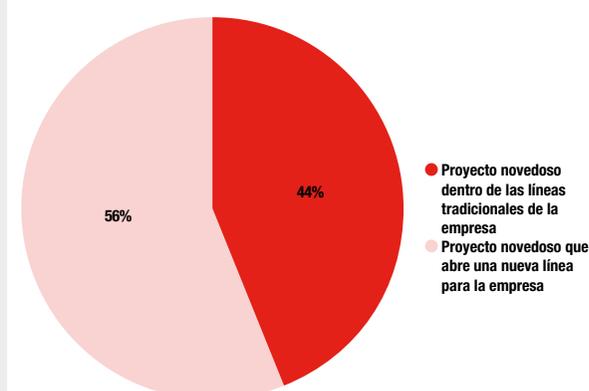


Gráfico 4. Impacto estratégico



ESTEVE - Parque Científico de la Universitat de Barcelona, un modelo único de innovación abierta en el ámbito de la I+D de nuevos medicamentos

Antoni Esteve, Presidente

En la actualidad, tanto los procesos de investigación como los sistemas productivos son cada vez más sofisticados, complejos y multidisciplinares, y se hace imprescindible contar con personas emprendedoras con elevada formación para diseñarlos, ejecutarlos, mejorarlos y mantenerlos competitivos. Los desafíos de la crisis económico-financiera extremadamente severa y de una competencia cada vez más intensa requieren de innovación constante para poder

gestionar con éxito las mayores exigencias del mercado y las crecientes expectativas de la sociedad.

En el sector farmacéutico, el eje sobre el que se basa el modelo de negocio es por su propia naturaleza, la investigación, el desarrollo y la producción de nuevos medicamentos. El desarrollo de una investigación competitiva, es decir, aquella que aspira a la excelencia, es muy difícil que pueda ser abordado por una institución o empresa

en solitario, asumiendo el reto de cubrir con éxito todo el proceso. La realidad nos obliga a reflexionar y entender cuales son los modelos de investigación que pueden mejorar la productividad y el éxito del proceso de I+D.

No solamente el consenso de los expertos, sino también el sentido común, aconsejan eliminar barreras, tanto entre las distintas disciplinas científicas, como entre los grupos

más interesados en la investigación básica (generalmente del ámbito público) y aquellos más orientados al desarrollo de nuevos medicamentos (principalmente del ámbito privado) para mejorar los resultados de los procesos de I+D farmacéutica, cuyo objetivo último es el de poner a disposición de pacientes y profesionales sanitarios nuevos tratamientos que solucionen necesidades no cubiertas por las terapias disponibles. Como medio para conseguirlo, se va imponiendo progresivamente el modelo de Innovación Abierta. Una estrategia disruptiva en la que las ideas propias y de terceros se combinan en los procesos de creación de valor, mediante el establecimiento de alianzas entre instituciones académicas, centros públicos de investigación y empresas, sumando esfuerzos y orientándolos hacia un mismo propósito competitivo. Facilitándose además la generación de talento, y la movilidad de este entre el sector público y el empresarial. El objetivo es incorporar este talento a los proyectos empresariales, proporcionando acceso a instalaciones y plataformas de tecnologías punteras que una empresa en solitario no se puede permitir.

En el caso de ESTEVE, la investigación de nuevos medicamentos ha constituido, desde sus orígenes, su principal seña de identidad. Para seguir dando respuesta a los retos de I+D en una coyuntura de crisis como la que atravesamos, y como alternativa a la mentalidad innovadora clásica de generación exclusivamente interna de conocimiento, ESTEVE ha impulsado el establecimiento

de acuerdos de colaboración con universidades, centros públicos de investigación y grupos externos de excelencia, que permiten llevar a cabo un modelo de investigación más eficiente a largo plazo, compartiendo el conocimiento con todos los actores participantes en las diferentes etapas del proceso de I+D.

Prueba de esta firme apuesta estratégica es el acuerdo con el Parque Científico de la Universitat de Barcelona (PCB), al que ESTEVE en breve trasladará todas sus unidades vinculadas a la investigación para el descubrimiento de nuevos medicamentos y desarrollo preclínico, en un espacio de uso exclusivo de 2.500 m². Un modelo único de innovación abierta en el ámbito de la I+D farmacéutica, que va más allá de la clásica relación universidad-empresa. Un entorno de excelencia científica, así como de infraestructura y tecnología de vanguardia, dónde académicos, investigadores, investigadores jóvenes con talento y grupos de emprendedores, interactúan configurando un potente ecosistema de innovación generador de oportunidades y valor.

Conjuntamente con este proyecto, en los últimos tres años ESTEVE ha impulsado otros “partenariados público-privados”, así como las llamadas “unidades mixtas” de investigación.

- Como partenariados, ESTEVE participa en el proyecto HIVACAT que persigue el desarrollo de vacunas profilácticas y/o terapéuticas para el VIH, en colaboración con el

Instituto de Investigación del Sida IrsiCaixa y el Servicio de Enfermedades Infecciosas y Sida del Hospital Clínic, con el apoyo de la Fundación “la Caixa”, los Departamentos de Salud, Innovación y Universidad de la Generalitat de Cataluña y la Fundació Clínic. Por otro lado, ESTEVE participa también en el proyecto Sanfilippo en colaboración con el Centro de Biotecnología Animal y Terapia Génica (CBATEG) de la Universidad Autónoma de Barcelona, para el desarrollo de una terapia génica para el tratamiento del Síndrome de Sanfilippo.

- En lo referente a unidades mixtas, el ejemplo más reciente ha sido la puesta en marcha de la Unidad ESTEVE - Universidade de Santiago de Compostela y la ESTEVE - ICIQ ubicada en el Instituto Catalán de Investigación Química de Tarragona.

Iniciativas todas ellas, que consolidan un modelo de investigación estratégico y sostenible de ESTEVE en el que la combinación de conocimiento externo e interno representa un potente catalizador para la innovación que permite continuar dando respuesta a los retos presentes y futuros de I+D.