

4. Investigación, cultura
emprendedora y
empresa





Introducción

En este capítulo se examinan las principales vías de transferencia de conocimiento y tecnología entre la universidad y el tejido productivo. El grado de transferencia de conocimientos está en función de las características de las universidades, y del tejido productivo y de las instituciones e instrumentos existentes para facilitar esta transferencia. En España, el sistema productivo se caracteriza por el predominio de pequeñas y medianas empresas (pymes) y por un reducido grado de innovación. Más de la mitad del conjunto total de empresas no tienen ningún asalariado y un 27% tienen sólo entre uno y dos empleados. Asimismo, en el periodo 2000-2002, sólo el 20% de las empresas españolas llevaron a cabo actividades calificadas como innovadoras.

Las universidades españolas pueden contribuir a superar las dificultades que se derivan de esta situación, ya que disponen de capital intelectual e infraestructuras adecuadas para llevar a cabo investigación de alta calidad, tal y como se muestra en el apartado 1.2. Sin embargo, existen importantes barreras entre la universidad y la empresa que dificultan el proceso de transferencia

de conocimiento. El desconocimiento mutuo entre universidades y empresas limita la cooperación entre ambas. La inexistencia de una tradición en la cooperación universidad-empresa, junto con las propias dificultades de comunicación entre dos campos que funcionan con lógicas muy distintas, impiden generar las condiciones adecuadas para establecer un proceso fluido de transferencia de tecnología y conocimientos. Además, la orientación investigadora de la universidad no siempre coincide con las necesidades empresariales. La superación de todas estas barreras se debe traducir en un aumento de la competitividad de las empresas, y en una mejora del bienestar social en general, y puede asimismo reportar importantes beneficios a la universidad, tanto en cuanto a recursos económicos como a una actividad más orientada al desarrollo económico y social.

La transferencia de conocimientos y tecnología entre la universidad y la empresa se establece a través de diversos canales entre los que destacan los acuerdos de consultoría, los proyectos conjuntos de colaboración en investigación, los servicios técnicos, los programas de

intercambio de personal científico, la cooperación en innovación, la creación de *spin-offs* universitarias y las licencias de patentes universitarias. Este capítulo recoge las características más importantes de estas vías de transferencia de tecnología en el caso español y su valoración y evolución en los últimos años, comparándolas cuando es posible con la situación de sistemas universitarios de países de referencia. Se destacan también los resultados de las políticas que las instituciones regionales y nacionales están desarrollando para contribuir a la creación y fortalecimiento de estos flujos de tecnología.

La heterogeneidad de las fuentes de información y de las metodologías empleadas dificulta en gran medida el análisis, en particular por lo que se refiere a la comparación internacional. Sin embargo, instituciones como el INE o la Red OTRI realizan un importante esfuerzo para suministrar datos que reflejen el estado de la innovación, la tecnología, la investigación y su transferencia entre universidades y empresas.

El primer apartado del capítulo analiza la financiación empresarial de

la investigación universitaria, indicador del grado de adecuación de la investigación universitaria a las necesidades del sector productivo y del interés de las empresas por la investigación académica. Respecto al Informe CYD 2004, en el presente informe, además de analizar la evolución de los distintos indicadores, se realiza un análisis individual por universidades, considerando las diferencias que se producen entre las mismas y los patrones de esta financiación empresarial a nivel geográfico, por tamaño y sector empresarial. El segundo apartado presenta las características y evolución reciente de los acuerdos de cooperación en innovación entre empresas y universidades. Respecto al Informe CYD 2004, la explotación de los datos de carácter europeo del *Community Innovation Survey* en su tercera edición permite situar la

cooperación entre universidades y empresas en un marco europeo. El tercer apartado actualiza la información relativa a las infraestructuras de apoyo a la innovación y la transferencia de tecnología en España, las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) y las Fundaciones Universidad Empresa (FUE) y se incluyen además las actividades de parques científicos y tecnológicos (PCyT). En el apartado 4.4 se describe la creación de *spin-offs* en el entorno universitario, con especial énfasis en las funciones de las Unidades de Creación de Empresas (UCE) y en la caracterización del proceso de creación y consolidación de estas empresas. Los dos últimos apartados recogen dos canales de transferencia de conocimientos y tecnología poco desarrollados en el caso español: la explotación de la investigación

universitaria por medio de licencias y patentes, y la inserción de los doctores e investigadores en el entorno empresarial. En este último apartado se examinan los resultados del programa Torres Quevedo, que tiene como objetivo la incorporación de doctores y tecnólogos a empresas.

El capítulo se cierra con siete recuadros: el primero “Grandes equipamientos científicos y su aprovechamiento industrial” describe el impacto en el sistema económico que supone la construcción y explotación de dichos equipamientos (el Barcelona Supercomputing Center [BSC], el dispositivo de Fusión TJ-II y el Gran Telescopio de Canarias [GTC]). Le sigue un recuadro sobre cinco ejemplos de colaboración universidad-empresa (Grupo Antolín, IBM, Indra, Ros Roca Group y Fundación Santillana). El tercero,

“Perspectivas sobre la transferencia de tecnología en España. El Informe de la Red OTRI de 2005” resume sus características fundamentales. Los recuadros restantes tratan los temas siguientes:

“Los parques científicos y tecnológicos en el nuevo marco normativo”; “El Centre de Patents de la UB y su papel en la transformación del sistema de patentes español”; “La Acción IDE” y “Universidad emprendedora y capital riesgo” que describe la experiencia desarrollada por la Universidade da Santiago de Compostela.

4.1 *La financiación empresarial de la investigación universitaria*

La financiación empresarial de la investigación universitaria es un indicador de la adecuación de la universidad a las necesidades del tejido productivo. Además, el hecho de que las universidades y las empresas cooperen en investigación reporta beneficios al conjunto de la sociedad, puesto que permite el desarrollo tecnológico de las empresas y consolida la financiación de la investigación universitaria.

La financiación empresarial de la I+D universitaria disminuyó en el periodo 2001-2003 tanto en términos absolutos como relativos.

Los fondos públicos son la principal fuente de financiación de la investigación universitaria. Incluyen los fondos generales universitarios y las ayudas públicas a proyectos específicos de I+D, que conjuntamente suman el 71% de la financiación de la investigación en las universidades. Por su parte, la financiación empresarial representó en el año 2003 el 6,4% del gasto universitario en I+D, porcentaje inferior al 8,7% del año 2001. El crecimiento del gasto en I+D de las universidades españolas en los años 2002 y 2003 se financió mediante el aumento de los fondos propios de las universidades destinados a I+D y

Gráfico 1. Porcentaje de gastos en I+D financiados por la industria

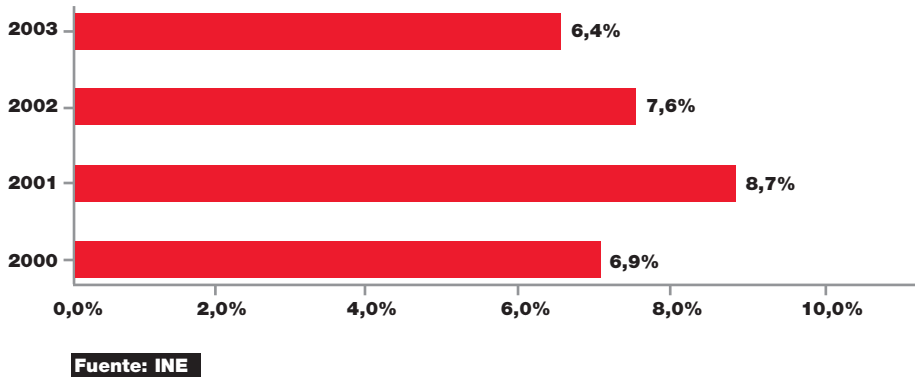
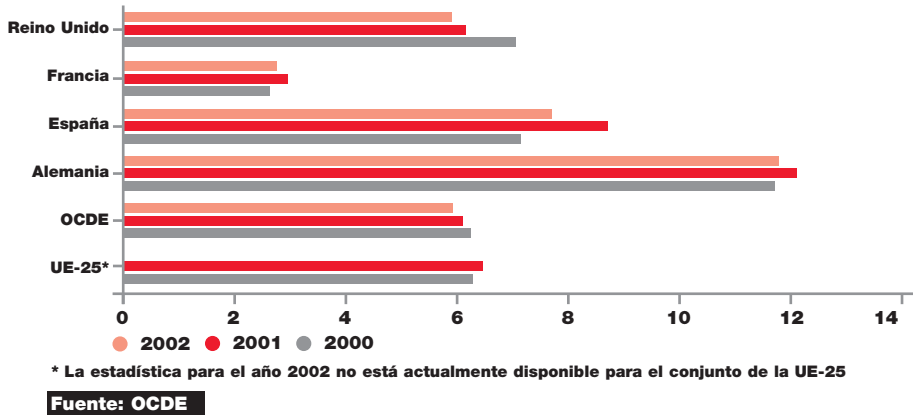


Gráfico 2. Porcentaje de gastos en I+D de universidades financiados por empresas, 2000-2002



de la financiación pública mediante contratos y subvenciones específicas. Sin embargo, la financiación empresarial de la I+D de las universidades disminuyó no tan sólo a nivel porcentual, sino también en valores absolutos. Mientras que en el año 2001 las empresas financiaban, tal como se puso de manifiesto en el Informe CYD 2004, cerca de 170 millones de euros, en el año 2003 sólo financiaban 160. En el gráfico 1 se muestra la evolución en términos porcentuales de la financiación empresarial de la investigación universitaria en los últimos años.

El descenso en la participación de las empresas en la financiación de la

investigación ha sido especialmente notable en las universidades públicas. Mientras que la financiación empresarial de la investigación en universidades públicas era del 8% en 2001, en el año 2003 fue del 5%, con una disminución en términos absolutos del 20%. Sin embargo, la financiación empresarial de la investigación en las universidades privadas se mantuvo estable a lo largo del periodo, con valores cercanos al 22% del total, aunque es necesario tener presente que el gasto interno en I+D de estas universidades se sitúa en torno al 5% del total.

En la Unión Europea, tal y como ya se indicó en el Informe CYD 2004, la financiación de la investigación de las

universidades por el sector productivo es muy heterogénea debido a las diferencias considerables en las funciones y estructuras de los distintos sistemas universitarios. Mientras que en países como Alemania, la financiación empresarial era, para 2002, último año disponible, el 12% del gasto en I+D, en otros países como Francia no alcanzaba el 3% para el mismo año. España se situaba en valores intermedios, con el 7,6% de financiación por el tejido empresarial nacional, porcentaje ligeramente superior al 6,7% correspondiente a la media de la UE-25 (gráfico 2).

El reparto por campos de la financiación de I+D empresarial sufrió algunos cambios con respecto a la situación de 2001 presentada en el Informe CYD 2004. La proporción de las ciencias sociales y humanidades aumentó, pasando de un 13,34% a un 22% y de un 6% a un 14%, respectivamente. Por el contrario, el descenso más destacado se produjo en las ciencias exactas y naturales, que pasaron del 32,9% en 2001 al 21% de la financiación empresarial en 2003, y la ingeniería y tecnologías que contaron en 2003 con el 25% de la financiación, 4 puntos por debajo de lo que recibieron en 2001. Con porcentajes ligeramente inferiores se

situaron las ciencias médicas (16%) y las humanidades (14%) (gráfico 3).

El peso de la financiación empresarial, de un 6,4% en 2003 para el conjunto de la investigación en las universidades, no difirió de modo significativo entre campos científicos. Las ciencias médicas, con un 7,4%, fueron el campo en el que la financiación empresarial cubrió en mayor proporción sus gastos en I+D, mientras que las humanidades, con un 5,6%, fueron el campo científico donde esta proporción fue menor.

Con el fin de profundizar en el análisis y disponer de datos individuales de instituciones universitarias, se utilizan también datos presupuestarios del año 2002 a partir de la publicación de la CRUE, *La universidad española en cifras 2004*. Éstos se distinguen de los anteriores datos de I+D en que no imputan como gastos en I+D la parte proporcional de los sueldos de los profesores universitarios que corresponderían a su labor investigadora. Se llama a esta medida gasto presupuestario en I+D para distinguirla de la habitual medida de gasto en I+D, publicada por el INE y basada en el *Manual de Frascati* de la OCDE, que sí que incorpora la parte proporcional de los

Gráfico 3. Financiación empresarial de I+D por campos científicos. Porcentaje respecto al total de financiación empresarial de I+D universitaria, año 2003

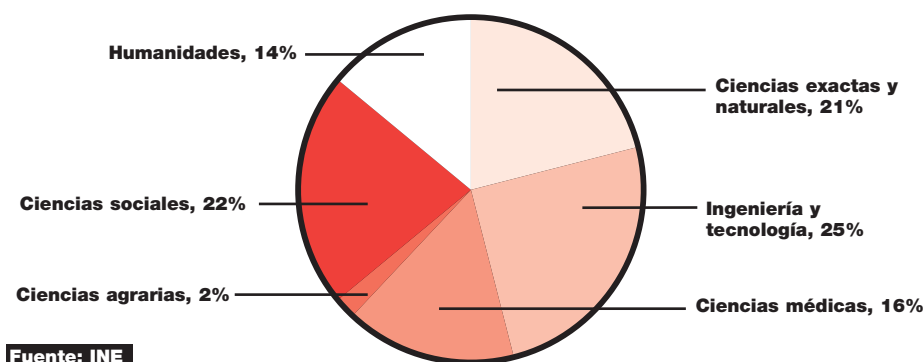
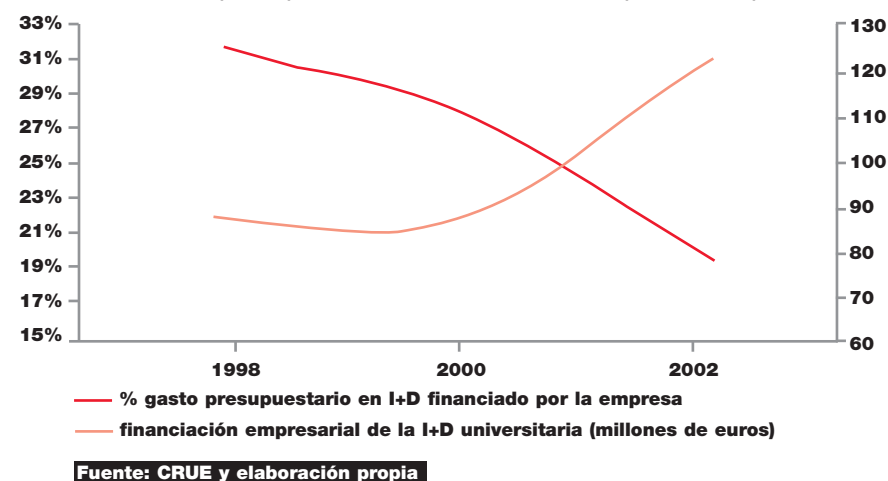


Gráfico 4. Gasto presupuestario en I+D financiado por las empresas



sueños. De este modo, el gasto presupuestario en I+D no incluye una parte importante del gasto, por lo que la financiación empresarial, que es la misma en ambos casos, representará según esta medida un porcentaje superior al 7,6% del total de gastos en I+D correspondientes al año 2002 a partir de los datos del INE basados en la metodología propuesta en el *Manual de Frascati*.

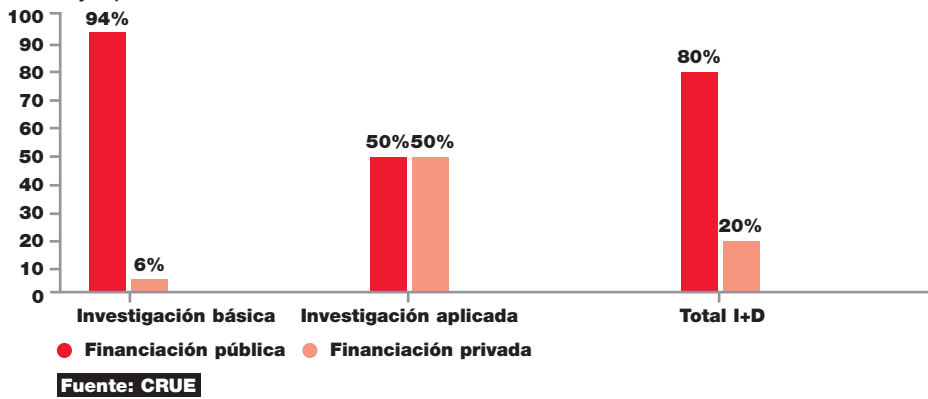
De acuerdo con los datos presupuestarios, la financiación empresarial de la investigación universitaria creció en términos absolutos desde el año 1998 hasta el año 2002. Sin

embargo, este aumento fue inferior al crecimiento total de gastos en I+D, por lo que la financiación empresarial de la I+D perdió peso en términos relativos.

A este hecho se añade la disminución, ya señalada, de la financiación privada que se aprecia en el año 2003 en los datos del INE, lo que indica un cierto estancamiento en la financiación empresarial de la investigación universitaria.

En el año 2002, según datos de los presupuestos de las universidades públicas, un 19,63% del gasto

Gráfico 5. Financiación pública y privada de la investigación básica y aplicada, 2002



presupuestario en investigación fue financiado por el sector privado. La evolución respecto a años anteriores muestra su pérdida de peso respecto a la financiación pública. Desde 1998, en que el sector privado financiaba el 33% del gasto presupuestario, el peso de la financiación privada sobre el total de la investigación disminuyó de forma considerable. Sin embargo, en términos absolutos, la evolución de la financiación privada de la I+D de las universidades fue positiva, puesto que a pesar de no variar significativamente entre 1998 (88 millones de euros) y 2000 (87 millones de euros), en 2002 alcanzó la cifra de 124 millones de euros (gráfico 4). En consecuencia, dicha evolución no fue fruto de una disminución de la financiación privada, sino del mayor incremento que experimentaron a lo largo del periodo el resto de fuentes de financiación de la investigación universitaria.

La importancia de la financiación empresarial de la investigación entre universidades difiere de modo sustancial. En particular, las universidades politécnicas tienen un grado de financiación empresarial muy superior al resto.

En el año 2002, el peso de la financiación empresarial en las universidades varió desde el 4% que representaba en las universidades de Extremadura y de A Coruña, hasta el 64% en la Universidad de Zaragoza, según la información presupuestaria publicada por la CRUE. Una medida más precisa de la importancia de la financiación privada en una universidad es la financiación privada por investigador ETC (equivalente a tiempo completo).¹ En promedio, las universidades recibieron, en el año 2002, 1.683 euros por investigador

ETC. El rango en el que se movieron las distintas universidades se situó entre los 6.518 euros por investigador y año de financiación proveniente de las empresas, en la Universitat Politècnica de Catalunya, hasta los 191 euros por universidad y año en la Universidad Rey Juan Carlos. En el cuadro 1 se presentan las 10 universidades españolas que obtuvieron más financiación privada por investigador, aspecto en el que las tres grandes universidades politécnicas ocupan posiciones relevantes.

Cuadro 1. Las 10 universidades con mayor financiación privada por investigador ETC (equivalente a tiempo completo), en euros, año 2002

Nivel de cualificación alto	Financiación privada por investigador ETC
U. POLITÈCNICA DE CATALUNYA	6.518
U. de VALLADOLID	5.179
U. de ZARAGOZA	5.028
U. POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	4.887
U. de GIRONA	4.511
U. POLITÈCNICA DE MADRID	4.095
U. ROVIRA I VIRGILI	2.920
U. de CANTABRIA	2.834
U. CARLOS III	2.714
U. MIGUEL HERNÁNDEZ D'ELX	2.656
U. de OVIEDO	2.496

Fuente: CRUE

La orientación, aplicada o básica, de la investigación en la universidad explica en gran medida las diferencias de financiación privada entre universidades.

La investigación se puede clasificar en investigación básica, que integra aquellas facetas de la investigación que se financian principalmente mediante fondos públicos, e investigación aplicada, que se financia de un modo más proporcional entre financiación pública y privada, pues se trata de aquella investigación contratada de un modo específico a la universidad (gráfico 5).

El análisis de las características de la investigación aplicada, que representa el 77,4% del total de la financiación privada, permite explicar las diferencias entre universidades de la importancia respectiva que supone la financiación privada en la investigación. El volumen medio de investigación aplicada se situó, con datos del año 2002, en 2.765 euros por investigador ETC para el conjunto de universidades públicas españolas. Las diferencias entre universidades se movieron en un rango también elevado, desde los 8.549 euros por investigador y año

¹ Suma de los investigadores que trabajan en régimen de jornada completa más la equivalencia a dicha dedicación de los investigadores que trabajan en régimen de jornada parcial.

Cuadro 2. Las 10 universidades con mayor volumen de investigación aplicada por investigador ETC (2002), en euros

Nivel de cualificación alto	Financiación privada por investigador ETC
POLITÉCNICA DE MADRID	8.549
POLITÈCNICA DE CATALUNYA	8.158
POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	6.838
SANTIAGO DE COMPOSTELA	5.432
ROVIRA I VIRGILI	5.428
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	5.316
CANTABRIA	5.022
POLITÉCNICA DE CARTAGENA	4.135
ZARAGOZA	4.008
PAÍS VASCO	3.662

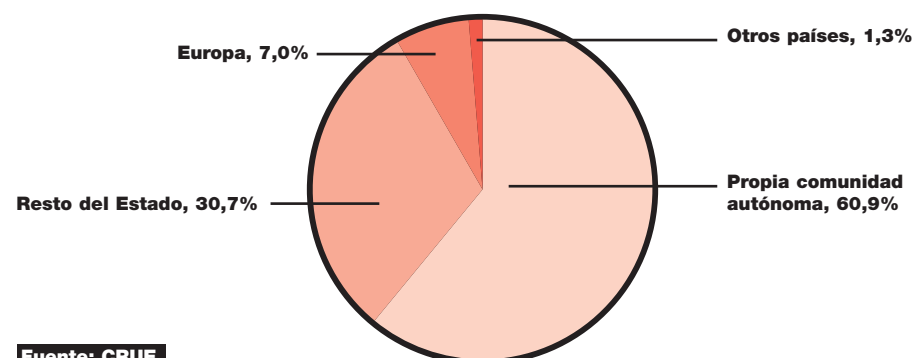
Fuente: CRUE

en la Universidad Politécnica de Madrid, hasta los 691 euros por investigador y año en la Universidad de Burgos. En el cuadro 2 se presentan las 10 universidades españolas con mayor volumen de investigación aplicada por investigador. Del mismo modo que en el caso de la financiación empresarial de la I+D (cuadro 1), destacan las universidades politécnicas, con el volumen más elevado de investigación aplicada.

El 61% de la investigación aplicada en las universidades españolas la contratan empresas e instituciones de la misma comunidad autónoma.

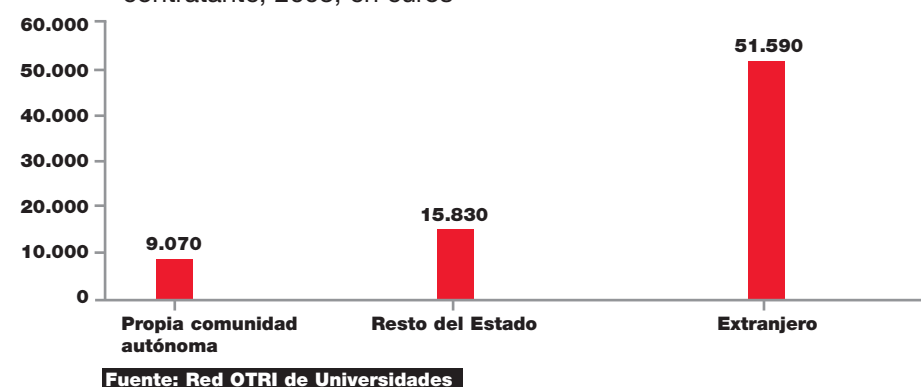
Los motivos para que una empresa recurra a la universidad para desarrollar investigación son diversos: la calidad de los investigadores o el grado en que la investigación llevada a cabo en una universidad se ajuste a sus necesidades. Sin embargo, los resultados muestran que la cercanía geográfica entre la empresa y la universidad también es importante. De acuerdo con la información

Gráfico 6. Contratación de la investigación aplicada según origen del contratante, 2002



Fuente: CRUE

Gráfico 7. Valor medio de la contratación según origen del contratante, 2003, en euros



Fuente: Red OTRI de Universidades

correspondiente a una muestra de 25 universidades para las que se dispone de un desglose por origen geográfico del contratante, el 61% de la facturación se realizó con empresas y entidades públicas de la propia comunidad autónoma de la universidad, mientras que el resto de la facturación se repartió entre entidades del resto del Estado y del extranjero (gráfico 6).

Por otra parte, los datos de la Red OTRI de Universidades ponen de manifiesto que las empresas recurren a universidades extranjeras para la realización de proyectos de un volumen económico más elevado. Así, la facturación media por contrato con entidades del extranjero es muy

superior al valor de la facturación por contrato con entidades de la misma comunidad autónoma y del resto del Estado.

Las empresas de mayor dimensión son las usuarias más frecuentes de la investigación aplicada de las universidades públicas españolas.

A partir de la información existente en los presupuestos de 2002 de 15 universidades públicas españolas se obtiene que más del 70% de la investigación aplicada contratada a la universidad es realizada por empresas de más de 50 trabajadores, mientras que cerca del 35% corresponde a empresas con más de

Gráfico 8. Financiación empresarial de la investigación aplicada según tamaño de la empresa, 2002

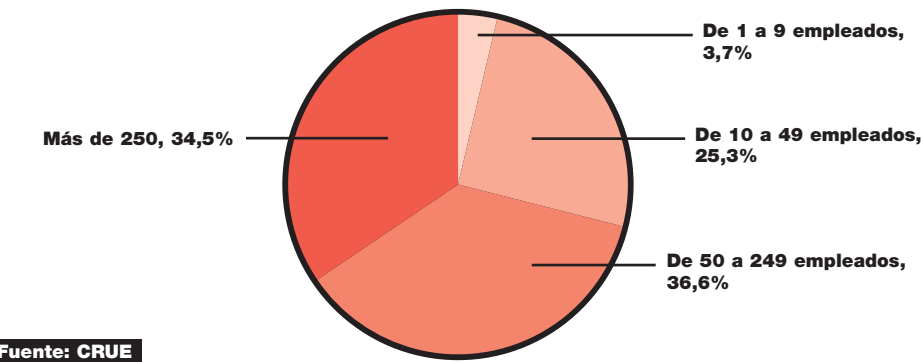
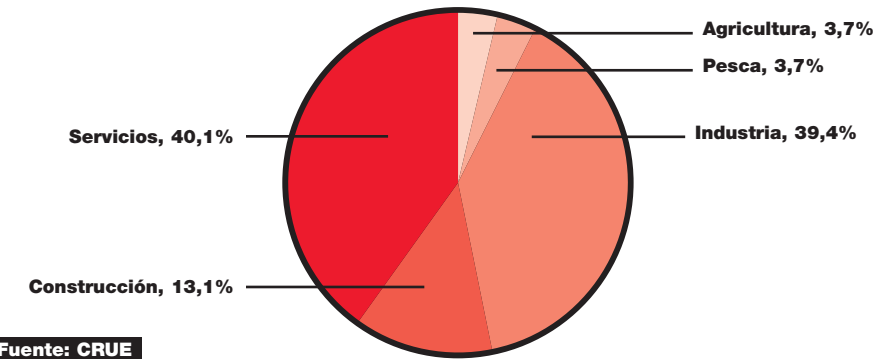


Gráfico 10. Financiación empresarial según sector productivo del contratante, 2002



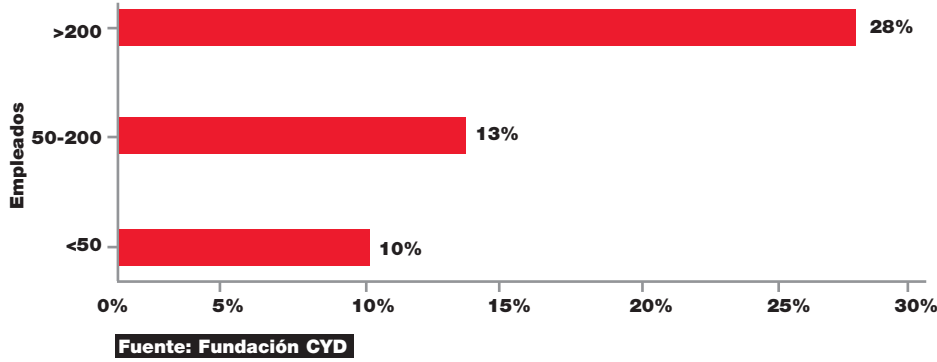
250 trabajadores. Las empresas de menos de 10 trabajadores representaron menos del 4% de la facturación en I+D (gráfico 8).

El estudio *La universidad y la empresa española* (2005), de la Fundación CYD, apunta también en la misma dirección. Según este estudio, basado en una encuesta a 404 empresas españolas, la dimensión empresarial de las empresas es un factor determinante para que éstas recurran a la universidad como fuente de servicios y contratos de investigación. Un 15% de las empresas encuestadas afirmaba haber firmado contratos con la universidad para la realización de proyectos de investigación.

Estratificadas las empresas en tres grupos según su tamaño, este porcentaje era del 10% en las empresas con menos de 50 empleados, del 13% en las empresas entre 50-200 empleados, y de un 28% en las empresas de más de 200 empleados (gráfico 9). En consecuencia, a mayor dimensión empresarial, mayor contratación de la universidad para la realización de servicios y contratos de I+D.

El recurso a las universidades para la realización de proyectos de I+D por parte de las empresas de mayor dimensión es un hecho común en los países de la Unión Europea. En el caso de España, la limitada capacidad de innovación e

Gráfico 9. Porcentaje de empresas que recurren a la universidad en proyectos de investigación, según dimensión empresarial, año 2003



investigación de las pymes dificulta el establecimiento de relaciones con la universidad. En el año 2003, según datos de la *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas del INE*, sólo el 4,12% de empresas de menos de 250 trabajadores realizaron actividades de I+D, por el 27,04% de empresas de más de 250 trabajadores que sí que las realizaron.

Los sectores servicios e industria son los principales contratantes de la investigación aplicada en las universidades (80% del volumen total de investigación aplicada), mientras que en la construcción este porcentaje se sitúa en el 13% y en la agricultura y pesca en el 7% (gráfico 10).

En síntesis, las universidades reciben más financiación para sus actividades de investigación aplicada de las empresas y administraciones públicas de la propia comunidad autónoma, de las empresas de mayor tamaño y de los sectores servicios e industria. Por ello, universidades en regiones con un tejido empresarial de elevado tamaño medio y con predominio de los sectores servicios e industria presentan niveles de investigación aplicada superiores. Sin embargo, otros factores intervienen

en el volumen de financiación empresarial de la investigación universitaria, tales como la adecuación de la universidad a las necesidades del tejido productivo y la propia calidad investigadora de las universidades.

4.2 La cooperación en innovación de empresas y universidades

Las empresas colaboran con distintas entidades en el proceso de innovación.² Este apartado analiza el papel que lleva a cabo la universidad en este proceso y muestra cómo ha evolucionado éste en los últimos años. Según el INE, que realiza desde el año 1996 encuestas periódicas sobre la innovación en empresas, la cooperación en innovación implica la participación activa de una empresa en proyectos conjuntos de innovación con otras organizaciones. No se considera cooperación, sin embargo, la simple contratación externa de trabajos o estudios sin participación activa de la empresa contratante.

La *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas* del INE, en su edición del año 2003, analiza la cooperación en innovación³ de las empresas españolas en el periodo 2001-2003. En este periodo, el 15,1% de las 37.830 empresas calificadas como innovadoras (en el que se incluyen también aquellas empresas con innovaciones no exitosas e innovaciones en curso) cooperaron en innovación con otras organizaciones. Se produjo un incremento en la cooperación respecto al periodo 1998-2000, en que el porcentaje de empresas que cooperaron en innovación fue del

² La innovación científica y tecnológica puede ser considerada como la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado introducido en el mercado, o en un proceso operativo nuevo o mejorado utilizado en la industria o el comercio o en un nuevo método de servicio social.

Gráfico 11. Entidades con las que las empresas innovadoras declaran cooperar, periodo 2001-2003



9,9%, tal como que se presentó en el Informe CYD 2004.

La cooperación de las empresas con las universidades ha disminuido en el periodo 2001-2003.

Mientras que en el periodo 1998-2000 el 5,5% de empresas innovadoras cooperaron con la universidad, lo que supuso, tal como se examinó en el Informe CYD 2004, un aumento respecto al período 1996-1998, en el periodo 2001-2003 sólo lo hicieron el 4,05%, es decir, algo más de 1.500 empresas. En este sentido, las universidades han dejado de ser las entidades con las que las empresas cooperan en mayor número de ocasiones, como así era en el periodo 1998-2000, y han sido superadas por la cooperación de empresas con proveedores (gráfico 11).

En el estudio *La universidad y la empresa española* (2005),⁴ de la Fundación CYD, se analizan, mediante una encuesta a 404 empresas españolas, tres vías mediante las que las empresas cooperan con la universidad: los proyectos de investigación, los servicios científico-técnicos de análisis y medida y los análisis y dictámenes. En los tres casos, el

grado de satisfacción de la cooperación fue elevado, ya que alrededor de un 70% de empresas se mostraron satisfechas o muy satisfechas con el trabajo realizado. En los casos en los que no se produjo colaboración con la universidad, se preguntaba a las empresas cuál había sido el principal motivo para no recurrir a ésta. Tras el principal motivo de “no necesitar estos servicios”, se situó en segundo lugar, como causa de no colaboración, el desconocimiento por parte de las empresas de que la universidad ofrecía estos servicios. De este modo, un mayor conocimiento por parte de las empresas de la posibilidad de recurrir a la universidad se podría traducir en un incremento de la cooperación con la misma, pues la mayoría de empresas se muestra satisfecha con los resultados obtenidos en caso de haber cooperado.

La cooperación en innovación con universidades es más intensa en las empresas de mayor tamaño y en los sectores basados en la ciencia, como la industria farmacéutica.

De acuerdo con los datos del INE, un 21% de las empresas innovadoras de más de 250 empleados cooperaron

³ Se entiende por cooperación en innovación tecnológica la participación activa en proyectos conjuntos de innovación (incluido I+D) con otras organizaciones.

⁴ Un resumen de este estudio se incorpora en el Informe CYD 2005 en forma de monografía.

en innovación con las universidades en el periodo 2001-2003, por tan sólo un 3% de las empresas innovadoras de menos de 250 trabajadores. Estos porcentajes son similares a los del período 1998-2000, aunque con una disminución en el caso de las empresas de menor tamaño, en que el porcentaje se situó cercano al 5%.

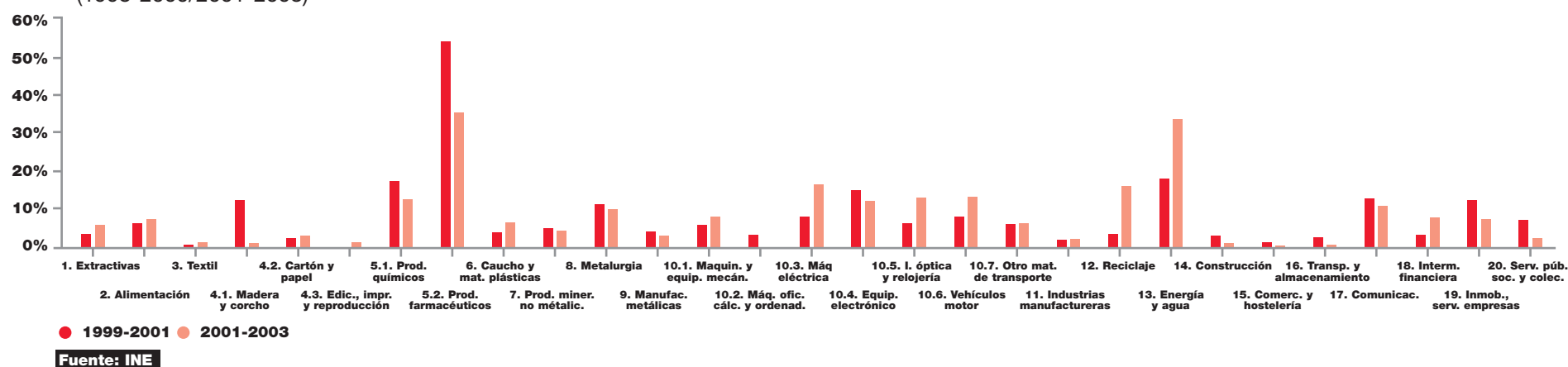
Por sectores, tal y como ya se presentó en el Informe CYD 2004, las diferencias de cooperación en innovación con universidades siguen siendo significativas. Todos los sectores productivos, tanto industriales como de servicios, cooperaron en mayor o menor medida con la universidad en innovación en el periodo 2001-2003. En la industria, el 6,5% de las empresas innovadoras cooperaron con la universidad, por un 3,2% de las empresas de servicios. En el sector industrial, destacaron la industria farmacéutica, la industria energética y del agua, y, en segundo término, la maquinaria eléctrica, el reciclaje, los instrumentos de óptica y relojería, los vehículos de motor y el sector de equipo electrónico. En el sector servicios, la cooperación en innovación con la universidad fue menor, destacando principalmente los servicios de telecomunicaciones (cuadro 3).

Cuadro 3. Cooperación en innovación entre universidades y empresas españolas. Distribución sectorial (2001-2003). En porcentaje sobre el total

	Innovan	Cooperan en innovación	Cooperan/Innovan
1. Industrias extractivas y del petróleo	0,5%	0,7%	5,7%
2. Alimentación, bebidas y tabaco	4,1%	7,2%	7,0%
3. Textil, confección, cuero y calzado	4,1%	1,1%	1,1%
4.1 Madera y corcho	1,2%	0,3%	1,1%
4.2 Cartón y papel	0,6%	0,6%	3,7%
4.3 Edición, impresión y reproducción	1,9%	0,9%	1,9%
5.1 Productos químicos	2,3%	7,5%	13,4%
5.2 Productos farmacéuticos	0,5%	4,4%	35,3%
6. Caucho y materias plásticas	1,4%	2,1%	6,1%
7. Productos minerales no metálicos diversos	2,5%	2,9%	4,7%
8. Metalurgia	0,7%	1,7%	9,6%
9. Manufacturas metálicas	5,1%	4,3%	3,4%
10.1 Maquinaria y equipo mecánico	3,4%	6,8%	8,2%
10.2 Máquinas de oficina, cálculo y ordenadores	0,1%	-	-
10.3 Maquinaria eléctrica	1,0%	4,1%	16,6%
10.4 Equipo electrónico	0,7%	2,4%	13,0%
10.5 Instrumentos de óptica y relojería	0,8%	2,5%	13,8%
10.6 Vehículos de motor	0,9%	3,0%	13,3%
10.7 Otro material de transporte	0,5%	0,9%	6,8%
11. Industrias manufactureras diversas	2,7%	1,6%	2,5%
12. Reciclaje	0,1%	0,3%	16,0%
13. Energía y agua	0,2%	1,6%	33,3%
14. Construcción	18,4%	6,1%	1,4%
15. Comercio y hostelería	21,2%	5,0%	1,0%
16. Transportes y almacenamiento	4,4%	1,0%	0,9%
17. Comunicaciones	0,5%	1,4%	10,8%
18. Intermediación financiera	1,0%	2,0%	8,2%
19. Inmobiliarias, servicios a empresas	12,8%	24,4%	7,8%
20. Servicios públicos, sociales y colectivos	6,4%	3,2%	2,0%
TOTAL/MEDIA	100,0%	100,0%	4,1%

Fuente: INE

Gráfico 12. Cooperación en innovación con la universidad. Cambios en la distribución sectorial (1998-2000/2001-2003)



Respecto al periodo 1998-2000, la distribución sectorial de la cooperación en innovación entre universidades y empresas experimentó algunos cambios notables. La cooperación en innovación con universidades de la industria farmacéutica disminuyó del 54% al 35% de las empresas, mientras que la industria energética, por el contrario, aumentó su tendencia a cooperar con la universidad, del 18% al 33%. Asimismo, la mayoría de industrias de maquinaria y transporte aumentó su cooperación en innovación con la universidad (gráfico 12).

Los datos europeos en innovación empresarial permiten una comparación de España con el resto de países de la UE-25 en la cooperación en innovación entre empresas y universidades. El *Community Innovation Survey* (Encuesta Comunitaria sobre Innovación) en su tercera edición (CIS 3), publicado por Eurostat en 2004, corresponde al periodo 1998-2000.

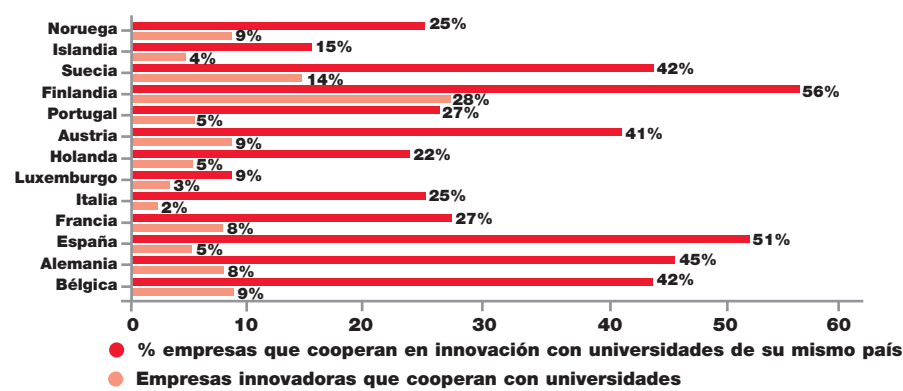
Las empresas españolas no tan sólo innovan menos, sino que entre las empresas innovadoras la cooperación es menor.

Las empresas españolas innovaron menos que las empresas del resto de países de la UE-25. Entre 1998 y 2000 un 44% de estas últimas innovaron, por un 33% en España. En España, en este periodo, el 9,9% de las empresas innovadoras cooperaron en innovación. Este porcentaje se sitúa también en niveles inferiores a los de la media de la UE-25, que fue del 19%. En consecuencia, las empresas españolas no tan sólo innovan menos, sino que cuando lo hacen tienden a actuar de un modo individual, sin tejer cauces de cooperación con otros agentes.

En España, la universidad es, en relación a otros agentes, un colaborador más habitual en la innovación empresarial que en la mayoría de países de la UE. Sin embargo, el número de empresas que cooperan en innovación con la universidad es menor.

Según el CIS 3, para el conjunto de países de la Unión Europea, el 9% de empresas innovadoras cooperaron en innovación con universidades del mismo país. En España, el porcentaje de empresas innovadoras que cooperaron con la universidad se reduce al 5% en

Grafico 13. Cooperación en innovación con universidades, 1998-2000



Fuente: Eurostat

dicho periodo. Este hecho se debe, principalmente, a la poca tendencia a la colaboración existente entre las empresas y otras entidades en España, ya que las empresas que cooperaron en innovación en España lo hicieron más frecuentemente con las universidades que en el resto de países europeos, situándose en el marco europeo tan sólo por detrás de Finlandia (gráfico 13).

En todos los países, los colaboradores más frecuentes en innovación con las empresas fueron las universidades, los proveedores y los clientes, salvo en el caso de Suecia en que destacaron los consultores (cuadro 4). La universidad fue en cuatro países (Bélgica, Alemania, España y Austria) el principal agente de cooperación en innovación para las empresas.

Una tendencia común en la mayoría de países europeos es que las empresas de menor tamaño son las que menos cooperan. Este hecho, sin embargo, no es específico de la cooperación con la universidad, sino que se extiende a la cooperación en innovación en general. De hecho, España ocupa las últimas posiciones en lo que se refiere a empresas innovadoras de menos de 50 empleados que cooperan en innovación, con tan sólo un 5%.

Cuadro 4. Cooperación en innovación. Principales colaboradores de las empresas, 1998-2000

	Fuente de mayor cooperación	Posición universidad
Bélgica	Universidad; 42%	1º
Alemania	Universidad; 45%	1º
España	Universidad; 51%	1º
Francia	Proveedores; 36%	4º
Italia	Proveedores; 40%	4º
Holanda	Clientes; 38%	6º
Austria	Universidad; 41%	1º
Portugal	Proveedores; 51%	3º
Finlandia	Clientes; 68%	3º
Suecia	Consultores; 51%	4º
Noruega	Clientes; 43%	6º

Fuente: Eurostat

Las empresas innovadoras, tanto en España como en la mayoría de países de la UE, consideran como fuentes de información de alta importancia para la innovación las fuentes internas, los proveedores y los clientes. La universidad es una fuente de información de escasa relevancia para la mayoría de empresas europeas.

En el *Community Innovation Survey* también se pregunta a las empresas qué fuentes de información para la innovación consideran de alta importancia. Las respuestas de las

empresas muestran que los resultados no son coincidentes con lo que indica el elevado número de colaboraciones entre la universidad y la empresa en la innovación. En la mayoría de países, son muy reducidos los porcentajes de empresas que consideran a la universidad una fuente de información de alta importancia para la innovación (cuadro 5). Más bien ocurre lo contrario, las empresas consideran que son las fuentes internas y los clientes los que proporcionan una información más útil para la innovación.

Las empresas, tanto en España como en el resto de países de la UE, distinguen entre la generación de ideas empresarialmente útiles para la innovación, relacionadas con las fuentes internas, proveedores y clientes, y el desarrollo científico y tecnológico de estas ideas, relacionado con la universidad. Es decir, en la mayoría de las empresas, la universidad es considerada como una institución capaz de solucionar y desarrollar ideas que se han generado en un ámbito empresarial, pero no es considerada como una fuente de ideas para la generación de proyectos de innovación

Cuadro 5. Fuentes de información de alta importancia para la innovación

% de empresas innovadoras que consideran a la fuente de información como principal		
	Fuente de información principal	Posición de la universidad y porcentaje
Bélgica	Fuentes internas; 51%	9º, 5%
Chequia	Clientes, 36%	8º, 4%
Dinamarca	Clientes, 35%	7º, 4%
Alemania	Clientes, 35%	8º, 7%
Estonia	Fuentes internas, 36%	8º, 2%
Grecia	Clientes, 35%	8º, 7%
España	Fuentes internas, 35%	9º, 3%
Francia	Fuentes internas, 44%	9º, 2%
Italia	Fuentes internas, 27%	8º, 2%
Chipre	Fuentes internas, 68%	9º, 2%
Letonia	Fuentes internas, 38%	8º, 2%
Hungría	Clientes, 72%	8º, 6%
Holanda	Fuentes internas, 51%	9º, 2%
Austria	Fuentes internas, 45%	8º, 5%
Polonia	Fuentes internas, 57%	9º, 3%
Portugal	Fuentes internas, 35%	8º, 4%
Eslovenia	Fuentes internas, 52%	8º, 5%
Eslovaquia	Clientes, 27%	8º, 4%
Finlandia	Fuentes internas, 45%	8º, 3%
Suecia	Fuentes internas, 50%	7º, 7%
Bulgaria	Clientes, 28%	7º, 5%
Rumania	Fuentes internas, 37%	7º, 5%
Islandia	Fuentes internas, 26%	9º, 1%
Noruega	Fuentes internas, 47%	9º, 3%

Las fuentes consideradas son: fuentes internas; otras empresas del mismo grupo; proveedores; clientes; competidores; universidades; entidades públicas o privadas sin fines lucrativos; conferencias, reuniones y publicaciones; ferias y exposiciones.

Fuente: Eurostat

empresariales. Además, en la cooperación universidad-empresa también puede influir, como se señaló en el Informe CYD 2004, el fomento que supone la existencia de programas de apoyo y fondos públicos destinados a esta finalidad.

La política tecnológica estatal dispone de diversos instrumentos para el fomento de la cooperación en innovación de empresas y universidades. Además de los incentivos fiscales, destacan los proyectos PIIC (proyectos de investigación industrial concertada), gestionados por el CDTI, y los proyectos PETRI (proyectos de estímulo a la transferencia de resultados de la investigación), gestionados por el MEC. Los proyectos PETRI tienen como objetivo la promoción de la transferencia de los resultados de investigación realizados en universidades, OPI (organismos públicos de investigación) y centros tecnológicos, al sector productivo. Estos proyectos son el mecanismo de política tecnológica de fomento de la cooperación más antiguo en España, y llevan vigentes desde el año 1989. Los proyectos de investigación industrial concertada (PIIC) financian iniciativas de investigación cuyos resultados no

Cuadro 6. Proyectos PIIC aprobados con participación de universidades, 2002-2004

Universidad	2002	2003	2004	Total
POLITÉCNICA DE MADRID	3	7	10	20
POLITÉCNICA DE CATALUNYA	8	3	7	18
BARCELONA	8	0	8	16
ZARAGOZA	4	4	5	13
POLITÉCNICA DE VALÈNCIA	4	2	5	11
COMPLUTENSE DE MADRID	1	6	4	11
AUTÒNOMA DE BARCELONA	6	1	4	11
MURCIA	2	5	3	10
VALLADOLID	1	0	6	7
EXTREMADURA	0	0	7	7
MIGUEL HERNÁNDEZ D'ELX	2	1	3	6
PAÍS VASCO / EUSKAL HERRIKO	1	2	3	6
CARLOS III	2	1	3	6
VIGO	1	2	2	5
VALÈNCIA / ESTUDI GENERAL	2	0	3	5
SEVILLA	0	2	3	5
OVIEDO	2	2	1	5
LLEIDA	1	1	2	4
AUTÓNOMA DE MADRID	1	1	2	4
ROVIRA I VIRGILI	0	2	2	4
PÚBLICA DE NAVARRA	2	0	1	3
POLITÉCNICA DE CARTAGENA	0	0	3	3
JAUME I	0	2	1	3
GIRONA	1	1	1	3
ALCALÁ DE HENARES	0	1	2	3
MÁLAGA	0	0	2	2
GRANADA	1	0	1	2
CÓRDOBA	2	0	0	2
CANTABRIA	1	0	1	2
CÁDIZ	1	0	1	2
REY JUAN CARLOS	0	0	1	1
POMPEU FABRA	0	1	0	1
SALAMANCA	0	0	1	1
NAVARRA	0	1	0	1
LEÓN	0	1	0	1
A CORUÑA	1	0	0	1
HUELVA	0	0	1	1
CASTILLA-LA MANCHA	0	1	0	1
ALACANT	1	0	0	1
RAMON LLULL	0	0	1	1
MONDRAGÓN	0	1	0	1
TOTAL	59	51	100	210

Fuente: CDTI y elaboración propia

son directamente comercializables y que suponen un elevado riesgo técnico. Deben estar liderados por una empresa, siempre en cooperación con una universidad, centro tecnológico o centro de investigación.

Entre los años 2002 y 2004, el CDTI aprobó 294 proyectos PIIC, en 210 de los cuales participaron las universidades. En total, en estos tres años se produjo una inversión total de 194,68 millones de euros, junto con una aportación en créditos sin intereses por valor de 111,41 millones de euros. El cuadro 6 presenta la distribución por universidades de proyectos PIIC concedidos en dicho periodo. Aunque 41 universidades obtuvieron algún proyecto a lo largo del periodo, existe un grado de concentración elevado, pues las 8 universidades que obtuvieron más de 10 proyectos sumaron más del 50% del total de proyectos.

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

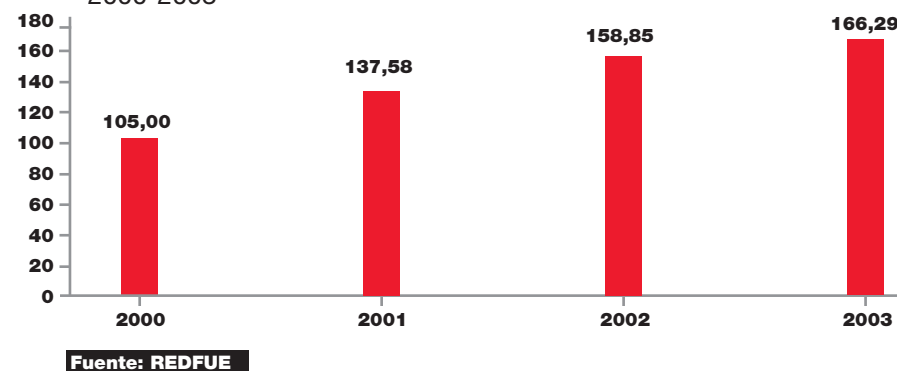
Las principales entidades para la promoción de las relaciones entre la universidad y la empresa son las Fundaciones Universidad-Empresa (FUE), las oficinas de transferencia de resultados de la investigación (OTRI) y los parques científicos y tecnológicos (PCyT).

Los centros e infraestructuras de apoyo a la innovación y de transferencia de tecnología están formados por distintas entidades que tienen como objetivo facilitar la innovación en las empresas, mediante la provisión de medios materiales y humanos y proporcionando información y servicios tecnológicos. En el caso de las relaciones entre universidad y empresa, los tres tipos principales de entidades son las fundaciones universidad-empresa (FUE), las oficinas de transferencia de resultados de la investigación (OTRI) y los parques científicos y tecnológicos (PCyT).

a. Fundaciones universidad-empresa (FUE)

El volumen de fondos gestionados por las FUE en 2003 fue de 166,29 millones de euros, un 58% más que en el año 2000.

Gráfico 14. Fondos gestionados por la Red FUE (millones de euros), 2000-2003



El objetivo primordial de las FUE es la transferencia de tecnología, mediante la gestión y administración de proyectos, la organización de actividades de formación y la difusión de publicaciones técnicas. La RED FUE (Red de Fundaciones Universidad-Empresa) está formada por 28 entidades y cuenta con 639 personas en plantilla. Durante el año 2003 estas entidades gestionaron 166,29 millones de euros (gráfico 14), lo que representó un crecimiento del 4,7% respecto al año anterior (tasa de crecimiento anual acumulativa del 12,12% desde 2000). Sin embargo, este crecimiento fue inferior al registrado entre los años 2001 y 2002, que fue de más de un 15%.

La mayoría de los fondos gestionados correspondieron al área de transferencia de tecnología (42%), seguida por el área de formación y prácticas (39%). El área de promoción de empleo, por su parte, captó el 5% de los fondos gestionados en 2003 (14% si se considera la dedicación del personal). Por otro lado, la mayor parte de los fondos gestionados por las FUE provinieron de instituciones y empresas no patronos⁵ (37%), seguida en importancia por los fondos regionales (21%).

La acción de las FUE en el ámbito de la innovación y transferencia de tecnología se centró en la gestión de contratos entre universidades y empresas. En el año 2003, se gestionaron 3.219 contratos por un volumen de 69,22 millones de euros, lo que significa un aumento respecto a los 3.072 contratos y 56 millones de euros del año 2002, datos que se presentaron en el Informe CYD 2004. Del total de contratos, la mayor parte (el 33,6%) son de asesoramiento y le siguen en importancia los contratos de investigación (31,1%) y de desarrollo (10%), mientras que solamente el 1,8% de los contratos fueron de diseño.

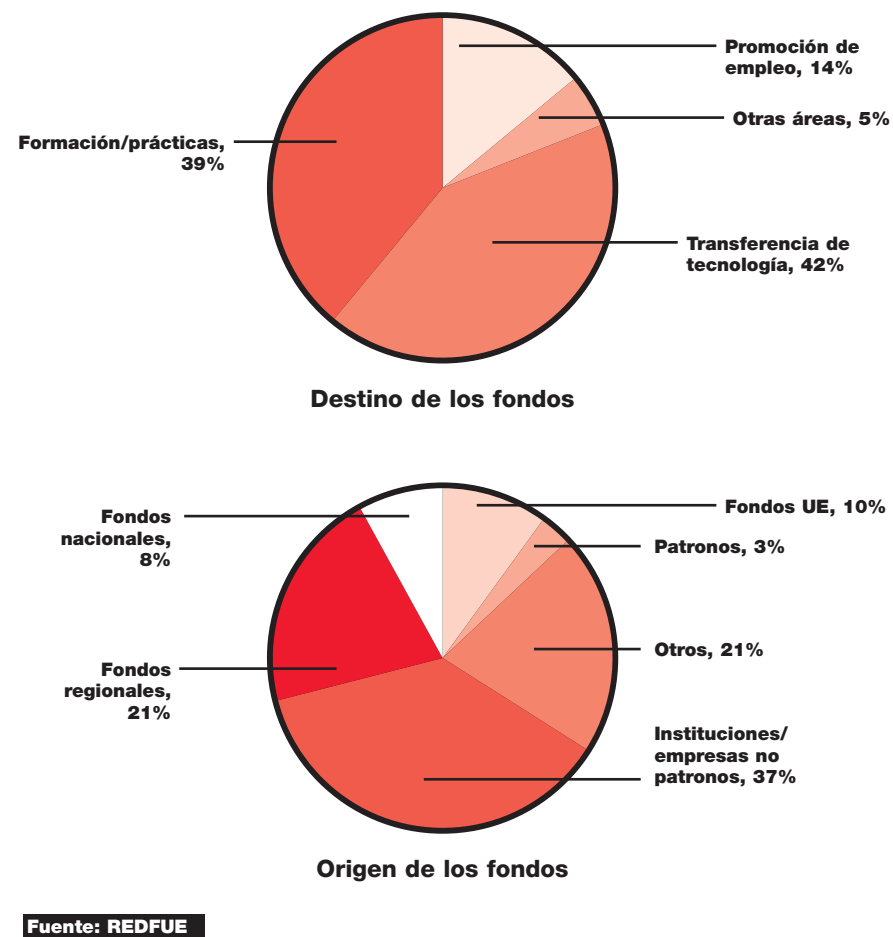
b. Oficinas de transferencia de resultados de la investigación (OTRI)

Las OTRI tienen como objetivo transferir los resultados de la investigación a las empresas e instituciones públicas y privadas. Existen OTRI no únicamente en las universidades sino también en los centros tecnológicos y en las asociaciones empresariales. En el año 2003, 55 oficinas formaban parte de la Red OTRI de universidades.⁶ La misión principal de las OTRI de universidades es favorecer la

⁵ Empresas que no son miembros patronos de las fundaciones, y que han contratado a las FUE para el desarrollo de determinados proyectos de colaboración con la universidad.

⁶ Cabe señalar que 22 OTRI pertenecen también a la Red de Fundaciones Universidad-Empresa.

Gráfico 15. Distribución y origen de los fondos gestionados por la REDFUE, 2003



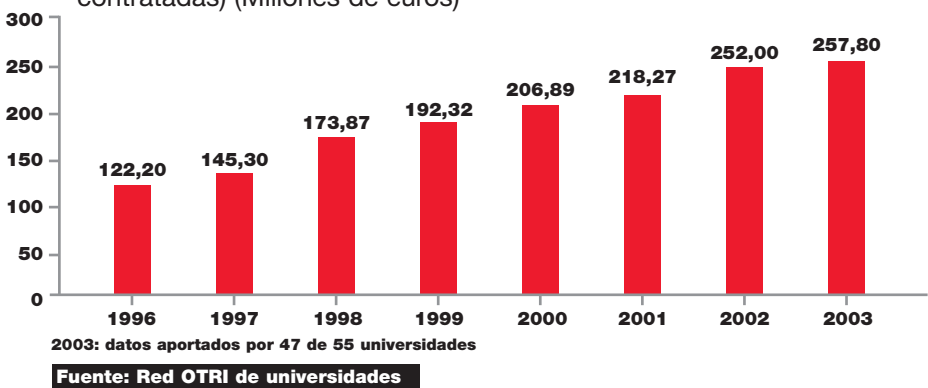
generación de conocimientos en las universidades y su transferencia a las empresas. Si bien históricamente las OTRI universitarias se han caracterizado por su heterogeneidad, en los últimos años se está produciendo una cierta convergencia en sus funciones, de tal manera que la mayoría de ellas asumen la gestión integral de los instrumentos tradicionales asociados a la I+D universitaria, como contratos, gestión de proyectos europeos y patentes, junto a nuevas vías de transmisión de conocimientos como la creación de *spin-offs* y *start-ups* universitarias.

Según los datos de la encuesta Red OTRI de Universidades correspondiente al año 2003, el

número medio de técnicos por oficina medidos en ETC (equivalente a tiempo completo) era de 6,47, aunque más de la mitad de las OTRI tenían 4 o menos técnicos, y cerca del 75%, 7 o menos técnicos. El número de administrativos por OTRI era de 4,04, aunque el 71,1% de las OTRI tenían 4 o menos. De este modo, se pone de manifiesto la coexistencia de unas pocas OTRI grandes y un número más numeroso de OTRI de menor dimensión.

En el periodo 1996-2003, el volumen anual de los contratos de I+D y transferencia de tecnología captados por las OTRI universitarias se multiplicó por 2,6.

Gráfico 16. Evolución del volumen de I+D+i contratada por las OTRI (contratos de consultoría, licencia, servicios y otras actividades contratadas) (Millones de euros)



En el año 2003, a través de las OTRI universitarias se captaron un total de 579 millones de euros, 257,8 millones de los cuales (gráfico 16) provinieron de contratos de I+D y transferencia de tecnología (en 1996 era de poco más de 100 millones), mientras que los restantes 321 millones, correspondían a retornos de convocatorias públicas, regionales, nacionales e internacionales de proyectos de investigación. Los 257,8 millones de euros obtenidos por la I+D y la transferencia de tecnología contratada provienen de 16.774 contratos, el 51,9% de los cuales son contratos de servicios, el 47,4% son contratos de I+D y consultoría y el resto (0,6%) son licencias. Sin embargo, los contratos de I+D y consultoría generaron un volumen de 211,6 millones de euros por los 44,5 millones de euros de los contratos de prestación de servicios y los 1,7 millones de euros de las licencias. Aunque el volumen anual de contratos de I+D y transferencia de tecnología gestionados por las OTRI haya seguido una tendencia creciente, en el año 2002 el crecimiento fue del 15% con respecto a 2001, mientras que en el 2003, el incremento con respecto a 2002 no superó el 3%.

Si las OTRI se caracterizan por un elevado número de oficinas con un

número reducido de técnicos y administrativos, y unas pocas oficinas con un número más importante, la distribución de la facturación es también muy desigual, de modo que aproximadamente el 60% del volumen de facturación de 2003 corresponde al 15% de las OTRI.

Por otro lado, la mayoría de clientes externos de la OTRI fueron de carácter regional (63%), mientras que el 33% fueron nacionales y solamente el 4% restante, clientes internacionales. No obstante, los ingresos medios por contrato más elevados se obtuvieron de los clientes internacionales (51.990 euros de media por contrato), mientras que el volumen más reducido corresponde a los contratos regionales (9.070 euros de media). Más del 80% de los clientes externos de las OTRI eran privados. En cambio, el volumen de contratación relativa fue mayor en el caso del sector público, de tal manera que, en términos de importe de la contratación, el peso del sector privado fue del 61%, por el 39% del sector público.

El presupuesto medio de una OTRI en el año 2003 fue de 565.718 euros, aunque más del 70% de las OTRI disponían de un presupuesto inferior

a 500.000 euros. Tal como se muestra en el gráfico 17, más del 50% de la financiación de las OTRI provenía del presupuesto corriente de la universidad, el 30% de subvenciones, el 14% de *overheads*⁷ sobre contratos y solamente un 1% de ingresos correspondían a licencias.

c. Parques científicos y tecnológicos (PCyT)

Según la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), los PCyT son proyectos, generalmente asociados a un espacio físico, que mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior; están diseñados para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio parque; y poseen un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y

organizaciones usuarias del parque.⁸ En el año 2003, el número de miembros de la APTE (que en la práctica se corresponden con los parques y proyectos existentes en España) era de 51 (33 asociados⁹ y 18 socios¹⁰), aunque solamente 17 se encontraban en pleno funcionamiento,¹¹ mientras que el resto eran proyectos con distintos niveles de ejecución. En este sentido, un total de 26 universidades disponían, en fase de proyecto o en otro grado de desarrollo, de un PCyT. En la gestión de dicho PCyT, además, en un 85% de los casos estaba implicada la OTRI universitaria (en 22 de las 26 universidades).

Los 17 parques científicos y tecnológicos operativos en el año 2003 concentraron 1.520 empresas e instituciones, con una mayoría correspondiente al sector de las tecnologías de la información, aunque los sectores con un crecimiento más elevado han sido la agroalimentación, la biotecnología, la aeronáutica y la automoción.

generadoras de saber instaladas en el parque o asociadas a él. En cambio, un parque tecnológico estimula y gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación, empresas y mercados; impulsa la creación y el crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación y de generación centrífuga (*spin-off*), y proporciona otros servicios de valor añadido así como espacio e instalaciones de gran calidad.

Gráfico 17. Fuentes de financiación de las OTRI, 2003

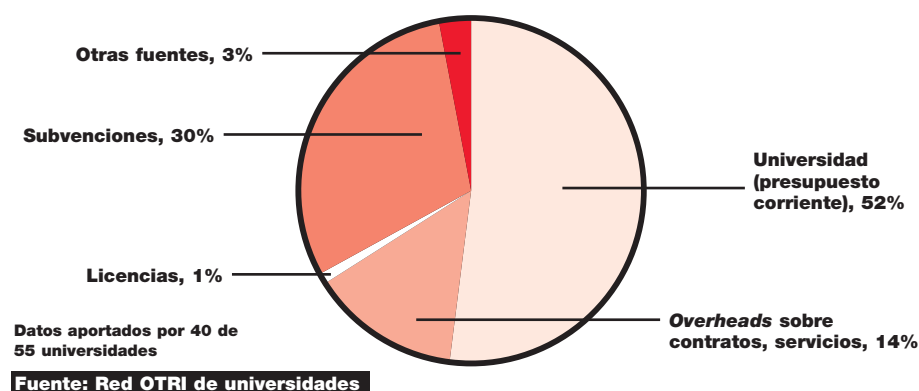
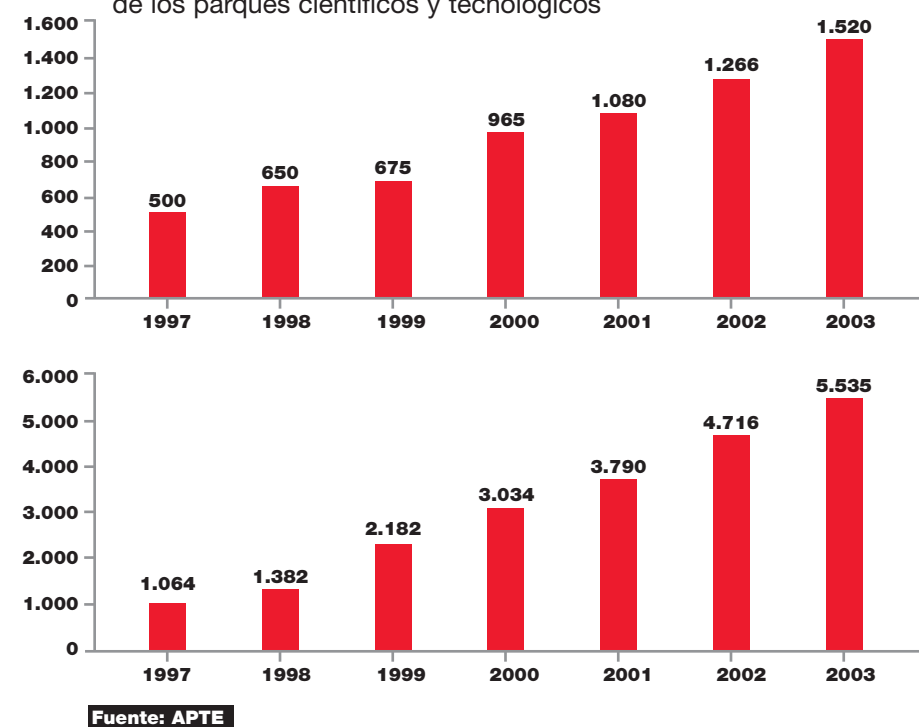


Gráfico 18. Evolución del número de empresas y de la facturación de los parques científicos y tecnológicos



⁷ Los *overheads* son las comisiones sobre los contratos que realizan las OTRI.

⁸ La Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos (IASP) diferencia entre parques científicos y tecnológicos. Así, un parque científico es una organización gestionada por profesionales especializados, cuyo objetivo fundamental es incrementar la riqueza de su comunidad promoviendo la cultura de la innovación y la competitividad de las empresas e instituciones

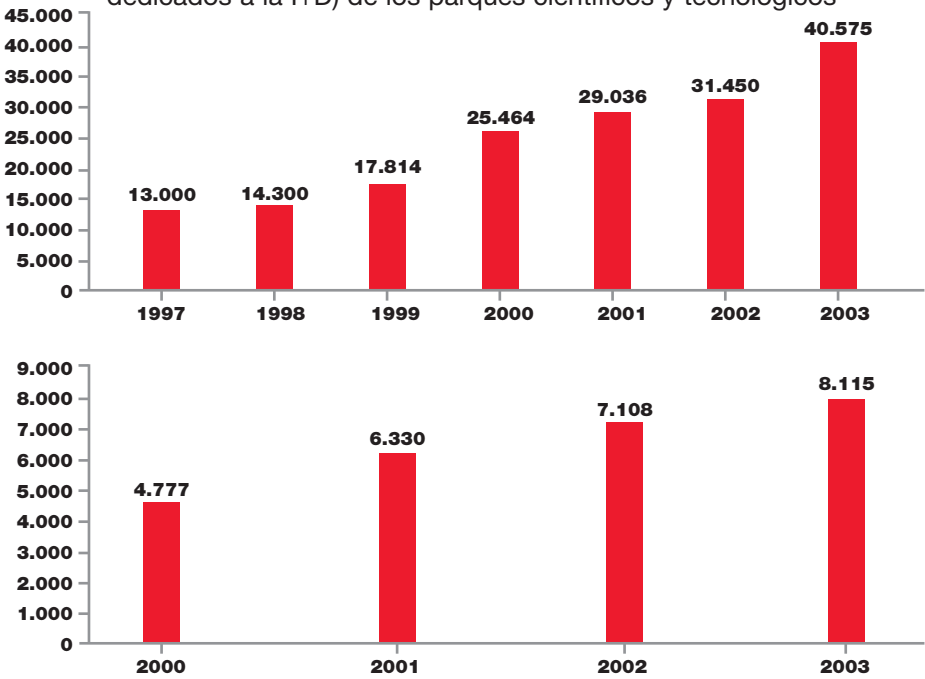
⁹ Organizaciones cuyos objetivos, perfectamente definidos, estén de acuerdo con los fines de la Asociación, aunque su desarrollo se encuentre en vías de proyecto o planificación y entidades y personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que acrediten un especial interés en la promoción y desarrollo de parques científicos y tecnológicos y en la transferencia de tecnología entre el mundo del conocimiento y la empresa.

¹⁰ Parques científicos y tecnológicos que se encuentran en funcionamiento y que cumplen con los requisitos expuestos en la definición que aporta la APTE sobre un parque científico y tecnológico.

¹¹ Según los últimos datos de 2005, el número de parques científicos y tecnológicos en pleno funcionamiento ascendía ya a 19.

Los 17 parques científicos y tecnológicos, plenamente operativos en el año 2003, ocuparon un total de 15.425.395 metros cuadrados, acogieron a 1.520 empresas e instituciones con 40.575 personas empleadas (de las cuales, 8.115, esto es el 20%, estaban dedicadas a I+D) y con un volumen de facturación de 5.535 millones de euros. Por sectores, el mayor número de empresas se concentró en el sector de las tecnologías de la información (información, informática, telecomunicaciones y electrónica), con un 27,6% de las empresas, seguido del de ingeniería, consultoría y asesoría (con un 11,6% del total), el sector industrial (10,3%) y los centros tecnológicos y de I+D (9,9%). De todas formas, los sectores que han experimentado un mayor crecimiento de las empresas en los últimos años han sido los de la agroalimentación, biotecnología, aeronáutica y automoción.

Gráfico 19. Evolución del número de trabajadores (total y dedicados a la I+D) de los parques científicos y tecnológicos



Fuente: APTE

4.4 Las spin-offs universitarias y los programas de creación de empresas¹²

Las *spin-offs* son empresas de alto contenido tecnológico que nacen con el propósito de explotar comercialmente y transformar en valor la investigación realizada en la universidad. Constituyen un mecanismo útil y dinámico de transferencia de tecnología que, además de potenciar la economía de la región y del país, crean empleo de alta cualificación.

En la medida que las administraciones han puesto en marcha políticas de apoyo a la investigación y al aprovechamiento de oportunidades tecnológicas, ha crecido el número de *spin-offs* creadas.

Según el Informe de la Red OTRI 2004, durante el año 2003 las universidades españolas crearon un total de 87 nuevas *spin-offs*, un 33% más que en 2002 y un 123% más que en 2001.

Las universidades españolas (A. Fidalgo, 2004) declararon haber creado, hasta septiembre de 2004, un total de 479 *spin-offs*,¹³ entre las que destacan las universidades

Cuadro 7. *Spin-offs* creadas en las universidades españolas

Universidades	<i>Spin-offs</i> creadas
Universitat Politècnica de València	143
Universitat Politècnica de Catalunya	120
Universitat d'Alacant	43
Universidad del País Vasco	25
Universidad Politécnica de Madrid	18
Universidad de Murcia	16
Universidade de Santiago de Compostela	15
Universitat Autònoma de Barcelona	13
Universitat de Girona	13
Universidad Pública de Navarra	11
Universitat de Barcelona	9
Universidad de Málaga	8
Universidad Autónoma de Madrid	8
Universidad de Sevilla	6
Universidad de Zaragoza	6
Universidad de Almería	3
Universitat de València	2
Universidad Complutense de Madrid	2
Universidad de Cádiz	2
Universidad Pablo de Olavide	1
Universidad de Salamanca	1
Universidad de Granada	1
Universidad de Extremadura	1
CSIC ⁽¹⁾	7
Sin especificar	5
Total	479

(1) Desde sus unidades asociadas con universidades

Fuente: A. Fidalgo, 2004

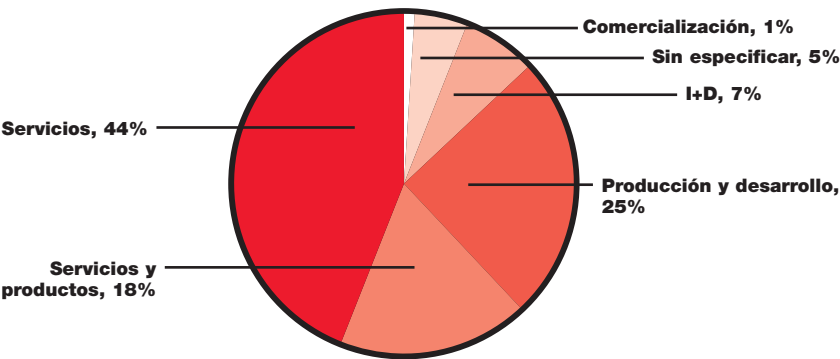
¹² La información presentada en este apartado se ha extraído principalmente: (1) del *Estudio sobre el estado del arte de las spin-off universitarias y su naturaleza como instrumento de relación universidad-empresa*, dirigido por A. Fidalgo Blanco, de la Universidad Politécnica de Madrid, realizado con financiación del MEC, (2) del *Informe sobre la situación de los programas de apoyo a la creación de empresas en las*

universidades españolas, dirigido por F. Solé Parellada, director del programa Innova de creación de empresas de la Universitat Politècnica de Catalunya (Mimeo, 2004) y (3) del Informe de la Red OTRI 2004.

¹³ De acuerdo con el informe de la Universitat Politècnica de Catalunya, en el periodo 1998-2004 se crearon un total de 906 empresas, de las que casi la mitad son empresas de base

tecnológica, esto es, empresas que desarrollan una actividad intensiva en conocimiento científico-tecnológico y realizan una notable actividad de I+D. Sin embargo, la mayoría de ellas no surgen como consecuencia directa de la investigación universitaria, por lo que no se consideran *spin-offs*.

Gráfico 20. Productos/Servicios ofrecidos por las *spin-offs*



Fuente: A. Fidalgo, 2004

politécnicas, especialmente la Universitat Politècnica de València y la Universitat Politècnica de Catalunya con 143 y 120 *spin-offs*, respectivamente (cuadro 7).

Las comunidades valencianas y catalanas concentran más del 60% de las *spin-offs* universitarias, seguidas por la Comunidad de Madrid y el País Vasco.

La creación de *spin-offs* por parte de las universidades españolas ha seguido una tendencia creciente en los últimos años y en la actualidad la tasa de creación de *spin-offs* por universidad se sitúa en niveles similares a la de los países más avanzados (cuadro 8). Las comparaciones, no obstante, deben realizarse con mucha cautela debido a la heterogeneidad tanto de las fuentes de información como de la interpretación que se hace en distintos países del término *spin-off*. Además, no se dispone de información sobre las características de estas empresas por lo que se refiere a su tamaño y contenido tecnológico, por lo que resulta difícil valorar su importancia. Asimismo, estos resultados contradicen en cierta medida el estudio de la OCDE presentado en el Informe CYD 2004,¹⁴ en el que se ponía de evidencia, con

datos de 2001, que España se situaba claramente por debajo de otros países.

El ratio que relaciona los gastos de investigación universitaria con el número de empresas creadas es un indicador del rendimiento de los fondos de financiación. En 2003, España empleó 0,03 millones de euros por cada *spin-off* creada, mientras que EEUU y Canadá emplearon sólo 0,01 millones de euros.

El 44% de las *spin-offs* españolas operan en el sector de los servicios, el 25% se dedican a la producción y desarrollo, casi el 20% ofrecen productos además de servicios de consultoría y formación, y sólo el 7% realiza exclusivamente tareas de I+D. Casi la mitad de las empresas englobadas en este último grupo dedicado a la investigación pertenecen al sector sanitario (A. Fidalgo, 2004) (gráfico 20).

El 80% de las *spin-offs* universitarias operan en 13 sectores, entre los que destacan el sector médico con un 11% de la acción comercial, seguido por el sector biotecnológico, el farmacéutico y las TIC (A. Fidalgo, 2004). De entre las empresas de base tecnológica, el 37 % están basadas en las TIC y el 20% se basan en las

Cuadro 8. *Spin-offs* universitarias, 2003

Año 2003	Spin-offs por institución	Spin-offs por millón de euros de gasto en I+D
España	2,22	0,03
Estados Unidos	2,11	0,01
Canadá	1,53	0,01
Reino Unido	3,02	0,03

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AUTM, Unico-Nubs y Red OTRI

biotecnologías. El resto se basan en tecnologías como la mecánica de fluidos, la electromedicina, la química, la meteorología, la tecnología de materiales y la ingeniería textil.

En 2004, 37 universidades españolas contaban con algún programa de apoyo a la creación de empresas (UCE).

Estas unidades, además de tratar de impulsar el espíritu emprendedor en el entorno universitario, ofrecen formación sobre creación de empresas, así como asesoramiento técnico y empresarial a los emprendedores.

En el informe *University spin-outs in Europe-Overview and good practice*, de la Comisión Europea (2002) sobre la creación de *spin-offs* en Europa se señala que sólo el 10% de los programas de creación de empresas europeos se dedican exclusivamente a esta función; el otro 90% cubre también otras tareas vinculadas a la transferencia de tecnología.

En general, las *spin-offs* no tienen que compensar económicamente la ayuda que reciben desde las UCE ni desde la universidad. Sin embargo, al igual que está ocurriendo en las

universidades más importantes de EEUU, cada vez más universidades españolas proponen obtener un retorno por la ayuda y servicios prestados.

El programa pionero de apoyo al emprendedor universitario fue el programa Ideas creado en 1992 en la Universitat Politècnica de València. Le siguieron, en 1997, las universidades del País Vasco, Pública de Navarra y Complutense de Madrid. En el gráfico 21 se representa la evolución del número de unidades de apoyo a la creación de empresas constituidas en España. La mayoría de UCE se crearon durante el periodo 1998-2002, destacando el año 2000 durante el cual se constituyeron 10 UCE.

De las 37 UCE estudiadas en el análisis del programa Innova, el 41% ofrece apoyo para la creación de empresas a los emprendedores propios de la universidad, el 35% prestan sus servicios a cualquier emprendedor de la comunidad autónoma, independientemente de si está o no vinculado al entorno universitario, y el 11% está dirigido solamente a alumnos y ex alumnos. El resto se centra en acciones emprendedoras impulsadas por investigadores universitarios.

¹⁴OCDE (2003). *Turning science into business: Patenting and licensing at public research organizations*.

En general, las UCE prestan servicios de:

1. Consejo y asesoramiento sobre
 - la selección y definición de la idea de negocio
 - el desarrollo del plan de empresa
 - la dirección y gestión empresarial
 - las formas jurídicas
 - los requerimientos legales
 - el reclutamiento de personal
 - las patentes y derechos de propiedad
2. Ayuda a la búsqueda de financiación externa
3. Actividades de formación en creación de empresas
4. Espacio, infraestructuras y vivero en su caso para el establecimiento de la nueva empresa
5. Seguimiento y asesoramiento a empresas.

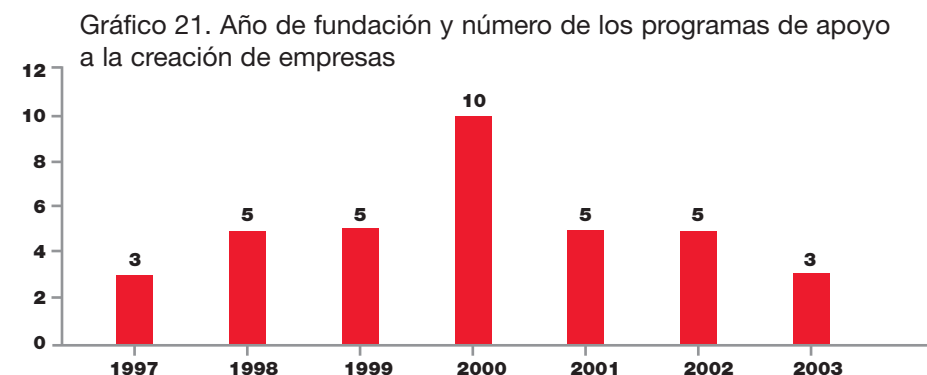
Casi la totalidad de las UCE prestan asesoramiento para la elaboración del plan de empresa, y un 80% aproximadamente desarrollan programas de formación a emprendedores.

El seguimiento que realizan las UCE de las *spin-offs* creadas es escaso. Más de la mitad de las UCE desconoce la trayectoria y supervivencia de las empresas

creadas pasados dos años de su constitución (A. Fidalgo, 2004).

Para favorecer el crecimiento y consolidación de las *spin-offs* creadas, las UCE deben apoyar y asesorar a los emprendedores no sólo durante la constitución de la empresa, sino también en las fases posteriores. Las UCE que mantienen contacto con las empresas después de su consolidación aseguran que el 92% de las empresas universitarias constituidas sobreviven el primer año, y el 84% sobreviven el segundo. El índice de supervivencia del primer año se sitúa en niveles similares al de las empresas en general,¹⁵ lo que resulta, en principio, contradictorio con el elevado riesgo propio de las *spin-offs* que se deriva de su entrada en mercados altamente innovadores.

La encuesta realizada por la Universidad Politécnica de Madrid sobre las ventajas y barreras encontradas por las *spin-offs* universitarias para su creación y consolidación pone de manifiesto que el 40% de las *spin-offs* universitarias se beneficiaron de los servicios prestados por la propia universidad, el 70% recibió apoyo por parte de las instituciones públicas regionales, y sólo el 20% afirmó haber hecho uso de los



Nota: con anterioridad a 1997 sólo se creó una UCE en 1992

Fuente: : F. Solé, 2004

servicios ofrecidos por las instituciones públicas nacionales o de los organismos privados.

Para su constitución, las *spin-offs* aseguran haber recibido mayoritariamente ayudas de tipo financiero (54% de las *spin-offs*), en forma de espacio para la incubación (46%), de formación (31%) y de servicios de asesoría (23%). El 57% de las *spin-offs* percibieron ayudas financieras por parte de las instituciones regionales, en más de la mitad de las cuales participó también la universidad. Sin embargo, la mitad de las *spin-offs* no considera haber recibido ayudas específicas por el hecho de ser universitarias. Por el contrario, detectaron vacíos de información relacionados con la financiación, la creación de empresas y la gestión administrativa, entre otros. Incluso un tercio de las *spin-offs* aseguran haber gozado de escasa financiación, lo que se atribuye a causas como la falta de información o la dificultad para acceder a las ayudas.

En opinión de los emprendedores, el asesoramiento de trámites legales, la financiación y la incubación les hubieran resultado de gran ayuda durante las primeras etapas de creación de su empresa. Una vez

constituida, los empresarios valoran ayudas en forma de subvenciones y avales, así como de formación y apoyo a la gestión comercial, y la asesoría legal y administrativa (A. Fidalgo, 2004).

En referencia a la financiación, el 59% de los programas de creación de empresas ofrecen información sobre ayudas económicas a los emprendedores en forma de capital semilla, de *business angels* y de cajas y bancos. Debido al escaso presupuesto con el que cuentan la mayor parte de las UCE, en muy pocas ocasiones es la propia unidad la que aporta una parte de la financiación. El 21% de las UCE, cuentan con un presupuesto anual inferior a 50.000 euros, cuya mitad se destina al desarrollo y consolidación de empresas. En líneas generales, cuanto menor es el presupuesto, menor es el seguimiento que se hace de las empresas ya creadas (programa Innova, 2004).

Tanto en la creación como a partir del primer año de vida de las *spin-offs*, los emprendedores encuentran problemas principalmente en la búsqueda de financiación. Hasta un 75% de las empresas que respondieron a la encuesta de la Universidad Politécnica de Madrid

¹⁵De acuerdo con los datos del informe de Demografía de empresas (1 de enero de 2004, DIRCE, INE), el 7,6% de las empresas que

figuraban en el DIRCE como activas durante 2002 han cesado todas sus actividades en 2003.

Cuadro 9. Proporción de fondos destinados a las diversas actividades de las UCE, distribuido por presupuesto disponible

Actividades	<50.000 €	>50.000 €	Total
Promoción y captación de personas e ideas	29,0%	26,6%	26,7%
Desarrollo y consolidación de las empresas	51,4%	41,3%	41,6%
Seguimiento y asesoramiento a las empresas	14,0%	22,7%	22,4%
Otras	5,6%	9,4%	9,2%

Fuente: F. Solé, 2004

Cuadro 10. Evolución del número de proyectos Neotec presentados y aprobados

	2002	2003	2004
Proyectos presentados	172	103	75
Proyectos aprobados	31	35	38
Proyectos aprobados a universidades	16	11	17
Aportación financiera	8,58 M€	9,5 M€	10,98 M€

Fuente: Elaboración propia basada en datos del CDTI

aseguraron tener problemas de liquidez. Asimismo, durante los primeros meses posteriores a su constitución, las *spin-offs* aseguran haber tenido dificultades para la búsqueda de clientes y la comercialización de sus productos. Estas dificultades son debidas a que muchos emprendedores no cuentan con formación empresarial específica, una formación que deben desarrollar las UCE.

La iniciativa de carácter nacional Neotec fue puesta en marcha en 2001 por el Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) con el objetivo de apoyar la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica en España. El programa ofrece asesoramiento sobre gestión empresarial y sobre preparación de planes de negocio, y pone en contacto a los emprendedores con entidades y organismos que apoyen sus proyectos empresariales. Asimismo, financia proyectos de empresas tecnológicas de reciente creación a través de créditos de un valor máximo de 300.000 euros.

A pesar de que en 2004 se presentaron a la convocatoria casi 30 proyectos menos que en 2003 y 100 menos que en 2002, el número de proyectos totales aprobados y la

Cuadro 11. Distribución de los proyectos Neotec (2004)

Por área tecnológica	Por Comunidad Autónoma	Por procedencia
Tecnologías de la información y las comunicaciones16	Madrid13	Universidades17
Biotechnología y salud6	Cataluña8	CSIC2
Materiales4	Valencia4	Centros tecnológicos2
Tecnologías químico-físicas4	País Vasco3	Otros17
Energías renovables3	Andalucía3	
Tecnologías de la producción y automatización2	Murcia3	
Agroalimentación2	Aragón2	
Medio ambiente1	Extremadura1	
	Navarra1	

Fuente: CDTI

aportación financiera han continuado su tendencia al alza. El número de proyectos concedidos a universidades en 2004 superó en seis los 11 proyectos aprobados en 2003 (cuadro 10) y se situó en niveles similares a los del año 2002, aspecto analizado en el Informe CYD 2004. Desde la primera edición convocada en 2001, la aportación económica del CDTI también ha seguido una evolución creciente, alcanzando en 2004 la cifra de 11 millones de euros.

Al igual que ocurría en 2002 y 2003, la mayor parte de los proyectos aprobados en 2004 pertenecían a las áreas de las tecnologías de la

información y las comunicaciones (16 proyectos) y de las biotecnologías, el medio ambiente y los recursos naturales, y la química (4 proyectos cada una).

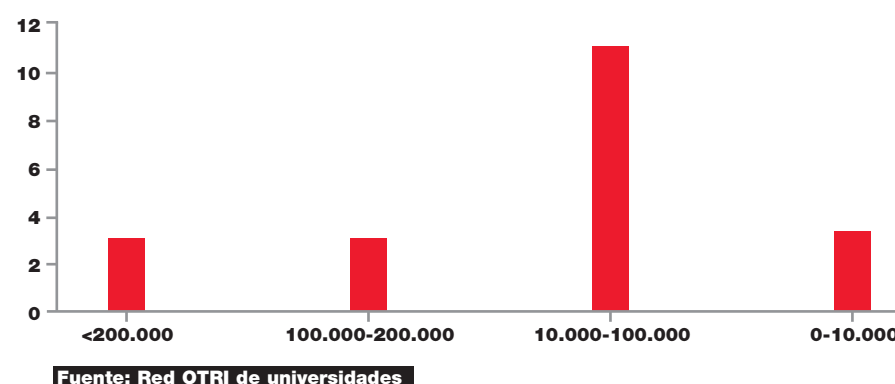
En 2004, las instituciones de las comunidades autónomas de Madrid, Cataluña y Valencia obtuvieron el mayor número de proyectos, con 13, 8 y 4 proyectos aprobados respectivamente (cuadro 11).

4.5 *La propiedad industrial e intelectual: las licencias de patentes*

Las licencias de patentes universitarias son una de las vías más avanzadas de transferencia de tecnología desde las universidades al sector productivo y a la sociedad en general. Consisten en la adopción de un acuerdo por el cual el propietario de la patente, en este caso la universidad, cede el uso de ésta a otra entidad, que a cambio del pago de cierta cantidad de dinero se asegura la concesión de la licencia de la patente para su explotación comercial durante un determinado periodo de tiempo. Mientras que en el caso de las *spin-offs* se explota de un modo interno un resultado de investigación creando una empresa desde la universidad, en el caso de las licencias de patentes lo que se hace es permitir la explotación del resultado investigador a una empresa externa ya existente.

La legislación actual en materia de derechos de la propiedad científica e intelectual, basada en la Ley de Patentes 11/1986, declara en su artículo 20 que el profesor tiene derecho a participar en la explotación comercial de un resultado de investigación. Esta participación de los docentes en los ingresos por licencias se debe acordar entre los profesores y la universidad, o bien estar regulado de una manera general por la propia universidad.

Gráfico 22. Ingresos en concepto de licencia en euros, año 2003



Los ingresos por licencias de las universidades españolas crecieron en el año 2003, aunque el volumen de estos ingresos sigue siendo muy reducido.

A medida que el número de patentes ha crecido en las universidades españolas, también lo ha hecho el número de licencias de estas patentes. Según datos de la Red OTRI de universidades, en el año 2003 las universidades españolas suscribieron 78 contratos de licencias, que proporcionaron unos ingresos totales de 1,7 millones de euros. En el año 2002, los ingresos por licencias fueron, tal como se presentó en el Informe CYD 2004, aproximadamente de 1 millón de euros, por lo que los ingresos por licencias se incrementaron en un 70%. El ingreso medio por licencia también aumentó. Mientras que en el año 2002 el ingreso medio por licencia era de casi 19.000 euros, en el año 2003 fue de casi 22.000 euros.

Sólo 22 universidades generaron ingresos por licencias en el año 2003. Además, 6 de estas universidades concentraron el 84% del total de ingresos por licencias.

De las 71 universidades españolas, sólo 22 generan ingresos por licencias a lo largo del año 2003. Esto representa un ligero incremento respecto del año 2002, en que las universidades que obtuvieron ingresos en concepto de licencias fueron 20. De estas 22 universidades, seis concentraban el 84% de los ingresos, lo que se traduce en que en la mayoría de las universidades los ingresos por este concepto sean muy reducidos, inferiores a los 100.000 euros (gráfico 22).

La comparación con los datos internacionales muestra el escaso desarrollo de la explotación de las licencias de patentes como medida de transferencia de tecnología en España. Los recientes resultados de un informe sobre OTRI universitarias de cuatro países europeos con datos del año 2003 (España, Alemania, Italia y Reino Unido) indican que, de promedio, una institución universitaria ingresa anualmente 205.000 euros. Una institución universitaria española media se sitúa en torno a los 42.000 euros anuales de ingresos por licencias, aproximadamente 5 veces menos que la media de estos países.

A pesar de que no existe ninguna institución de ámbito internacional que realice un cálculo sistemático

Cuadro 12. Licencias de patentes universitarias en euros, año 2003

Año 2003	Ingresos medios por licencia	Ingresos medios por institución	Ingresos por licencias por millón de euros de gasto en I+D
Reino Unido	76.544	308.243	8.118
Estados Unidos	214.241	5.005.455	21.677
Canadá	73.438	865.789	6.348
España	21.538	42.000	672

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AUTM, Unico-Nubs y Red OTRI

por países de los ingresos por licencias de las universidades, sí que existen casos de instituciones nacionales que en algunos países realizan una labor de este tipo, lo que permite realizar una comparación internacional. Mientras que los indicadores generales de nivel científico indican una buena situación relativa de las universidades españolas en el contexto internacional, los datos que proporciona el cuadro 12 son muy explícitos al mostrar la escasa transferencia tecnológica realizada mediante licencias de patentes en España. Sin embargo, hay que tener en cuenta que dichos resultados se refieren a tres países, Canadá, Estados Unidos y Reino Unido, que son considerados de referencia en la transferencia de tecnología desde las universidades.

Los ingresos medios por licencia son un indicador de la importancia y contenido tecnológico y científico de las mismas. Los 21.538 euros en España son claramente el valor más reducido, lejos de Estados Unidos (más de 200.000 euros), pero también de Reino Unido y Canadá.

Los ingresos por institución también son una medida válida de comparación del volumen de transferencia realizado, aunque este

indicador está fuertemente condicionado por el tamaño medio de la universidad en cada país. Como se observa en el cuadro 12, España se sitúa muy lejos del resto de países. Finalmente, los ingresos en concepto de licencias por millón de euros de gasto en I+D son una medida de resultados o de rentabilidad de la inversión en I+D de la universidad. En España, esta medida es de 672 euros de ingresos por cada millón de euros en gasto, que no llega a cubrir el 0,1% del total del gasto realizado. En Estados Unidos es de 21.676 euros, cifra que multiplica a la española por más de 30.

Mientras que los indicadores referentes a la creación de *spin-offs* en los mismos países indican que España se sitúa en este caso en una situación más semejante a la del resto de países (ver apartado 4.4), la comparación de estos indicadores con la transferencia de tecnología vía licencias muestra el escaso desarrollo de estas últimas en España. En este sentido, cabe señalar que no existe un consenso sobre cuál de las dos vías de transferencia de tecnología es preferible, aunque informes recientes (Informe Lambert, 2003) han destacado que las licencias pueden resultar una vía más eficiente. Las

spin-offs tienen la ventaja de que los propios agentes que han desarrollado la tecnología, es decir, los que conocen mejor las ventajas y limitaciones de ésta, son los que llevan a cabo la comercialización. Además, las *spin-offs* aportan una salida a aquellos investigadores o doctorandos que no tienen cabida en el sistema público de universidades. Por otra parte, las licencias tienen la ventaja de que la empresa a la que se licencia la tecnología conoce tanto el mundo empresarial como las características del sector comercial en el que opera, por lo que es posible que la eficiencia sea mayor. La elección entre *spin-off* y licencia es compleja, y se debe considerar individualmente cada caso.

Los datos existentes apuntan a que España se sitúa en términos de *spin-offs* por institución en niveles próximos a los del resto de países considerados. Por el contrario, en el caso de las licencias, los bajos ingresos generados y el reducido número de universidades involucradas ponen de manifiesto que las universidades españolas deben realizar en el futuro un esfuerzo muy importante para acercarse a los países más avanzados en lo que se refiere a ingresos por licencias.

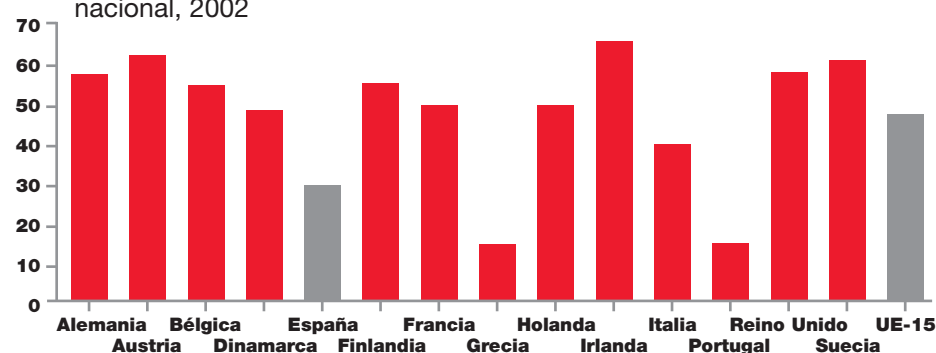
4.6 *La movilidad del personal investigador: la incorporación de personal científico a las empresas*

El porcentaje de investigadores en empresas sobre el total de investigadores en España es claramente inferior al de la UE-15. España se sitúa además entre los países europeos con un porcentaje más reducido.

Una de las principales maneras de transferir la tecnología desde las universidades al sistema productivo es mediante la incorporación de personal científico a las empresas. En este sentido, España se encuentra muy por debajo de los niveles medios de la Unión Europea. Así, mientras que en España solamente el 30% de los investigadores están desarrollando su labor en empresas privadas, la cifra correspondiente a la UE-15 es del 48%, según datos del informe *Main Science and Technology Indicators Volume 2004/2* de la OCDE (gráfico 23). El dato correspondiente a España es solamente superior al de Grecia y Portugal.

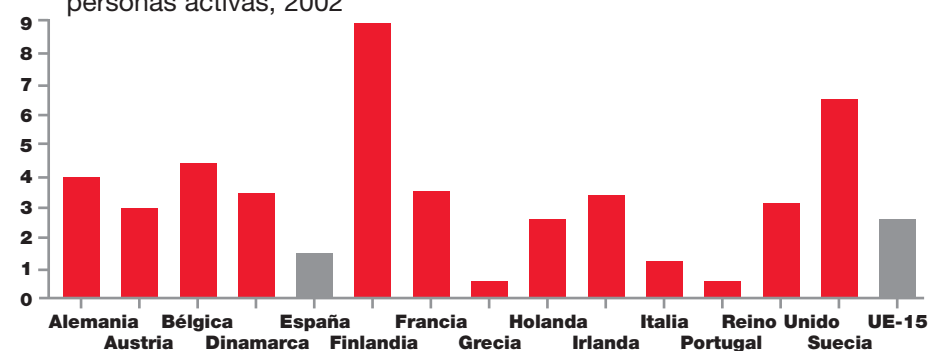
En España, además, el número de investigadores en empresas por 1.000 habitantes es inferior al de la Unión Europea. Tal y como se observa en el gráfico 24, España sólo supera en este indicador a Italia, Portugal y Grecia, mientras que se encuentra muy alejada de los países europeos

Gráfico 23. Porcentaje de investigadores en empresas sobre el total nacional, 2002



Fuente: OCDE

Gráfico 24. Número de investigadores en empresas por cada 1.000 personas activas, 2002



Fuente: OCDE

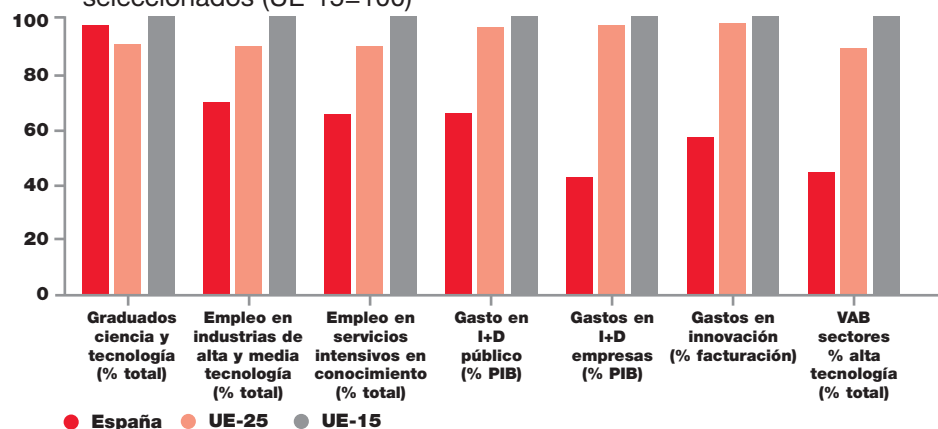
que registran un mayor valor: Finlandia (9 investigadores por 1.000 habitantes) y Suecia (más de 6).

En el gráfico 25 se muestra la posición relativa de España en comparación con la UE-15, en una serie de indicadores seleccionados del sistema de innovación. En él se observa que según el informe *European Innovation Scoreboard* (2004) de la Comisión Europea, la proporción de graduados en ciencia y tecnología sobre el total es similar en España y en la Unión Europea. El problema radica más bien en la baja capacidad investigadora e innovadora del sistema productivo español, como muestran los indicadores de gasto en I+D empresarial respecto al PIB y gastos

en innovación respecto de la facturación. La propia estructura del sistema productivo también es, tal y como ya se puso de manifiesto en el Informe CYD 2004, un condicionante importante, con un reducido peso del valor añadido bruto de los sectores industriales de alta tecnología sobre el VAB manufacturero total y del empleo en servicios intensivos en conocimiento y sectores de alta y media tecnología.

Con el objetivo de corregir el bajo nivel relativo de investigadores en la empresa española, se han desarrollado una serie de políticas de fomento a la incorporación de personal altamente cualificado en las empresas.

Gráfico 25. Posición relativa de España en algunos indicadores seleccionados (UE-15=100)



Fuente: Comisión Europea

Aunque el 30% de los investigadores desarrollan su actividad en las empresas, si se tiene en cuenta, específicamente, a aquellos que tienen el grado de doctor, el porcentaje se reduce a menos del 10% (Pino *et al*, 2003). Este porcentaje tan pequeño se debe, en parte, a que la finalidad esencial de los estudios de doctorado ha sido tradicionalmente la formación de futuros docentes e investigadores para las universidades, y no para la empresa. Otros factores han sido la insuficiente consideración de las empresas y la sociedad en general hacia los doctores y que los doctorados no suelen incorporar competencias que puedan requerir las empresas y otras organizaciones ajenas a la universidad.

Estas deficiencias en el sistema de innovación español pueden ser corregidas en parte mediante políticas públicas de fomento de la incorporación de investigadores y doctores a la empresa, tales como la Acción IDE y el programa Torres Quevedo. La Acción IDE (Incorporación de Doctores a la Empresa) fue la precursora del programa Torres Quevedo,¹⁶ que es el programa actualmente vigente y que también fue objeto de análisis en el Informe CYD 2004.

El programa Torres Quevedo, vigente desde finales del 2001, tiene como objetivo subvencionar la contratación de doctores y tecnólogos en el sector privado. Hasta abril del 2005 se han concedido 978 ayudas para contratos.

El programa Torres Quevedo fue el que continuó la labor que vino desarrollando la Acción IDE desde 1997 hasta el año 2001. Con el objetivo de incorporar doctores y tecnólogos¹⁷ a empresas, concede subvenciones para cofinanciar la incorporación de éstos a centros tecnológicos y asociaciones empresariales para la realización de actividades de I+D e innovación.

Los conceptos que se contemplan en la realización de actividades de I+D e innovación incluyen estudios de viabilidad técnica previos a actividades de investigación industrial, proyectos de investigación industrial, proyectos de desarrollo tecnológico y estudios de viabilidad técnica previos a actividades de desarrollo tecnológico.

En cuanto a la ayuda, cabe decir que se cofinancia el coste de la contratación, esto es, tanto el salario como la cuota empresarial de la

Seguridad Social, y que la ayuda máxima es del 75% del coste de contrato en investigación industrial y del 50% en desarrollo tecnológico. Los porcentajes de ayudas se incrementan en un 10% en aquellos proyectos o estudios en los que el investigador contratado se incorpore a un centro de trabajo ubicado en una de las regiones consideradas menos desarrolladas (art. 87.3.a. del Tratado de la Unión Europea), y que son Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, Murcia, Ceuta y Melilla. La duración de las ayudas oscila entre un mínimo de un año y un máximo de tres años. Las ayudas para la segunda y tercera anualidad de contrato se reducen en un 10% anual respecto a la ayuda concedida para la primera anualidad. En cualquier caso, la intensidad de la ayuda resultante será siempre al menos del 25% del coste de contratación indicado al inicio. Finalmente, la retribución bruta del doctor o tecnólogo es acordada libremente entre la empresa y el investigador, sin que existan mínimos obligatorios.

La evaluación y selección de las solicitudes corresponde a la ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y

Prospectiva) y al CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial).

La convocatoria actualmente vigente del programa Torres Quevedo presenta diversas novedades respecto a anteriores convocatorias, entre las que cabe destacar que las actividades de I+D para las que el investigador puede ser contratado se amplían, se mejoran los mecanismos de contacto e información entre candidatos y empresas, y se amplían las características de las empresas que pueden participar en el programa. Es decir, se flexibilizan las condiciones de participación en el programa, con vocación de generalizar la inserción de doctores y tecnólogos en empresas, de manera que han desaparecido las limitaciones de salario mínimo y de situación del centro de trabajo.

Desde que se inició el programa Torres Quevedo a finales del 2001, hasta marzo del 2005 se han realizado un total de 1.485 solicitudes, habiéndose aprobado un total de 978 contratos, con lo que el ratio contratos/solicitudes se establece en el 65,9%. Las ayudas aprobadas totales ascienden a 23,3 millones de euros, mientras que la inversión realizada por las empresas y otras entidades en personal Torres

¹⁶Véase el recuadro de la Acción IDE incluido en este capítulo.

¹⁷Un tecnólogo se define como la persona licenciada o ingeniera que tiene una experiencia previa de I+D+i de al menos un año en áreas relevantes para la actividad que desarrolle la entidad contratante.

Quevedo ha sido de 35 millones de euros.

Asimismo, las ayudas acumuladas hasta marzo del 2005 en el programa Torres Quevedo se han destinado en un 54% a la contratación de tecnólogos y en un 46% a la contratación de doctores. Por lo que respecta a las entidades beneficiarias, el 68% son pymes, el 25% son centros tecnológicos y el 7% restantes grandes empresas.¹⁸ Por otro lado, el 72% de las ayudas se han dirigido a proyectos de investigación industrial y el 28% a estudios de viabilidad.¹⁹ Por comunidades autónomas, las ayudas se han destinado principalmente a Cataluña (25%), seguida del País Vasco (20%), Andalucía (11%), Castilla y León (10%) y la Comunidad Valenciana (10%).²⁰

En el cuadro 13 se presenta la distribución de los contratos por área científico-técnica. Se observa la preponderancia de la biología molecular, celular y genética; la química; la ciencia y tecnología de los materiales; y las ciencias de la computación y tecnología informática.

Finalmente, entre las características de los contratados en el programa

Cuadro 13. Número de contratos concedidos según área científico-técnica*

	Número (total)	Porcentaje (total)
AGRICULTURA	18	2%
BIOLOGÍA MOLECULAR, CELULAR Y GENÉTICA	117	13%
BIOLOGÍA VEGETAL, ANIMAL Y ECOLOGÍA	69	8%
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS	37	4%
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES	93	11%
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍA INFORMÁTICA	85	10%
CIENCIAS DE LA TIERRA	21	2%
ECONOMÍA	7	1%
FÍSICA Y CIENCIAS DEL ESPACIO	28	3%
FISIOLOGÍA Y FARMACOLOGÍA	37	4%
GANADERÍA Y PESCA	28	3%
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	6	1%
INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA	48	5%
INGENIERÍA MECÁNICA, CIVIL Y AERONÁUTICA	60	7%
MEDICINA	19	2%
QUÍMICA	94	11%
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA Y DE LAS COMUNICACIONES	72	8%
TECNOLOGÍA QUÍMICA	28	3%

* No se dispone de datos de la primera convocatoria, ya que no se incluía entre la información a presentar por los solicitantes.

Fuente: MEC

Torres Quevedo destaca, por ejemplo, que el 61% de los contratados han sido hombres y el resto mujeres, y que el 95,3% de los beneficiarios tenían la nacionalidad española. De los contratados extranjeros, destacan los británicos (20% de los contratos con extranjeros).

Conclusiones

El análisis de los modos de transferencia de conocimiento y tecnología entre las universidades y las empresas en España permite concluir que:

- La financiación empresarial de la I+D universitaria, indicador del grado en que la investigación

universitaria responde a las necesidades del sistema productivo, ha seguido una tendencia decreciente en el periodo 2002-2003 hasta situarse en el 6,4% del total de gastos universitarios en I+D en el año 2003. Esta evolución es contraria a la experimentada entre 2000 y 2001, en que alcanzó un porcentaje

¹⁸ Estos datos estadísticos no incluyen asociaciones empresariales, ya que la información no incorpora datos de la última convocatoria.

¹⁹ De igual manera que sucede con las asociaciones empresariales, los proyectos de desarrollo tecnológico y sus estudios de viabilidad previos no aparecen, debido a que es

una novedad de la última convocatoria, y los datos estadísticos aún no lo incorporan.

²⁰ El peso de la Comunidad de Madrid es de sólo el 2%, porque está sometida a restricciones por áreas.

del 8,7%, tal como se presentó en el Informe CYD 2004.

- En la financiación privada de la I+D universitaria influye el grado en que la investigación se ajusta a las necesidades productivas, la propia calidad investigadora de la universidad y la proximidad geográfica. El 61% de la financiación de la I+D universitaria proviene de entidades públicas y privadas de la misma comunidad autónoma de la universidad. Asimismo, las empresas de mayor tamaño son las que financian en mayor medida la investigación universitaria.
- En el periodo 2001-2003 el 4,05% de empresas innovadoras cooperaron con las universidades, porcentaje inferior al 5,5% correspondiente al periodo 1998-2000, lo que pone de manifiesto las dificultades a las que se enfrenta el aumento de las relaciones en innovación entre universidades y empresas.
- El porcentaje de empresas innovadoras en España está 11 puntos por debajo del de la UE-25. Asimismo, mientras que en Europa cooperaron en innovación el 19% de las empresas innovadoras, en España sólo lo hicieron el 9,9%. Sin embargo, cuando las empresas españolas cooperan en innovación,

tienden a hacerlo con una mayor propensión con la universidad que en la mayoría de países de la UE.

- El 70% de las empresas españolas que cooperaron en innovación con universidades en 2003 están, de acuerdo con el estudio “La universidad y la empresa española” de la Fundación CYD, satisfechas o muy satisfechas con los resultados obtenidos. Un mayor conocimiento por parte de las empresas de las capacidades y posibilidades de la investigación universitaria se podría traducir en un incremento de la cooperación en innovación entre universidades y empresas.
- En el año 2003, el volumen de fondos gestionados por las Fundaciones Universidad-Empresa (Red FUE) creció un 4,7%. Por su parte, el volumen de contratos de I+D y transferencia de tecnología gestionados por la Red OTRI de universidades aumentó un 2,3%. En ambos casos, los incrementos son sustancialmente inferiores a los experimentados en el año 2002, que fueron del 15,5% y del 15% respectivamente.
- Las universidades españolas han experimentado un importante desarrollo en materia de creación de *spin-offs*: hasta diciembre del año 2000 se habían creado 18 *spin-offs*, por 39 en 2001, 65 en

2002 y 87 en 2003, concentradas en su mayoría en las universidades politécnicas.

- En 2004, 37 universidades contaban con alguna UCE (Unidad de Creación de Empresas), de las cuales sólo el 10% se dedica exclusivamente a la creación de las mismas, pues el otro 90% cubre también otras tareas vinculadas a la transferencia de tecnología. Solamente el 8% de las UCE realizan un seguimiento de las empresas después de su creación, lo que no beneficia su consolidación y crecimiento. Las *spin-offs* universitarias han experimentado en general dificultades para la obtención de financiación, y valoran positivamente la existencia de ayudas económicas, formación, apoyo a la gestión comercial, y asesoría legal y administrativa.
- De entre los programas de apoyo a la creación de empresas de base tecnológica destaca la iniciativa Neotec del Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). El número de proyectos aprobados a universidades en el año 2004 ha sido de 17,6 más que en 2003, mientras que en 2002 se aprobaron, tal como se presentó en el Informe CYD 2004, 16 proyectos.

- Las licencias de patentes siguen siendo en el año 2003 una vía de transferencia de tecnología muy poco explotada en las universidades españolas. Como se indicó en el Informe CYD 2004, los ingresos por licencias fueron muy reducidos y en el año 2003 se situaron en 1,7 millones de euros, frente a 1 millón en el año 2002. Además, los ingresos por licencias por millón de euros de gasto en I+D son 30 veces menos que los de EEUU, y 12 veces menos que los del Reino Unido. Otros indicadores, como los ingresos medios por licencia y los ingresos medios por institución en concepto de licencias, evidencian también la escasa atención que se ha dedicado en las universidades españolas al desarrollo de las licencias de patentes como instrumento de transferencia tecnológica.
- Los ingresos por licencias se concentran en unas pocas universidades, ya que el 84% de los mismos corresponden a seis universidades.
- En España, tanto el número de investigadores por 1.000 habitantes como el porcentaje de investigadores en empresas sobre el total de investigadores está muy por debajo del de los países

europeos más avanzados. El programa Torres Quevedo tiene por objetivo la incorporación de investigadores y doctores a las empresas. Desde 2001 hasta abril de 2005, se han concedido 978 ayudas, siendo las pymes (68%) las principales beneficiarias. Las comunidades de Cataluña (25%), País Vasco (20%) y Andalucía (11%) concentraron la mayor parte de las ayudas.

En conclusión, la información analizada en el presente informe, correspondiente a las relaciones universidad-empresa en materia de innovación y transferencia de conocimientos y tecnología, siguen poniendo de manifiesto, tal como se señaló en el Informe CYD 2004, las debilidades existentes y el retraso respecto a los países más avanzados. Aunque algunos indicadores, y en particular los que

se refieren a la creación de *spin-offs* universitarias, han mostrado en el último año una evolución positiva, la mayoría de los datos más recientes correspondientes a indicadores, tales como la financiación empresarial de la I+D universitaria, la cooperación en innovación entre universidades y empresas, el volumen de contratos gestionados por la Red FUE y la Red OTRI de universidades o las licencias por patentes, apuntan hacia un cierto

estancamiento en la relación entre universidades y empresas en el ámbito de la I+D y de la innovación.

Grandes equipamientos científicos y su aprovechamiento industrial

1. Barcelona Supercomputing Center. Centro Nacional de Supercomputación

Felipe A. Lozano Nieto, Business Development Manager, Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación

El Ministerio de Educación y Ciencia, la Generalitat de Catalunya y la Universitat Politècnica de Catalunya, tomaron la iniciativa de crear el Centro Nacional de Supercomputación a principios de 2004, con el claro objetivo de dotar a la nación de una infraestructura de supercomputación imprescindible para el avance de la ciencia en nuestra sociedad, y prepararla de esta forma para el reto tecnológico que supondrá el año 2007, en el que se realizará un esfuerzo importante en materia de alta tecnología a nivel europeo. El Barcelona Supercomputing Center es el Centro Nacional de Supercomputación en España. Creado en 2005, ha heredado toda la tradición del bien conocido CEPBA (Centro Europeo de Paralelismo de Barcelona), incrementada con la incorporación de MareNostrum, el supercomputador más potente de Europa, y quinto del mundo, de acuerdo con la lista top500 de junio de 2005. Los recursos humanos del centro se situarán en torno a las 120 personas durante el año 2006, el 80% de ellas dedicadas directamente a la investigación.

Investigación

La principal actividad del BSC es la investigación en tres áreas definidas: tecnologías de la información (supercomputación y arquitectura de computadores), ciencias de la vida y ciencias de la tierra. Además, se ofrece un conjunto de servicios relacionados.

Todas estas actividades son complementarias entre sí y están estrechamente relacionadas. En este sentido, se ha establecido un bucle multidisciplinar: El hecho de tener una estrecha relación con la industria y la ciencia no informática mejora la comprensión de sus necesidades y ayuda a focalizar la investigación básica y orientarla a mejorar esas prácticas. El resultado es

muy positivo para el trabajo de investigación y para mejorar el servicio a la sociedad.

El BSC se define como un centro de investigación. Ésta es la razón por la que el énfasis principal se pone en estas actividades, que conducen al BSC a convertirse en un centro de excelencia, en lugar de una mera instalación de supercomputación.

Sin embargo, el BSC no pretende ser únicamente un centro de investigación en supercomputación, sino que también quiere ser un centro de investigación en otras áreas, como ciencias de la vida, de la tierra y otras.

Supercomputación

La investigación básica en supercomputación ha sido completamente heredada del CEPBA, que ha evolucionado hacia el área de investigación en supercomputación dentro del BSC. Se focaliza en un conjunto de tareas que cubren los niveles más bajos del software de sistema. La siguiente lista describe brevemente las principales líneas que estructuran la investigación y alrededor de las cuales son llevadas a cabo las actividades de investigación internas y los proyectos financiados externamente. Aunque enumeradas como líneas de investigación separadas, la filosofía del BSC es mantener una interacción muy cercana entre los temas y las personas implicadas, lo que llamamos una “web tecnológica”.

- Herramientas para análisis de rendimiento
- Modelos de programación
- Sistemas de almacenamiento
- Sistemas Grid y *clusters*
- Sistemas complejos y *e-business*.
- Paralelización de aplicaciones

Arquitectura de computadores

Los temas básicos de investigación en arquitectura de computadores son una continuación de la investigación hecha por el grupo High Performance Computing, perteneciente al departamento de arquitectura de computadores de la UPC. Este centro, con un excelente registro de publicaciones, ha llamado la atención a los principales actores en el ámbito de los procesadores de alto rendimiento.

La siguiente lista cubre las principales actividades que están siendo llevadas a cabo con y sin financiación externa. A pesar de que estos temas han sido inicialmente desarrollados independientemente, la infraestructura proporcionada por el BSC permitirá integrarlos más si cabe, con el objetivo de que todas las áreas se beneficien simultáneamente de sus desarrollos y logros.

- Escalabilidad de procesadores superescalares y VLIW para explotar paralelismo de instrucciones de alto nivel.
- Técnicas de microarquitectura para reducir el consumo de potencia y energía.
- Coprocesadores vectoriales para explotar paralelismo a nivel de datos, y coprocesadores para aplicaciones específicas.
- Calidad de servicio en entornos *multithreaded* para explotar el paralelismo a nivel de *thread*.
- Técnicas de *profiling* y optimizado para mejorar el rendimiento de aplicaciones específicas.

Ciencias de la vida

El programa de ciencias de la vida se beneficiará de la potencia del supercomputador para obtener una comprensión más profunda del comportamiento de los organismos vivos. Las áreas de interés incluyen:

- Análisis genómico.
- Data *mining* de bases de datos biológicas.
- Biología de sistemas.
- Predicción de plegado de proteínas.
- Estudio de interacciones moleculares y mecanismos enzimáticos y diseño de fármacos.

Ciencias de la tierra

Las líneas de investigación relativas a ciencias de la tierra en el BSC heredan la experiencia del Laboratorio de Modelado Ambiental (LMA-UPC). Las áreas de investigación se focalizan en proyectos que pueden ayudar a entender la dinámica de los procesos de la tierra, principalmente relativos a la respuesta de la tierra a las fuerzas y la influencia antropogénicas.

- Predicción de la calidad del aire y concentraciones de contaminantes fotoquímicos gaseosos (por ejemplo, ozono troposférico) y partículas.
- Transporte de polvo del Sáhara (*outbreaks*) del Norte de África hacia el continente europeo y su contribución a los niveles de partículas.
- Modelado del cambio climático. Esta área de investigación está dividida en:
 - Interacción de la calidad del aire y el cambio climático (forzando el cambio climático).
 - Impacto y consecuencias del cambio climático a escala europea.

Servicios

Además de las actividades de investigación, el BSC ofrece servicios a investigadores de la comunidad académica, así como a compañías industriales:

- Servicios de computación: Ofreciendo la potencia de computación de nuestras máquinas paralelas.
- Formación: Organizando seminarios técnicos, conferencias y cursos específicos.
- Transferencia de tecnología: Desarrollando proyectos para la industria, así como cubriendo nuestras necesidades de investigación académica y de servicios internos. Nuestras principales áreas de experiencia en supercomputación son: herramientas de análisis de rendimiento, paralelización de aplicaciones, sistemas operativos, compiladores y arquitectura de sistemas.

Aplicaciones industriales

A continuación se describen algunas de las aplicaciones industriales más representativas de la supercomputación, organizadas por áreas.

Farmacía

La industria farmacéutica española, localizada de manera especial en Cataluña es una de las tradicionalmente más innovadoras. En los últimos años ha realizado un gran esfuerzo para adaptar sus estructuras al escenario del desarrollo de fármacos en la era posgenómica. Muchas de estas empresas tienen pequeños laboratorios de cálculo liderados por jóvenes investigadores formados en los mejores centros de investigación nacionales e internacionales. No obstante, por la inversión que representa, ninguna de estas empresas cuenta con grandes recursos computacionales, lo que limita su capacidad competitiva respecto a las grandes multinacionales del sector.

MareNostrum es un instrumento ideal para el cálculo intensivo en tareas de modelización molecular. Ello lo convierte en una herramienta de gran potencialidad para la industria farmacéutica en tareas de diseño de fármacos, donde es preciso realizar un gran volumen de cálculo en un corto periodo de tiempo a fin de permitir un diálogo constante con los grupos de química médica. Aspectos concretos de la investigación farmacéutica en los que MareNostrum será imbatible incluyen: 1) simulaciones de dinámica molecular de moléculas biológicas, 2) modelados de *docking* inverso, 3) cribado masivo de bases de datos guiado por condiciones de farmacóforo, 4) *docking* masivo de quimiotecas a receptores biológicos y 5) *docking* proteína-proteína y DNA-proteína.

Química

La química es una de las ciencias que más rápidamente ha hecho suyo el uso del cálculo como herramienta fundamental para la racionalización, estructuración y predicción de fenómenos experimentales en su área de conocimiento. La

empresa química no ha sido una excepción en este terreno y son numerosas las empresas químicas en las que la computación tiene un papel clave en el proceso de investigación.

MareNostrum tiene una gran potencialidad para resolver problemas de química teórica que sean paralelizables, sea a nivel de entrada o a nivel de proceso de cálculo. Por ello, es una herramienta única para simulaciones de: 1) reactividad química de pequeñas y medias moléculas, 2) predicción de productos minoritarios en procesos de síntesis, 3) predicción de productos de degradación química o fotoquímica, 4) modelización del comportamiento de quimiotecas obtenidas por química combinatoria o paralela, 5) diseño de catalizadores, 6) estudio de superficies.

Biología

La biología ha sido tradicionalmente una técnica meramente experimental, pero en la última década ha incorporado el uso del ordenador como una herramienta fundamental en su trabajo diario y, en la actualidad, es una de las ciencias más dependientes de cálculo. Todo ello ha venido de la mano del desarrollo de los proyectos Genoma y de la irrupción de la bioinformática como especialidad troncal en la investigación biológica y biotecnológica.

El número de empresas de base biotecnológica en España es muy elevado, pero las compañías suelen ser muy pequeñas y con una capacidad limitada de accesos a grandes instalaciones. Ello ha hecho que se estructuren en torno a parques científicos y tecnológicos y a grandes instalaciones. No obstante, no disponen de acceso a grandes recursos de cálculo como los del Centro Nacional de Supercomputación que les permita ser competitivos en aspectos de: 1) análisis masivo de secuencias, 2) minería de bases de datos de secuencia y de estructura, 3) procesamiento de datos de genotipado, o 4) modelización molecular.

Ciencias de la tierra

Los principales proyectos en el área de ciencias de la

tierra consisten en la modelización en el entorno del sistema climático, a nivel atmosférico, hidrológico y oceanográfico, utilizando las capacidades de MareNostrum para poder trabajar en escalas de alta resolución, inferior a 1 km². Escala espacial que la compresión y gestión de dichos sistemas está exigiendo.

Los modelos de simulación y de predicción de la situación presente y de escenarios futuros son aplicables a la difusión de contaminantes en la atmósfera y en el mar, a la predicción de los campos de vientos y la explotación de energías renovables, pero sobre todo al principal problema ambiental actual, que es el cambio climático inducido por la actividad humana.

En estos momentos se empieza a tener una imagen bastante fiable de lo que puede representar el cambio climático a una escala global, pero no a escalas regionales y locales, que es donde los efectos se van a dejar notar y donde se pueden producir cambios drásticos, que afectan al medio económico, energético, social, turístico, etc. Por ello es fundamental mejorar tanto los aspectos de conocimientos acerca del funcionamiento del sistema tierra, como es el caso, por ejemplo, de la influencia de los aerosoles en el balance radiativo, tanto de origen antropogénico como natural (transporte de polvo desde los desiertos: a España le afecta de una forma directa el polvo desde el Sáhara), sino también conocer el conjunto de interacciones entre los diferentes elementos del sistema, y su incidencia en las condiciones de vida y salud.

El actual modelo energético está entrando en una fase de cambio y de un mayor grado de diversificación. El aprovechamiento de las energías renovables, como la eólica y la solar, van a necesitar de una previsión en detalle horario para poder sacar todo el provecho posible de las mismas a fin de que puedan cubrir los aumentos de demanda energética y, si es posible, reducir el uso de los combustible fósiles. Ello requiere el manejo de bases de datos importantes, y con unos niveles de información geográfica y territorial muy

elevados. Integrando los diferentes sistemas del medio natural, como son las distintas metodologías actualmente disponibles, con integración de las medidas en superficie con la información que se deriva de los satélites, y todo ello en tiempo real, lo cual requiere una alta potencia de manejo de información y de cálculo.

Mención aparte merecen los sistemas de predicción meteorológica, que han sido tradicionalmente grandes consumidores de recursos de supercomputación (hasta la llegada de MareNostrum, el ordenador del Instituto Nacional de Meteorología era el supercomputador más potente de España, mientras que el del European Centre for Medium-Range Weather Forecast en UK era el más potente de Europa). Pero, especialmente, se está en condiciones de poder predecir la evolución de la calidad de aire con una elevada resolución espacial y temporal, del mismo modo que hoy en día se efectúa para el tiempo. Ello es fundamental tanto en términos de salud como en términos de gestión ambiental, donde el mandato de las directivas europeas ya es actualmente una exigencia, como es el caso del ozono. También para ello es necesario un elevado grado de gestión de la información unido a una elevada potencia de cálculo.

Ingeniería

El sector de la ingeniería, especialmente el vinculado a la industria aeronáutica y automovilística, ha sido tradicionalmente un gran usuario de recursos de supercomputación. Desde los orígenes de esta tecnología, las empresas de ingeniería y los departamentos de I+D de las grandes empresas aeronáuticas y automovilísticas se han dotado de los mejores supercomputadores para realizar cálculos intensivos sobre sus prototipos, con el objetivo de simular su comportamiento futuro en fases tempranas de su desarrollo. La integración de estas herramientas en el ciclo de desarrollo de los proyectos ha permitido mejorar el *time-to-market*, costes y calidad de sus productos.

Las simulaciones realizadas se han centrado en diferentes aplicaciones:

- Estudios de dinámica de fluidos, con el objetivo de simular tanto el comportamiento interno como el externo que presentarán los productos en condiciones reales. El fin último de este tipo de simulaciones será la creación de un túnel del viento virtual, que sustituirá completamente a las extremadamente caras pruebas físicas realizadas hasta ahora.
- Pruebas de choque, en las que se simula el comportamiento de los productos ante los impactos que puedan sufrir durante su vida útil.
- Análisis de desgastes y roturas, mediante los que se estudia el comportamiento futuro de los productos durante su utilización habitual.

Otras áreas de aplicación

La ciencia y tecnología de los materiales, que comprende el estudio de materiales estructurales y funcionales, su crecimiento y síntesis, el estudio y diseño de nuevos materiales, la nanociencia y la nanotecnología. El BSC puede ayudar en estudios de simulación de propiedades y procesos relacionados con nuevos materiales, tanto a nivel macro como micro. Los retos a afrontar en este campo están relacionados con la reactividad química en superficies, el diseño de materiales con propiedades predefinidas, la nanotecnología, los biomateriales o el almacenamiento de energía.

La física, que engloba la física de altas energías, la fusión nuclear, los sistemas complejos, la física estadística, la fluidodinámica y la físico-química, en los que existen elevadas necesidades de supercomputación.

El área de “Astronomía y Espacio”, que comprende astrofísica teórica, cosmología, astrofísica observacional y exploración espacial. En este entorno se realizarán proyectos relacionados con la explotación eficiente de los recursos observacionales existentes, el análisis masivo de datos y la integración de modelos y datos. El BSC establece relaciones con los

observatorios, centros de excelencia e instalaciones espaciales.

La geología y, en particular, el estudio de prospecciones petrolíferas constituyen un área donde la supercomputación es básica para reducir los costes de dichas prospecciones, existiendo compañías con grandes recursos de supercomputación dedicados en exclusiva a mejorar sus estudios de campo.

Tecnologías de la información

Transversalmente a los sectores industriales mencionados anteriormente, el sector de las tecnologías de la información es, en sí mismo, un gran usuario de la supercomputación.

Independientemente de que sea el proveedor principal de los recursos de supercomputación, tanto de hardware como de software, necesita utilizar los propios sistemas desarrollados con el objetivo de:

- Ayudar al resto de sectores en la mejora continua de sus propios productos y servicios.
- Analizar el comportamiento de los mismos con el objetivo de desarrollar los supercomputadores del futuro.

El Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputación posee una experiencia de más de 20 años en estas áreas y es reconocido en el ámbito internacional como uno de los centros de excelencia en supercomputación y arquitectura de computadores.

2. El proyecto español de fusión y su impacto en el entorno tecnológico-industrial

Joaquín Sánchez. Director Laboratorio Nacional de Fusión. CIEMAT

El dispositivo de fusión TJ-II

El dispositivo experimental TJ-II, en operación en el CIEMAT desde 1997, es un sistema de confinamiento magnético, diseñado para generar fluidos a alta temperatura (plasmas) en condiciones próximas a las necesarias para la obtención de reacciones de fusión nuclear.

Dentro de los sistemas de confinamiento magnético, TJ-II es un “Stellarator de eje magnético helicoidal”. La mejor manera de definir el Stellarator es resaltar sus diferencias con la otra gran familia de sistemas de confinamiento magnético, el “Tokamak”: en el Tokamak, el campo que confina el plasma se crea en parte con bobinas magnéticas y en parte mediante una corriente eléctrica que circula por el propio plasma, que es un buen conductor. En el Stellarator se colocan bobinas magnéticas en cantidad y geometría adecuadas para que el campo confinante quede completamente establecido sin necesidad de una corriente en el plasma. El Tokamak es más sencillo en su ingeniería y tiene menores costes de construcción (menos bobinas y más simples), pero permite un menor control sobre el plasma y, sobre todo, no puede operar de manera continua porque la corriente en el plasma se genera por inducción: lo hace en “impulsos”. El Stellarator es más

difícil y costoso de construir pero permite un mejor control y, al no requerir la inducción de corriente en el plasma, puede operar en estado estacionario, es decir: con todas las corrientes en las bobinas constantes.

A efectos prácticos, la simplicidad del Tokamak le ha permitido ir más rápido en la “carrera” hacia la fusión energéticamente rentable, sin embargo, el Stellarator se presenta como un candidato más adecuado de cara al reactor comercial, en el que la operación estacionaria y estable primará sobre una ingeniería más compleja. Actualmente existen Stellarators en funcionamiento o en construcción en España, Alemania, EEUU, Japón, Australia y Rusia.

Dentro del concierto internacional, TJ-II es un dispositivo de tamaño medio, con un diámetro exterior de 4,6 metros, un radio del plasma de 0,2 metros y un campo magnético de 1 tesla. Sus propiedades básicas son la posibilidad de tener configuraciones muy diferentes con sólo cambiar las corrientes en las diferentes bobinas (flexibilidad) y la de operar de manera estable con altas presiones del plasma (gracias a su eje helicoidal).

La génesis y desarrollo del proyecto

El proyecto de Fusión magnética TJ-II fue una de las primeras propuestas científicas de cierta envergadura que se hizo al Programa Marco de investigación de la Unión Europea tras la adhesión de España en el año 1986.

La propuesta fue el resultado de un análisis estratégico y de un laborioso proceso de preparación a lo largo de los años previos. Por un lado, el atractivo de participar en el Programa de Fusión Europeo era innegable: el Programa estaba en funcionamiento desde los años sesenta, involucraba atractivos desarrollos tecnológicos y movilizaba recursos del presupuesto comunitario por un valor de aproximadamente 200 millones de euros anuales. Pero, por otro lado, encontrar sitio dentro del Programa no era sencillo: a mediados de los años ochenta había más de 20 dispositivos Tokamak funcionando en Europa, acababa de comenzar su andadura el JET (el Tokamak más grande del mundo, propiedad de la Unión Europea, con un coste del orden de 500 millones de euros) y estaban en proyecto otros tres Tokamaks de tamaño medio, con costes de inversión de aproximadamente 100 millones de euros cada uno. En este escenario, era evidente la dificultad de sumarse al programa realizando una contribución

novedosa en el mundo de los Tokamak, a no ser que se estuviera dispuesto a realizar una inversión de centenares de millones de euros. Por su parte, los mecanismos de participación en el programa eran muy exigentes: si se quería conseguir la subvención “preferencial” para un proyecto (que suponía el 45% del coste de la inversión), había que realizar una propuesta en dos fases: en una primera fase un equipo internacional de expertos analizaba la utilidad estratégica del experimento propuesto dentro del Programa Europeo; en una segunda fase, otro equipo analizaba la viabilidad del proyecto desde el punto de vista técnico y teniendo en cuenta los recursos humanos y económicos comprometidos por el Gobierno del país proponente.

En esta situación, si se proponía otro gran Tokamak, se necesitaba una inversión española en torno a los 100 millones de euros para cubrir el 55% de la inversión y la formación en muy corto tiempo de un equipo humano de grandes proporciones. Otras posibilidades eran la de proponer un dispositivo competitivo en una línea alternativa menos saturada (la línea Stellarator) o bien la, más modesta, de participar en el JET u otros proyectos destacando allí personal y ocasionalmente asumiendo la construcción de algunos sistemas auxiliares.

Entre estas dos últimas posibilidades se optó por la construcción de un dispositivo experimental propio, en la línea Stellarator, con una doble finalidad: participar en el desarrollo de la fusión como fuente de energía inagotable y medio-ambientalmente aceptable y, al mismo tiempo, involucrar al sistema nacional de ciencia y tecnología, así como a la industria, en los desarrollos del Programa Europeo.

En este sentido, anticipándose a la adhesión española a la UE, desde 1984, un grupo de ingenieros y científicos del CIEMAT llevaba trabajando en colaboración con colegas del Oak Ridge National Laboratory (EEUU) y del Max-Planck Institut für Plasmaphysik (Alemania), en la concepción y diseño del dispositivo. El proyecto pasó con éxito el examen

estratégico en el mismo 1986 y, tras tres años de diseño detallado, recibió la aprobación técnica de la UE (para la cual era requisito previo el compromiso del Gobierno español de cofinanciar el proyecto). Esta aprobación garantizaba la subvención del 45%. La construcción duró 7 años y a finales de 1996 se pudo generar y medir la configuración magnética del TJ-II. Un año después se obtuvieron los primeros plasmas de alta temperatura.

El presupuesto inicial fue de 32 millones de euros. Este presupuesto se refería a las inversiones en el dispositivo y sus sistemas auxiliares. Cabe señalar que al final de la construcción del TJ-II el presupuesto realizado en euros (en aquella época se trabajaba con su antecesor, el ecu) fue levemente inferior al previsto inicialmente (aproximadamente un 2% por debajo). Quedaban fuera de este presupuesto los gastos de personal (unos 1,5 millones de euros anuales) y las inversiones en equipos de diagnóstico (cerca de 1 millón de euros anuales durante cuatro años), que estaban sujetos a una subvención menor (25 %) por parte de la UE.

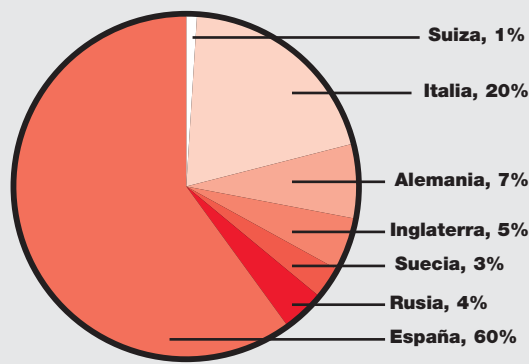
Las implicaciones para la industria española

Como señalábamos, uno de los objetivos del TJ-II era introducir a la industria española en el Programa de Fusión de la UE: conseguir que empresas españolas participaran en la construcción del TJ-II y a partir de ahí en los concursos de equipos y servicios tanto de los proyectos nacionales de los países miembros como de los proyectos conjuntos (JET, ITER).

De nuevo, el camino no se presentaba fácil: el Programa de Fusión, a diferencia de otros programas científicos internacionales, no aplica criterios de “justo retorno”: los contratos se adjudican a la empresa que presenta la oferta más competitiva en relación calidad/precio dentro de las técnicamente aceptables, sin que exista ningún elemento diferenciador en función del país de origen de los ofertantes. Esto llevaba a las empresas españolas a competir basándose en puras reglas de mercado a la hora de participar.

El resultado fue que, en la construcción del TJ-II, empresas españolas realizaron suministros y servicios por valor del 60% del presupuesto. La figura 1 muestra la participación de las industrias en función del país de origen. Como curiosidad, aparece una participación rusa del 4%, que corresponde al suministro de generadores de radiofrecuencia (53 GHz), tecnología en la que Rusia es una gran especialista. Dado que la aportación de la UE fue del 45% del total, ya se puede hablar, en la propia construcción del TJ-II, de un nivel de retorno industrial por encima del 100%: el Estado español puso 17,5 millones de euros y los retornos industriales fueron de 19,2 millones.

Figura 1. Participación de las industrias de los diferentes países en la construcción del TJ-II.



En esta fase de construcción, cabe destacar la adjudicación a la empresa española JEMA de uno de los mayores contratos, el sistema eléctrico principal, con un coste de 7,5 millones de euros. La adjudicación, dejando de lado ofertas de empresas europeas muy consolidadas y que tenían un precio levemente más alto, supuso una apuesta por la participación de la empresa española, que a la larga se ha revelado como un éxito, ya que, desde la finalización de su contrato en el TJ-II, JEMA ha ganado concursos en el Programa Europeo que triplican el presupuesto de aquel contrato.

El TJ-II supuso sobre todo para la empresa española desarrollos en sistemas eléctricos de potencia,

sistemas de control, refrigeración y sistemas mecánicos. En el concierto europeo, parte de esta distribución se ha repetido: compañías españolas han desarrollado sistemas mecánicos y eléctricos y ha aparecido un elemento nuevo: estudios de ingeniería aplicados al proyecto internacional ITER.

En los desarrollos mecánicos cabe destacar la fabricación por parte de INGOVI (actualmente absorbida por TELSTAR) de fuentes de iones para el sistema de calentamiento de plasma en JET y la estructura soporte principal del Stellarator superconductor W7X de Greifswald (Alemania), realizada por ENSA. En los sistemas eléctricos de alta potencia, JEMA ha realizado la fuente de alta tensión para el Tokamak TCV de Lausana, las fuentes de alta tensión para el calentamiento de plasma en JET y fuentes para bobinas magnéticas en W7X.

Los desarrollos adjudicados en sistemas mecánicos totalizaron aproximadamente 6 millones de euros, mientras que los suministros eléctricos han sobrepasado los 22 millones. De hecho, tras muchos años sin participación industrial en el JET, nuestro país se ha convertido en los últimos cinco años en uno de los mayores suministradores de grandes equipos (aquellos que salen a concurso europeo) para este proyecto.

Otro de los capítulos de interés ha sido la realización de estudios de ingeniería para ITER, con participación de empresas españolas a través de consorcios europeos. Aquí cabe destacar a SENER y Empresarios Agrupados que, unidas en un consorcio español denominado IBERTEF (Ibérica de Tecnología de Fusión), constituyen aproximadamente el 10% de un gran consorcio europeo (EFET), en el que participan Framatome, NNC, Ansaldo, Siemens y Belgatom, entre otras compañías.

En contratos adjudicados a EFET, IBERTEF ha trabajado en tecnologías de control remoto, ingeniería mecánica, seguridad e ingeniería de planta, obteniendo contratos por aproximadamente 2 millones de euros. Por otro lado, dos consorcios españoles, encabezados

por IBERINCO e integrados por compañías que habían realizado trabajos para el programa de fusión del CIEMAT (Elytt Energy, JEMA...) han recibido recientemente la adjudicación de contratos para trabajos de ingeniería mecánica y eléctrica para ITER por un valor total de 4,6 millones de euros. En esa misma adjudicación, EFET recibió un contrato de 3,6 millones para estudios de ingeniería de planta.

Como resumen, la construcción del TJ-II le ha costado al presupuesto del Estado aproximadamente 17,5 millones de euros y en contrapartida empresas españolas han ganado contratos por 19 millones en el TJ-II y aproximadamente 36 millones en el resto del Programa Europeo.

Capítulo aparte merece la candidatura de Vandellós para el emplazamiento del proyecto internacional ITER. Esta candidatura difícilmente se hubiera podido plantear sin un programa nacional de fusión consolidado. En primer lugar, porque este programa aportaba el conocimiento técnico para realizar la propuesta y resolver las cuestiones planteadas por los diferentes comités examinadores; en segundo, porque era una garantía de las capacidades españolas de cara a los socios internacionales del proyecto (EEUU, Japón, Corea, Rusia, China y la Unión Europea) y, en tercero, porque la presencia de representantes españoles en las estructuras y comités del Programa Europeo de Fusión permitían una defensa adecuada de la candidatura.

Esta candidatura, que finalmente cedió ante la propuesta francesa de Cadarache, y que estuvo cerca de traer a nuestro país uno de los mayores proyectos científicos de la historia, tuvo también una rentabilidad en términos industriales. Por un lado, supuso un aumento de prestigio de las capacidades científico-técnicas españolas en muchos ámbitos en los que la competición Vandellós-Cadarache tomó notoriedad. Por otro lado, la propia preparación del emplazamiento supuso un volumen de contratos de más de 2 millones de euros para ingenierías españolas (principalmente IBERTEF), financiados por la UE, que además han quedado muy bien situadas de cara a los futuros

trabajos de preparación del emplazamiento en Cadarache. Por último, como resultado de la negociación final, nuestro país obtuvo la sede de la agencia que gestionará los aproximadamente 2.000 millones de euros que Europa dedicará a contratos industriales para la construcción de ITER. Esta agencia, que se situará en Barcelona, tiene actualmente un presupuesto de funcionamiento para 2006 de aproximadamente 7,5 millones de euros, 2,5 en servicios básicos y 5 para personal especializado, parte de él español.

Si realizamos una valoración económica global aproximada, el proyecto de fusión español supondrá en cómputo acumulado en el periodo 1996-2006 (incluyendo los gastos de construcción del TJ-II, costes de personal, mantenimiento, mejora y desarrollo de sistemas auxiliares):

- Contribución presupuestaria española: 113 millones de euros
- Subvención de la UE: 38 millones de euros
- Diferencia: 75 millones de euros
- Gasto en equipamiento y servicios importados: 43 millones de euros
- Gasto en equipamiento y servicios nacionales: 50 millones de euros
- Costes de personal: 20 millones de euros
- Ventas de las empresas españolas al Programa Europeo: 36 millones de euros.

Como conclusión, aparte de los beneficios científicos, técnicos y de los beneficios industriales indirectos, el programa de fusión español le ha costado en ese periodo al presupuesto nacional 75 millones (20 de los cuales han ido a parar a costes del personal) y ha movilizado un volumen de negocio para las industrias españolas de 86 millones de euros.

3. El Gran Telescopio de Canarias (GTC)

Francisco Sánchez, Instituto Astrofísica de Canarias

El Gran Telescopio Canarias (GTC), con un presupuesto de construcción de 100 millones de euros, es el primer proyecto de “Gran Ciencia” liderado por España, y construido en más de un 70% por empresas del país, las cuales, gracias a la experiencia adquirida en ello, han aumentado su competitividad y visibilidad internacional. (*)

Este telescopio es una gran instalación dedicada a la investigación en ciencia básica y a su uso por empresas del sector espacial para la exploración del espacio cercano, como banco de pruebas de instrumentos de detección y análisis de la luz de los astros, previo a su embarque en satélites, o bien para experimentos de comunicaciones ópticas entre la tierra y vehículos espaciales.

Las exigencias tecnológicas del telescopio y la instrumentación del GTC llevan al límite a las tecnologías existentes, forzando la innovación tecnológica en las empresas participantes en su construcción. Una vez en funcionamiento, la actualización continua de la instrumentación astrofísica mantendrá viva la demanda de nuevas tecnologías.

El GTC es un telescopio óptico-infrarrojo de última generación, con espejo primario segmentado de 10,4 m. de diámetro, pensado para llegar a lo más profundo del Universo con gran definición, gracias a su diseño y a sus ópticas activa y adaptativa.

Cuando en 2006 entre en servicio, será el telescopio de mayor superficie colectora del mundo y el más avanzado del momento.

Se está instalando en el Observatorio del Roque de Los Muchachos (Garafía, isla de La Palma), perteneciente al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Allí, geografía y clima se unen proporcionando unas condiciones excepcionales para la observación astronómica. El

observatorio se halla por encima del “mar de nubes”, a 2.400 m sobre el nivel del mar, donde, gracias a los vientos alisios, la atmósfera es estable y muy transparente. Además, desde 1988 una ley protege la calidad del cielo sobre los observatorios del IAC, convirtiéndolos en una verdadera “reserva astronómica”, en la que se encuentran instalados telescopios e instrumentación científica de 62 instituciones de 19 países. Su conjunto constituye el European Northern Observatory.

Dispondrá de una poderosa y avanzada instrumentación focal:

1. Osiris (Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy) podrá obtener imágenes directas del cielo en el rango visible y realizar espectroscopia de varios objetos a la vez.
2. CanariCam podrá “detectar” el calor de las estrellas. Será capaz de obtener imágenes, hacer espectroscopia, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio.
3. Elmer es el instrumento de repuesto sencillo, pensado para hacer imagen y espectroscopia de baja resolución en el rango visible. Será capaz de obtener imágenes convencionales con filtros de banda ancha y estrecha.
4. Emir es un espectrógrafo multiobjeto de gran campo que trabajará en el infrarrojo cercano. Instrumento de segunda generación (que entrará en servicio algunos años después), será clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo. Permitirá obtener espectros para muchas fuentes simultáneamente al usar el método de máscaras multirrendija.

Gracias al conjunto de esta moderna instrumentación, a la calidad óptica del telescopio y a su emplazamiento en las cumbres de Canarias, se espera que el GTC produzca avances muy significativos en el conocimiento del Cosmos. Con él se podrán llegar a

“ver” los objetos más distantes y los más débiles de nuestro Universo.

Con el GTC distinguiremos sistemas planetarios en estrellas de nuestros alrededores, podremos acercarnos al conocimiento de la materia oscura, y descubrir, oculto tras las densas nubes moleculares, el “nacimiento” de estrellas y otros objetos celestes. Será posible, entre otras muchas cosas, “ver” las galaxias más alejadas y los cuásares, reconstruyendo así la evolución y la historia de nuestro Universo desde el Big Bang.

La construcción del gigante la está llevando a cabo una empresa pública, Gran Telescopio de Canarias SA (Grantecan), de la Administración General del Estado y de la Comunidad Autónoma de Canarias. En ella trabajan unos 50 profesionales, organizados en las diferentes áreas tecnológicas en las que se organiza el proyecto: óptica, mecánica, electrónica y control, instrumentos, gestión, etc.

Participan minoritariamente en el proyecto la Universidad de Florida, por parte de Estado Unidos, y el Instituto de Astronomía de la UNAM y el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica, por parte de México.

(*) ALGUNAS DE LAS EMPRESAS QUE PARTICIPAN:

EMPRESAS ESPAÑOLAS QUE PARTICIPAN EN LA CONSTRUCCIÓN DEL GTC:

Más de un centenar de empresas españolas participan en este proyecto. Algunas como contratistas directos de Grantecan y, las más, como subcontratistas. Cabe destacar algunas de ellas como referencia:

- ACS (Madrid). Realizó la construcción de la obra civil.

- CESA (Construcciones Españolas de Sistemas Aeronáuticos) (Madrid). Ha construido los actuadores de los segmentos del espejo primario y los sistemas de soporte pasivo de los segmentos.
- IDS-UTE, formada por las empresas Serviport e Imasde Canaria (Las Palmas de Gran Canaria). Fabrica los 168 sensores de borde del espejo primario que medirán las deformaciones en superficie y la distancia entre segmentos para que el sistema de control pueda compensar posteriormente esos cambios.
- LV SALAMANCA ING. (Madrid). Realizó el diseño de detalle (o proyecto constructivo) del edificio del GTC. Actualmente actúa como dirección facultativa en la fase de construcción de la obra civil.
- NTE (Nuevas Tecnologías Espaciales) (Barcelona). Diseñó y construyó los mecanismos de movimiento del espejo secundario. También ha fabricado las cabezas de los CCD donde se ubican los detectores de los sistemas de adquisición, guiado y calibración del GTC para los focos Nasmyth.
- UTE GMU, formada por las empresas GHESA (Madrid), URSSA (Vitoria) y Moncainsa (Las Palmas de Gran Canaria). GHESA es una empresa de ingeniería de Madrid que pertenece al Grupo de Empresarios

Agrupados. URSSA es una empresa de construcción metálica de Vitoria. Moncainsa es una empresa de instalaciones industriales con sede en Las Palmas de Gran Canaria y que pertenece al grupo nacional Cobra. Diseñaron y construyeron la Cúpula.

- UTE SG, formada por las empresas GHESA (Madrid) y Schwartz-Hautmont (Tarragona). Diseñaron y construyeron la estructura metálica del telescopio y sus mecanismos de movimiento. Schwartz-Hautmont es una empresa de construcción metálica de Tarragona. Construyó la estructura metálica del Keck I, de las cúpulas de los telescopios del proyecto Magellan y de múltiples antenas parabólicas de seguimiento de satélites.

CENTROS ESPAÑOLES IMPLICADOS

- Varios centros y departamentos universitarios:
 - Universidad Politécnica de Cataluña
 - Universidad de La Laguna
 - Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
 - Universidad Complutense de Madrid
 - Universidad Politécnica de Madrid
- IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias)

EMPRESAS EXTRANJERAS

Entre otras, cabe citar a:

- AMOS (Advanced Mechanical and Optical Systems), (Lieja, Bélgica): Fabricación de los sistemas de adquisición, guiado y calibración del GTC para los focos Nasmyth y del espejo terciario.
- IA-UNAM y CIDESI (México): Fabricación de la cámara de verificación.
- E2V: Suministro de los detectores destinados a los sistemas de adquisición, guiado y calibración para los focos Nasmyth.
- SAGEM-REOSC (París, Francia): Pulido de los segmentos del espejo primario y del espejo secundario.
- SCHOTT (Alemania): Fabricación de los sustratos de los segmentos del espejo primario.
- VTD (Vakuumtechnik Dresden GmbH) (Dresde, Alemania). Fabricación de la planta de recubrimientos para los espejos

Ejemplos de colaboración universidad-empresa

1. Grupo Antolín y la universidad

Fernando Rey de las Peñas, Director de Innovación y Marketing del Grupo Antolín

Grupo Antolín es una compañía familiar, con sede en Burgos, dedicada al desarrollo, fabricación y venta de componentes del interior del automóvil. Sus orígenes se remontan a los años cincuenta, cuando desde el pequeño taller mecánico de su padre, los hermanos Avelino y José Antolín deciden participar en el desarrollo incipiente de la industria de automoción en España, suministrando piezas con tecnología adquirida en su mayor parte en el extranjero. Su relación con la universidad está ligada a su propio proceso de desarrollo del negocio.

Su historia es la del crecimiento de esta industria en nuestro país hasta principios de los años noventa en que se presenta ante ellos la decisión más importante de su vida: el salto a la implantación internacional como única salida ante el fenómeno de la globalización. La familia Antolín decide aceptar el reto que otros muchos rechazaron en nuestro país.

Esta nueva etapa se caracteriza por dos factores claves:

- 1 - La expansión mundial del tejido industrial, comercial y de ingeniería: 9.000 personas en 20 países, 77 plantas de producción y 18 centros técnico-comerciales constituyen hoy día el soporte de las operaciones del grupo en el mundo.
- 2 - El paso del desarrollo y venta de "piezas simples" a la generación de funciones complejas del vehículo: módulos o sistemas.

Tres son hoy los productos estratégicos del GA:

- función techo (mejor expresado en inglés, *overhead*, todo lo que se encuentra por encima de la cabeza)
- función puerta
- función asiento.

Su crecimiento de ventas ha sido constante desde entonces, a un ritmo superior al 15% anual, alcanzando en el año 2004 los 1.588 millones de euros.

En el año 93, GA crea una nueva dirección de I+D en su comité de dirección y la sociedad GA Ingeniería en Burgos. Es la materialización de una apuesta por el conocimiento tecnológico y la innovación como punto de apoyo de este crecimiento.

Esta nueva dirección tenía como misión:

- Incorporar el conocimiento tecnológico necesario para acompañar la evolución de la estrategia del GA.
- Incorporar y formar los recursos humanos que desplegaran ese conocimiento a través de la empresa. De una treintena de personas dedicadas a I+D en 1993 se ha pasado a más de 600 en 2004, 350 de las cuales en el centro técnico de Burgos.
- Desplegar una red de centros de desarrollo de producto junto a los centros de decisión de los clientes.
- Conocer e integrar en la organización las tendencias del mundo del automóvil.

Es ahí donde la colaboración con la universidad resultó imprescindible.

Dos son los pilares fundamentales sobre los que la universidad sustenta su actividad, la docencia y la investigación, y Grupo Antolín necesita de ambas en su desarrollo como compañía multinacional. Por un lado, necesita disponer de una cantera de ingenieros suficientemente preparados para incorporarse en tiempo real al vertiginoso tejido industrial del automóvil, y, por otro, precisa del conocimiento y capacidad investigadora de que dispone la universidad.

La universidad, a su vez, no puede estar al margen del mundo industrial que la rodea. Sus titulados deben estar formados en las últimas corrientes tecnológicas, y sus investigadores deben trabajar en las líneas estratégicas que aporten valor añadido a las empresas y a la sociedad en general. El encuentro universidad / empresa es por tanto un encuentro inevitable, pues ambas crecen más y mejor juntas que por caminos separados.

Aunque la colaboración con la Universidad de Burgos y Valladolid data de los años ochenta para la resolución de problemas industriales concretos, es a principios de los noventa cuando adquiere su carácter estratégico. En su política de modularización de producto, GA necesita de manera urgente implementar progresivamente conocimientos multidisciplinarios en diversos dominios:

- Materiales
- Simulaciones informáticas
- Electricidad y electrónica
- Acústica y vibraciones
- Ergonomía
- Procesos industriales
- Seguridad
- Iluminación
- Etc...

Las dos líneas fundamentales de GA para responder a este reto han sido: la creación de CIDAUT con la Universidad de Valladolid en 1993 y la colaboración con la recién creada Universidad de Burgos en 1994.

CIDAUT

En el seno de la Universidad de Valladolid, un grupo de profesores con la responsabilidad de la Dirección de

Investigación, adscrita al Vicerrectorado de Investigación, se planteó crear una estructura que permitiera una relación fructífera con el entorno empresarial de la región. En la primera etapa se creó el Centro de Transferencia de Tecnología-OTRI, que permitía abrir una ventana hacia las necesidades del entorno y las capacidades de la universidad, así como la estructura de gestión necesaria.

Un paso también en esa dirección consistió en generar foros de debate en toda la región, poniendo en contacto administración, universidades y empresas, con objeto de reflexionar y descubrir las mejores soluciones para establecer vías de colaboración eficaces y perdurables en el ámbito de la investigación, desarrollo e innovación como mejora competitiva de las empresas.

En esos debates se reflejó el excelente potencial académico de los estudiantes formados en las universidades de la región, pero alejado de los objetivos próximos de las empresas, que en muchos casos no veían la necesidad de realizar actividades de I+D o de innovación. Igualmente se constató la sensación de que la estructura de las universidades era demasiado pesada para dar respuesta ágil y eficaz a las demandas empresariales, con unos objetivos poco estimulantes para el personal investigador.

Se trataba pues de romper ese bucle, donde no se realizaba investigación porque no se sentía la necesidad de ella y los estudiantes, por el contrario, se formaban para necesidades no demandadas en la región. Analizadas otras experiencias, se planteó como solución la creación de nuevos modelos que sirvieran para hacer confluir a los grupos de investigación más activos, las empresas y las administraciones en el desarrollo industrial basado en el I+D+I. Este modelo se concretó en la figura de centros tecnológicos privados sin ánimo de lucro.

La iniciativa condujo a la creación de CIDAUT (Centro de Investigación y Desarrollo en Automoción) en 1993, creado por profesores de la Escuela Técnica Superior

de Ingenieros Industriales de la UVA y las empresas más significadas del sector en la región, con un apoyo decidido de la Administración. En paralelo, la Administración regional, consciente de esta necesidad, decidió invertir recursos destinados al desarrollo regional (FEDER) en el apoyo a la creación de estas estructuras de colaboración.

El éxito de la creación e inmediato desarrollo de CIDAUT no habría sido posible si no hubiesen concurrido una serie de circunstancias específicas en los años 1992 y siguientes. Entre éstas hay que citar la gran crisis del sector de automoción, debido a la transferencia a la industria auxiliar de competencias basadas en la generación de tecnología como elemento diferenciador, lo que supondría un crecimiento significativo en un mercado cada vez más globalizado. Entre aquellas empresas que entendieron esta crisis como una posibilidad de cambio y por tanto una oportunidad de crecer se encontraba el Grupo Antolín, que hizo de la I+D un punto de apoyo estratégico para presentarse ante un mercado cada vez más exigente.

La creación de la dirección de I+D en 1993, con el apoyo de CIDAUT para las acciones estratégicas de generación de tecnología, hizo posible recorrer un camino tremendamente difícil, exigente pero estimulante para un grupo de jóvenes universitarios que compartían el mismo objetivo: transformarse en profesionales mucho más experimentados y con una clara vocación empresarial.

La colaboración con CIDAUT fue pues esencial durante los cinco primeros años. GA se benefició inmediatamente de la generación compartida de un conocimiento tecnológico que fluía a la velocidad de sus necesidades y, por otra parte, de un vivero de jóvenes bien preparados en las distintas disciplinas que surgían como indispensables para el desarrollo de los nuevos productos demandados por el mercado. Así fueron desarrollándose las áreas de materiales, acústica y vibraciones, seguridad, procesos, simulaciones informáticas, etc... GA integró pues progresivamente ese conocimiento y a algunas de las personas que lo

generaron, hasta alcanzar el tamaño crítico para soportar su despliegue internacional.

En el año 2000, CIDAUT pasó a ser Fundación para Investigación y Desarrollo, manteniendo su carácter de utilidad pública, asociado a su objeto social de I+D+i, hasta el día de hoy, en el que trabajan en CIDAUT cerca de 300 personas y su inversión en infraestructura tecnológica totalizará a finales de 2005 alrededor de 50 millones de euros.

En el Plan Estratégico 1999-2003 se pensó que un desarrollo más completo y ambicioso del potencial innovador del personal del Centro requería extender su campo de actuación para cubrir una mayor implicación en ámbitos como la creación de empresas y la colaboración en proyectos empresariales en una dimensión acorde con el grado de desarrollo del Centro en esos momentos. Durante esos años se trabajó para perfilar un esquema que permitiría un desarrollo profesional completo de los investigadores/tecnólogos del Centro, de tal forma que un estudiante que empezara a colaborar con CIDAUT podría acabar su vida profesional bien dentro del Centro, bien en una de las iniciativas empresariales. Al mismo tiempo se continuó extendiendo su colaboración a un mayor número de empresas, y a un ámbito más amplio, cubriendo los sectores de transporte (automóvil, ferrocarril, aeronáutica, infraestructuras de seguridad) y energía y medio ambiente.

Todo ello condujo en 2004 a la creación de empresas *spin-off* y empresas participadas, actualmente en fase de expansión basada en la generación de tecnología del Centro con las empresas colaboradoras. Para poder coordinar esta actividad se ha creado recientemente CIDAPI, CIDAUT Participaciones Industriales.

Universidad de Burgos

Antecedentes

A finales de los 80 y principios de los 90 surgen las primeras colaboraciones entre las fábricas de aquella empresa familiar de los hermanos Antolin y las

facultades y escuelas situadas en Burgos, pero dependientes aún de la Universidad de Valladolid. Estas colaboraciones surgen de los procesos productivos y basan su éxito en la voluntad comprometida de unos pocos científicos y profesionales.

El crecimiento de la colaboración entre GA y la UBU ha ido íntimamente ligado al crecimiento propio de ambas instituciones. En 1993 se crea la dirección de I+D GA y con ella aparecen los primeros proyectos de ingeniería avanzada, dando continuidad a los trabajos de mejora de los procesos productivos.

Los centros universitarios burgaleses adquieren su independencia en 1994, dando lugar al nacimiento de la Universidad de Burgos. El nuevo equipo rectoral encabeza un marcado compromiso de la Universidad con su entorno social y empresarial, lo que, unido al incuestionable compromiso de GA con la ciudad, fomenta el crecimiento de las líneas de trabajo conjunto.

● 2001-2003

Dos hitos importantes cambian el rumbo de la colaboración UBU-GA: la inauguración del edificio de I+D de la Universidad llamado SCAI (Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación), y la creación de la Fundación General de la Universidad de Burgos (FGUBU) bajo el amparo de la propia Universidad. Si el primero provee el espacio necesario para el desarrollo de ambiciosos proyectos de innovación, la FGUBU, cuyo fin es el fomento de la cooperación entre la Universidad de Burgos y los agentes económicos y sociales de su entorno, aparece como el brazo ágil y flexible de la pesada maquinaria de la Universidad.

A través de la FGUBU se firman una serie de convenios de colaboración en todas las áreas de conocimiento estratégicas para Grupo Antolin, que a su vez aporta financiación y a sus profesionales más cualificados. Cuatro de estas líneas se llevan a cabo en el SCAI: diseño industrial, cálculo y seguridad, fabricación virtual y desarrollo de sistemas mecánicos. Otras se desarrollan en las instalaciones de GA: acústica,

materiales metálicos, orgánicos, electrónica, confort, etc.

Más de un centenar de becarios, 113 actualmente, forman parte de estos convenios, adquiriendo una formación especializada y participando en los equipos de proyecto. Todos ellos comienzan su andadura en su etapa de pregrado, bien realizando prácticas como complemento formativo, bien cumpliendo con su último requisito académico en el caso de las ingenierías: el proyecto fin de carrera. El 80% de ellos continúa su formación a través de las becas de postgrado de hasta dos años de duración. GA se nutre de este equipo cantera, y así 22 pasan a la plantilla de la empresa en este periodo. Otros finalizan prematuramente este proceso formativo al incorporarse al mundo laboral en otras empresas de nuestro entorno. Sólo un pequeño porcentaje finaliza la etapa formativa completa sin una perspectiva laboral inmediata.

● 2004

La cooperación conducida por la FGUBU queda consolidada con la implicación de los equipos humanos y técnicos de GA y con la creación de células de investigación compuestas por becarios de postgrado en las instalaciones de la Universidad, equipadas en parte con cargo a los convenios de colaboración. El siguiente paso consiste en implicar a los investigadores de la Universidad en los equipos, creando grupos conjuntos de investigación compuestos por investigadores de GA, de la UBU y de un equipo de becarios postgraduados, que acometen proyectos de investigación más ambiciosos.

Para dar cobertura a las acciones consolidadas y para abrir la puerta a las nuevas figuras de cooperación, aparece la Cátedra Grupo Antolin. Esta cátedra permitirá ser el marco en el que desarrollar trabajos específicos de innovación con los departamentos universitarios y equipar a los grupos conjuntos de investigación de material informático y de ensayos que serán puestos a disposición del resto de la comunidad universitaria. Pero, fundamentalmente, permitirá aglutinar la formación que reciben los becarios sobre

acústica, seguridad, electrónica, competencias profesionales, idiomas, programas avanzados de CAD, de CAE, etc., en un curso de postgrado fruto de la cooperación universidad-empresa.

● 2005-2007

El crecimiento continuado implica la necesidad de contar con mayores recursos. Es necesario aprovechar la posibilidad de acceso de la universidad a diferentes fondos de subvención y/o financiación. Así pues, el equipo rectoral de la UBU, apoyado incondicionalmente por GA, se abre definitivamente al mundo exterior lanzando el Parque Científico-Tecnológico de la Universidad de Burgos. Las líneas principales de inversión del parque se determinan conjuntamente, permitiendo a la Universidad dotarse de un equipamiento avanzado y diferencial frente a otras universidades, y abriendo a GA y a otras empresas la posibilidad de nuevas vías de investigación, que mejoren la calidad de sus productos.

Esta figura de parque dentro de la Universidad pretende dar cobertura a la generación de nuevas empresas, incluso de *spin-off* dentro de la propia Universidad, que permitan a la sociedad en general rentabilizar uno de sus mayores activos, la universidad.

Conclusión

La obtención de beneficios por ambas partes alimenta el éxito de la colaboración. Esta aventura que Grupo Antolin ha vivido, inicialmente con la Universidad de Valladolid y posteriormente con la Universidad de Burgos, es manifiestamente extrapolable a cualquier otra combinación empresa-universidad, puesto que los beneficios son evidentes y al alcance de la mano:

- La empresa incrementa su capacidad investigadora y dispone de un equipo cantera preparado en su actividad, disminuyendo, entre otros, los costes asociados a la formación de cualquier profesional de reciente incorporación.
- La universidad acrecienta su prestigio, al aumentar la calidad de la formación que ofrece a sus alumnos, y adquiere los recursos necesarios para estimular a sus

equipos de investigadores en el lanzamiento de líneas de investigación estratégicas.

- Por último, los becarios, para los que todo son beneficios, complementan su última etapa formativa con una aplicación práctica de sus conocimientos, y

adquieren a continuación una formación especializada y tecnológicamente puntera (además de una primera experiencia profesional) que les abre las puertas del mercado laboral.

En definitiva, se optimiza el aprovechamiento de un

recurso que es de todos, la universidad, y a su vez ésta percibe las necesidades de su entorno, aumentando la calidad de sus instalaciones y la de sus investigadores, y pudiendo ofertar cada vez más y mejores servicios a la sociedad.

2. Relaciones universidad-empresa: Experiencia de IBM

Pablo Pastor Quintana – Director de RRHH de IBM

Dentro de los programas corporativos de IBM, la relación con la universidad es uno de los programas preferentes. Estas relaciones han estado siempre presentes en las políticas de la empresa, ya que IBM fue una de las primeras que impulsó la creación de convenios de colaboración con la universidad española.

La existencia del superordenador MareNostrum y la creación del BSC (Barcelona Supercomputer Centre) es uno de los últimos ejemplos más representativos del valor de esa relación, ya que es el fruto, en muy alta medida, de la experiencia y el magnífico trabajo realizado en el centro conjunto de investigación en supercomputación CEPBA-IBM, creado en el año 2000 entre IBM y la Universitat Politècnica de Catalunya.

1. Superordenador Marenostrum en la Universitat Politècnica de Catalunya

Durante este año se ha instalado en España el superordenador MareNostrum. Este superordenador es la base del Centro Nacional de Supercomputación (Barcelona Supercomputing Centre), situado en la Universitat Politècnica de Catalunya. Se trata de un proyecto científico en el que IBM lleva trabajando desde el año 2003 y para cuyo desarrollo se alcanzó un acuerdo de colaboración el año pasado con el Gobierno español.

Este proyecto, que se anticipó en el Informe CYD 2004, es hoy en día una realidad. El superordenador MareNostrum es el cuarto ordenador de mayor

capacidad del mundo y el primero de Europa, según la última lista Top500, que clasifica los mayores ordenadores del mundo. MareNostrum estará dedicado a tareas de investigación en diversas disciplinas científicas tales como las biociencias, la genómica, la meteorología, etc. También podrá ser utilizado para desarrollos industriales y proyectos empresariales.

MareNostrum tiene 40 teraflops de potencia pico (40 billones de operaciones por segundo). Es decir, una persona con una calculadora tardaría más de 1 millón de años en resolver el número de operaciones que este superordenador podrá realizar en un segundo. Tiene una capacidad de almacenamiento de 120 terabytes (120 billones de bytes), lo que equivale al contenido de unos 27 millones de libros, y una memoria de 9 terabytes (9 billones de bytes).

La decisión de instalar en España este superordenador es consecuencia de la positiva experiencia adquirida en el Centro de investigación CEPBA-IBM. Se trata de un centro de investigación creado en el año 2000 tras un acuerdo de colaboración entre IBM y la Universitat Politècnica de Catalunya. Durante estos años, el centro ha contado con uno de los ordenadores de mayor capacidad de los instalados en España, un sistema integrado por 128 procesadores y que tiene una potencia pico de 182 gigaflops. Este centro de investigación está especializado en tres áreas: supercomputación, arquitectura informática y *business intelligence*.

2. Instalación de un superordenador en la Universidad Politécnica de Madrid

El pasado mes de junio IBM firmó un acuerdo con la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) por el cual colaborará con esta Universidad en el ámbito de la supercomputación avanzada.

Este convenio se enmarca dentro del proyecto que la UPM está realizando en colaboración con el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), y en el que también colabora IBM, para crear un nodo de supercomputación y visualización en Madrid denominado CeSViMa (Centro de Supercomputación y Visualización de Madrid).

El centro contará con un superordenador, en proceso de instalación, que será una réplica de la arquitectura de MareNostrum. Este superordenador tendrá asimismo acceso directo a las capacidades de cálculo de MareNostrum (ubicado en Barcelona) y también a los recursos de almacenamiento masivo del CIEMAT.

El superordenador tendrá una potencia en pico estimada de 2,18 teraflops y un sistema de almacenamiento de 6,8 terabytes. De acuerdo con el ranking de ordenadores Top500 más potentes del mundo (publicado en junio de 2005), el del centro de supercomputación de Madrid ocupa la tercera posición entre los existentes en España.

IBM también está prestando los servicios necesarios para acondicionar el Centro de Proceso de Datos de la

Facultad de Informática de la UPM y prepararlo para que se convierta en un nodo de supercomputación, que comenzará a estar operativo a finales de septiembre de 2005. Este centro estará ubicado definitivamente en la sede de Montegancedo, del Parque Científico y Tecnológico de la UPM.

El nodo de Madrid es complementario y trabajará conjuntamente con el del Centro Nacional de Supercomputación (CNS) instalado en Barcelona. El centro de Madrid estará especializado en modelización y tratamiento masivo de datos y visualización y reconstrucción de modelos en 3D. Con él se pretende potenciar el uso de la supercomputación en España y prestar apoyo tecnológico a la industria en una región como Madrid, que cuenta con una elevada concentración de industrias de alta tecnología, centros de investigación y universidades.

Además de la colaboración en el diseño de la solución tecnológica del Centro, IBM y la UPM han suscrito otro acuerdo para crear una Unidad Conjunta de Aplicaciones de Supercomputación, cuyo objetivo es desarrollar en el centro actividades relacionadas con el uso de la supercomputación en sectores empresariales. IBM aportará a esta iniciativa un presupuesto de 300.000 euros, utilizado para la formación de personal técnico especializado en diversos ámbitos de la

supercomputación. Además, el convenio contempla la puesta en marcha de un programa para que profesores de la UPM acudan a los laboratorios de IBM en Estados Unidos.

La UPM facilitará a IBM el uso de las instalaciones del nodo de supercomputación y asignará 4 becas de doctorado para la realización de actividades en la unidad conjunta UPM-IBM.

3. Best Student Program

El propósito de este programa es destacar a los mejores estudiantes de las universidades europeas más importantes y recompensar su buen hacer otorgándoles como premio la visita durante tres días a alguno de los laboratorios de IBM. Reino Unido, Francia y Alemania han recibido durante los últimos tres años a 40–50 estudiantes pertenecientes a 40 universidades europeas. Durante su estancia, los estudiantes, además de visitar los laboratorios, tienen la oportunidad de conocer los últimos avances tecnológicos y mantener encuentros con los especialistas que en ellos trabajan. Asimismo, se produce un valioso espacio de interrelación e intercambio de conocimiento entre los estudiantes que participan.

La representación española en 2005 corrió a cargo de estudiantes pertenecientes a la Universitat Politècnica de Catalunya, Universidad Pontificia Comillas, Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Complutense de Madrid.

Y por último, y aunque su trascendencia es más local, cabe mencionar el programa Abriendo Caminos.

Este programa está dirigido a estudiantes discapacitados, matriculados en los últimos cursos de cualquier universidad española, en cualquier tipo de formación.

El objetivo del programa es facilitar la inserción y empleabilidad de estos estudiantes, que normalmente tienen más dificultades que sus compañeros para encontrar un puesto de trabajo. Los estudiantes eligen el horario y el periodo lectivo en el que quieren llevar a cabo estas prácticas, que tienen una duración de 6 meses.

El programa, que se encuentra en su segundo año, contempla la donación de un portátil a cada uno de los alumnos en prácticas y cuenta con el patrocinio de la presidenta de IBM, Amparo Moraleda.

3. Indra-RiskLab: historia de una colaboración universidad-empresa en riesgo operacional

Santiago Carrillo Menéndez. Profesor titular de Universidad. Director de Risklab. Universidad Autónoma de Madrid
Carlos Fernández Fernández. Gerente de programas de tecnología. Coordinador de relaciones con Universidades. Indra

1. Las entidades colaboradoras.

Indra: La responsabilidad de la innovación

La innovación es la base del negocio de Indra y constituye el núcleo de su actividad. A lo largo de toda su historia siempre se ha mostrado firme en esta idea, que ha tenido su reflejo en las soluciones desarrolladas

por sus profesionales y en la evolución de su organización.

Como en años anteriores, Indra ha mantenido en 2004 un elevado ritmo de inversión en I+D+i, como elemento fundamental para desarrollar y consolidar una oferta propia y avanzada. En 2004, Indra incrementó un 8.6%

su inversión en esta área hasta los 77 millones de euros (7,1% sobre ventas) lo que la convierte en una de las compañías que más cuida este aspecto.

Para Indra la importancia de la innovación, el desarrollo de sus actividades en un mercado global, y que sea una empresa muy diversificada en sus negocios dentro

del ámbito de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC), hace necesario para la compañía la colaboración con muy diversas empresas e instituciones. Entre ellas ocupan un papel relevante las universidades.

El tipo de tareas en las que se colabora con las universidades suele plantearse a iniciativa de Indra y normalmente son actividades intensivas en ciertas tecnologías complementarias a las que la empresa desarrolla. Esta colaboración data en algunos casos de muy antiguo, más de 25 años, y no es puntual sino continua en el tiempo. Las materias objeto de colaboración son muy amplias; sólo con el ánimo de ilustrar un poco más, podríamos citar temas como control de tráfico aéreo, sistemas radar, comunicaciones por satélite, sistemas de observación de la tierra, simulación, algoritmos numéricos, sistemas para entidades financieras, y un largo etcétera.

Esta colaboración se concreta de dos maneras:

- Mediante el establecimiento de convenios de cooperación para incorporar técnicos cualificados a proyectos de Indra, facilitando así su formación de postgrado en la misma.
- Colaborando con departamentos universitarios en algunos de los proyectos que vienen desarrollándose en la empresa, concretándose su participación en áreas de especialización tecnológica complementarias de las de Indra.

Durante el año 2004 Indra ha mantenido más de 100 proyectos de colaboración tecnológica con más de 40 departamentos universitarios.

Las principales instituciones con las que Indra ha colaborado en el año 2004, en lo que se refiere a número de proyectos y cuantía económica, han sido la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Universidad Pontificia de Comillas (UPCO), la Universitat Pompeu Fabra (UPF) y la Fundación Universidad-Empresa (FUE).

RiskLab: a la vanguardia en gestión de riesgos operacionales

Por su parte el RiskLab de la Universidad Autónoma de Madrid nació con la voluntad de aglutinar un grupo de trabajo en los temas relacionados con la valoración de derivados y la gestión de riesgos, una de cuyas metas era ofrecer soluciones informáticas llave en mano a los departamentos correspondientes de las entidades financieras.

Esta vocación de RiskLab debe enmarcarse en una apuesta clara de la UAM por la colaboración con empresas e instituciones que llevó a dicha Universidad a dotarse de la Fundación General de la UAM, el instrumento de intermediación entre los equipos de investigación y las partes interesadas en contratar con la Universidad investigación y desarrollo o formación. Prueba de la consistencia de esta apuesta es que, en 2004, la facturación de la Fundación por estos conceptos superó los 14 millones de euros, en una línea ascendente confirmada año tras año.

Desde sus inicios, RiskLab ha desarrollado numerosos proyectos, entre los cuales cabe destacar: una herramienta para la medición del VaR con colas pesadas para el Santander Investments, otra de gestión de activos y pasivos para Argentaria, un piloto para la valorización de titulizaciones para Caja Madrid así como una aplicación para la optimización de carteras con varias implantaciones en clientes. Además, desde 1998, RiskLab ha actuado como consultor y en temas de formación en diversas entidades financieras del país.

2. El riesgo operacional.

Una de las grandes novedades de Basilea II ha sido la introducción de la dotación de capital económico por riesgo operacional. Algo anunciado ya por algunos casos sonados (Bahrings, y otros) y demandado por no pocos profesionales y entidades financieras, pero que no deja de plantear nuevos retos metodológicos y de organización para su puesta en marcha efectiva.

De acuerdo con el Comité de Basilea, “el riesgo operativo se define como el riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal, pero excluye el riesgo estratégico y el de reputación”.

Para poder calcular el capital económico por riesgo operacional, el Comité de Basilea ha definido ocho líneas de negocio (administración de activos, banca comercial, banca minorista, intermediación minorista, finanzas corporativas, negociación y ventas, pagos y liquidación y servicios de agencia) y siete tipos de riesgo (fraude interno; fraude externo; relaciones laborales y fallos de seguridad en el puesto de trabajo; clientes, productos y prácticas empresariales; daños a activos materiales, incidencias en el negocio y fallos en los sistemas; ejecución, entrega y gestión de procesos).

De los diversos procedimientos sugeridos para dicho cálculo el llamado enfoque de distribución de pérdidas parece ser el que acabará por imponerse en aquellas entidades que opten por ir a modelos avanzados. La metodología que se deriva de este tipo de elección es muy parecida a la utilizada por los actuarios: se trata de calcular, a partir de datos empíricos, la distribución de posibles futuras pérdidas y calcular un percentil muy elevado (el 99,9) de la misma.

Esto se hace para determinar el capital en riesgo para cada línea de negocio/tipo de riesgo. En una primera aproximación, el capital en riesgo de una entidad financiera se obtiene como suma de las 56 cantidades así calculadas.

Aunque la idea sea sencilla, su implementación plantea numerosos retos:

- De tipo matemático: la elección de procedimientos adecuados para realizar los distintos cálculos que se precisan en el proceso.
- De tipo computacional: la implementación eficiente de los mismos. Éste es uno de los retos mayores dadas

las ingentes cantidades de cálculos necesarios para obtener la precisión requerida por Basilea II.

- Relativos al diseño del software: era importante hacer un diseño ergonómico que facilitase la tarea al usuario, teniendo en cuenta la manera natural de trabajar en un departamento de riesgos.

Éstas eran unas condiciones de contorno perfectas para una interacción sinérgica entre Indra y el RiskLab, entre un conocimiento tecnológico y el hábito de desarrollar soluciones para grandes clientes y el conocimiento científico y de gestión de riesgos.

3. El proyecto

Con estas premisas, en 2003, Indra y RiskLab acordaron un primer marco de colaboración, por un año. En función de cómo se desarrollase la colaboración durante ese año, el acuerdo se renovaría por otras dos temporadas.

El objetivo del acuerdo alcanzado tenía varias facetas. Por una parte, se trataba de desarrollar una primera versión del motor de riesgo operacional de acuerdo con las especificaciones (provisionales) del Comité de Basilea. Por otra, se ponía en marcha una colaboración entre ambas partes en temas de gestión de riesgos.

El riesgo operacional no es privativo de las empresas del sector financiero. De hecho son las empresas industriales (productores de electricidad, compañías petrolíferas y otras) las que tradicionalmente han medido este tipo de riesgos, si bien con otro tipo de metodologías. Todo ello apunta a una importante demanda potencial desde el sector industrial y las empresas de servicios (*utilities*) para herramientas eficientes en la medición de este tipo de riesgos. Por ello, se optó por no limitar el motor de riesgo operacional al sector financiero. Desde un principio se diseñó una herramienta polivalente, fácil de adaptar a cualquier entorno (incluido el de seguros) en el que tuviese sentido el cálculo de la distribución de pérdidas potenciales para calcular la exposición a riesgo operativo.

Llevar a buen puerto un proyecto de tales características exige una definición rigurosa de las funciones así como la creación de un ambiente propicio al trabajo de un equipo de reciente formación y proveniente de dos culturas muy diferentes a priori.

Para ello se identificaron las diferentes funciones del mismo y se asignaron a los grupos y personas responsables de los mismos. La planificación y el seguimiento del proyecto correspondió a un comité mixto formado por representantes de las dos partes. La composición de dicho comité fue variando, a partir de un grupo permanente, de acuerdo con las necesidades del momento. A él le correspondió definir la metodología del proyecto y los distintos elementos de control de calidad del mismo.

El estudio y la elección de las soluciones matemáticas y computacionales fueron trabajo de RiskLab así como el desarrollo de la aplicación. Esto fue llevado a cabo por un equipo formado por cinco ingenieros, tres profesores y dos becarios que han estado trabajando desde entonces en las fases sucesivas de este proyecto. La comprobación del software, las pruebas de stress y la detección de posibles fallos del mismo fueron tarea de Indra.

El trabajo de desarrollo en estos años ha ido paralelo a otro de promoción de la herramienta, desarrollada en presentaciones comerciales conjuntas a las principales entidades financieras del país y a algunas otras, grandes compañías de diversos sectores. Estas reuniones permitieron aunar criterios y reforzar el trabajo en equipo por parte de ambas organizaciones, además de acercarnos a la realidad práctica de las áreas de riesgos de bancos y cajas de ahorro. Sin lugar a dudas estas reuniones redundaron en una mejor comprensión de la problemática del riesgo operativo y contribuyeron a un mejor diseño de nuestra solución.

La primera versión del motor OpVision fue presentada en público con motivo de una prospección por parte de una empresa de *utilities* y obtuvo muy buenas calificaciones, ratificándose la opinión del equipo de

desarrollo Indra-RiskLab. Esto dio lugar a que el acuerdo se renovase por 2 años más.

La segunda versión fue probada en forma de piloto en distintas entidades del sector financiero y otro tipo de compañías, confirmándose la primera impresión. Hoy OpVision es la única herramienta desarrollada en nuestro país (y una de las pocas europeas) orientada a riesgo operacional. Ello constituye una de las indudables ventajas para las entidades que opten por ella, además de su gran fiabilidad es la proximidad del mantenimiento y del equipo de desarrollo.

El proyecto ha sido apoyado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través del programa Profit.

4. Algunas conclusiones

Varias son las conclusiones que se pueden sacar ya de la experiencia descrita en estas líneas y que no ha concluido todavía. Por una parte confirma, al igual que otras experiencias similares de colaboración universidad-empresa, que la universidad puede y debe ejercer un importante papel como fuente de I+D+i en nuestro país. Contrariamente a cierta idea errónea, la universidad, en un proyecto conjunto con la empresa, puede ofrecer también soluciones de aplicabilidad a corto plazo que supongan mucho valor añadido para las empresas que opten por esta vía. Sobre todo si se tiene en cuenta los precios de las soluciones de software existentes en un mercado como el de las finanzas.

Más aún, lo dicho en cuestiones relacionadas con el desarrollo de soluciones informáticas puede extenderse a no pocos aspectos de consultoría en aquellos temas en los que la punta de lanza del conocimiento va, a nivel internacional, de la mano de académicos y de los departamentos de investigación de grandes bancos y otras instituciones financieras. Valoración de derivados complejos y gestión de riesgos son algunas de las áreas donde esto se confirma a diario.

Además, para la universidad, la colaboración con una empresa como Indra permite orientar las actividades académicas hacia el desarrollo de actividades intelectuales que permitan a los profesionales universitarios adaptarse a los cambios tecnológicos,

económicos y sociales del mundo actual, así como adoptar un espíritu emprendedor e innovador.

Para Indra inicialmente, dada la complejidad científica derivada de la gestión de riesgos, la colaboración con

RiskLab fue una necesidad más que una elección. En estos momentos, la colaboración se ha consolidado, ya que se ha conseguido integrar un equipo humano de gran proyección y capacidad.

4. Relación y descripción de proyectos abordados por Ros Roca Group con la colaboración de la Universitat Politècnica de Catalunya durante los últimos años

Domènec Casellas Solé, Director departamento I+D de Ros Roca Group

La colaboración entre los departamentos técnicos de Ros Roca, y en especial del departamento de Ingeniería I+D, viene siendo continuada desde el año 1998.

Internamente la empresa desarrolla una parte de la tecnología que permite la innovación de producto, pero siempre hay una parte de la tecnología a incorporar que no puede ser aportada desde la propia empresa y que hay que subcontratar a ingenierías, universidades o centros tecnológicos. En alguna ocasión también se recurre a comprar licencias de fabricación o a establecer alianzas tecnológicas con otras empresas. La universidad, y en particular la UPC, nos ofrece unas posibilidades interesantes para la ejecución de nuestros proyectos, que son básicamente de desarrollo de tecnología y no de investigación. La creación de centros tecnológicos en los que participen empresas y universidad parece un buen camino para fomentar la colaboración mutua. No obstante, encontramos falta de recursos materiales y humanos en los centros. La Administración debería potenciarlos, dotándolos de los recursos necesarios. Algunos de los proyectos de investigación realizados y los grupos de la UPC con los que se ha mantenido la colaboración son los siguientes:

Centre de Disseny d'Equips Industrials (CDEI)

1. Diseño de un mecanismo de equilibrado para un dispositivo elevador de contenedores de residuos sólidos urbanos.

2. Diseño de un nuevo elevador de contenedores de residuos sólidos urbanos, para máquina monooperada, especialmente aplicado a contenedores de tipo estático.
3. Nuevo sistema de recogida de contenedores de residuos sólidos urbanos, incorporado sobre vehículo industrial (camión), completamente monooperado, habilitado para la recogida a derechas y a izquierdas, con la polivalencia máxima en cuanto a los tipos de contenedores a manipular, incluyendo todos los comprendidos dentro de las normas EN 840-1, EN-840-2 y EN-840-3.
4. Estudio estructural de los componentes de un mecanismo de compactación, que presentaron roturas a fatiga. Confección del estudio de tensiones por elementos finitos y propuesta de mejora de la estructura, para reducir las tensiones críticas.

Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA)

1. Diseño, desarrollo y optimización de un sistema automático de recogida de contenedores de residuos sólidos urbanos por medio de un PLC.
2. Diseño, desarrollo y optimización del sistema de control y mando de una gama de recolectores-compactadores de residuos sólidos urbanos.
3. Automatización de un elevador de contenedores de residuos sólidos urbanos, automático y de doble peine, para recolectores compactadores de carga trasera.

Centro Diagnóstico Industrial y Fluidodinámica (CDIF)

1. Diseño de un eyector de agua de caudal regulable, para el baldeo de calles, con un mayor rendimiento. Objetivo principal: ahorro en el consumo de agua sin reducir las prestaciones del baldeo.

Departament de Projectes d'Enginyeria

1. Elaboración de un proyecto para que las personas con disminución física mejoren la accesibilidad a los contenedores de residuos sólidos urbanos de Barcelona.

Centre Tecnològic de Manresa

1. Estudio del problema de corrosión en plataformas de carrocerías, mediante análisis químico y caracterización microestructural del material.
2. Estudio para determinar los fallos mecánicos de desgaste y rotura del material que compone la tolva del receptor de carga de un recolector de basura.

Laboratori de motors tèrmics de l'ETSEIB del Departament de Màquines i Motors Tèrmics

1. Proyecto, realización, ensayo y puesta a punto de una transformación de un motor de vehículo industrial de ciclo diesel para ser alimentado con gas natural licuado.

5. El Instituto Universitario de Posgrado, una alianza universidad-empresa para mejorar la formación de los profesionales.

Isabel Polanco, Consejera Delegada del Grupo Santillana y del Instituto Universitario de Posgrado

El Instituto Universitario de Posgrado (www.iup.es) es una empresa de formación superior creada en 2001 por el Grupo Santillana, a través de su empresa Santillana Formación, especializada en la formación de adultos, y tres de las universidades públicas más prestigiosas e innovadoras de España: la de Alicante, la Autònoma de Barcelona y la Carlos III de Madrid. El objetivo de la empresa es impartir masters y cursos de posgrado de la máxima calidad académica y profesional íntegramente a través de Internet.

El IUP es la única institución de formación superior en el ámbito del español dedicada de modo especializado y exclusivo a impartir formación de posgrado en Internet. Se trata de una iniciativa altamente innovadora en el campo de la colaboración universidad-empresa, pues no consta la existencia de precedentes en los que la aportación de las universidades a proyectos compartidos con grupos empresariales privados se materialice no sólo en el ámbito académico y organizativo, sino también en el estrictamente financiero, dentro de una sociedad anónima.

Esta aportación financiera al IUP, en un contexto en que, como es conocido, las instituciones universitarias no se encuentran precisamente sobradas de fondos, muestra la trascendencia estratégica que estas tres grandes universidades conceden a la cooperación intrauniversitaria para mejorar su oferta, pero también a la integración de las empresas en el mundo de la formación, especialmente la de posgrado, así como a la necesidad de una renovación pedagógica que incorpore las nuevas tecnologías y amplíe de este modo el ámbito territorial de los alumnos.

Es asimismo destacable la confianza que los socios demuestran en el funcionamiento armónico y eficiente de instituciones universitarias públicas junto a grupos

empresariales privados, a pesar de las históricas divergencias e incluso desconfianzas mutuas que ambos sectores se profesaban hasta hace poco tiempo. Como símbolo de la superación de estas desconfianzas es adecuado reflejar que, durante estos cuatro años de funcionamiento, en los órganos académicos, económicos, de gestión y en el propio consejo de administración del IUP, todas las decisiones han sido tomadas por acuerdo entre todos los socios y nunca ha sido necesario someterlas a votación. Esto revela que, independientemente del ámbito de origen de cada organización, empresas y universidades pueden encontrar un territorio compartido en el que cada uno dé lo mejor de sí en beneficio de este tipo de proyectos.

El IUP es una combinación de escuela internacional de negocios (con los siguientes masters del área empresarial: MBA, dirección estratégica y gestión de la innovación, finanzas, dirección comercial y marketing, dirección bancaria y dirección y gestión de empresas turísticas) y de centro de excelencia en las áreas de especialización propias del Grupo PRISA y sus empresas (edición, periodismo digital y nuevas tecnologías aplicadas a la educación).

A lo largo de tres años de presencia activa en el mercado, ha formado a 2.300 alumnos procedentes de 41 países. El 54% de estos alumnos proceden de Latinoamérica, en donde el IUP cuenta con sedes en una veintena de países gracias a la actividad del Grupo Santillana, consolidada allí desde hace bastantes años. La mitad de los alumnos son directivos y mandos intermedios, y un 92% son profesionales en ejercicio.

Hemos puesto en marcha proyectos corporativos de formación con empresas como la Comisión Federal de Electricidad de México, la Caja de Ahorros del

Mediterráneo, el Banco Popular o Unión Fenosa, organizaciones todas ellas que se mantienen fieles como clientes tras su primera experiencia. Y nuestros alumnos desempeñan sus funciones profesionales en muchas de las principales empresas e instituciones de España y Latinoamérica (por ejemplo, Telefónica, Siemens, IBM, Cisco, Nortel, Banco de España, Deloitte, Texaco, Nestlé, Coca Cola, Bertelsmann, Planeta, MacMillan, ONU, OMS, OEI, Parlamento Europeo).

Para ofrecer un producto académico y un servicio de primera calidad a los profesionales que aspiran a mejorar su capacitación y, en definitiva, dar un impulso a sus carreras, el IUP dispone de unos equipos de gran competencia de los que forman parte 15 directores o codirectores de masters, 25 coordinadores académicos y 150 profesores que trabajan en relación directa con los alumnos sobre materiales digitales elaborados por más de 200 autores en colaboración con editores, realizadores y expertos en tecnologías de la información.

El espíritu abierto y el objetivo de excelencia del IUP quedan evidenciados por el hecho de que el elenco de profesores y autores procede de una veintena de universidades, aparte de las tres socias, e incluye a profesionales externos de 50 empresas y 10 instituciones públicas. Todos ellos han sido previamente formados para enseñar usando las nuevas tecnologías en un moderno y ergonómico campus virtual, metodológicamente diseñado para el IUP.

La filosofía que subyace en los programas del IUP está enfocada hacia la calidad sobre la base del rigor de contenidos, la exigencia académica, la orientación práctica y profesional, la adecuación pedagógica, la calidad de servicio y atención personalizada (mediante

un equipo de pedagogos tutores), la capacitación tecnológica y el desarrollo de competencias profesionales como flexibilidad, liderazgo, cooperación y trabajo en equipo, creatividad, análisis y planificación, además de características personales como la disciplina interna o la motivación de logro.

El modelo permite la flexibilidad temporal a los alumnos, pero también disuelve las fronteras, al tiempo que hace posible que profesionales altamente ocupados puedan ampliar sus estudios sin moverse de casa o del despacho. Y es precisamente la riqueza geográfica y de origen profesional y cultural uno de los mayores valores añadidos del sistema del IUP: las estrategias colaborativas, que hacen énfasis en la creación de comunidades virtuales y los intercambios de experiencias, son extraordinariamente apreciadas por los alumnos.

La formación *on-line* se distingue de los sistemas tradicionales de aprendizaje en que ofrece un entorno en el que existe mayor capacidad de progresar por uno mismo. El alumno decide cuánto se quiere implicar en su aprendizaje, cuánto desea compartir y aprender de los demás. Además de los contenidos de la materia, el campus virtual contiene las herramientas de interacción

y comunicación necesarias: correos, foros, tableros, chats, videoconferencias, para que el aprendizaje sea a la vez individual y compartido. También se puede asistir a conferencias y clases magistrales de expertos por videoconferencia con preguntas en tiempo real.

Como en cualquier empresa moderna y solvente, el centro de gravedad del IUP es el cliente, es decir, el alumno. A menudo se ha criticado al sistema educativo en general, y al universitario en particular, por situar como centro al profesor y dejar en segundo plano al alumno y sus necesidades formativas y profesionales. El IUP siempre ha tenido claro que un sistema de aprendizaje a través de Internet requería un seguimiento continuo y una atención al alumno progresivamente mejorada. Es el único modo de vencer los riesgos de la formación *on-line*: sensación de soledad y tendencia al desánimo e incluso al abandono.

Abordadas de forma adecuada, estas dificultades pueden ser satisfactoriamente superadas, como demuestran nuestros alumnos en sus respuestas a las encuestas de satisfacción. El valor de estos análisis de calidad, que versan sobre factores como la estructura de los cursos, el método de aprendizaje, la calidad de los contenidos, el trabajo de profesores o tutores, el

campus o el clima en la comunidad de alumnos, entre otros aspectos, es muy alto, fundamentalmente porque sus resultados nos sirven para tomar medidas concretas de mejora.

El compromiso de universidades y empresas en proyectos como el del IUP, además de materializarse en un trabajo bien hecho, debe plasmarse, a mi juicio, de forma adecuada en los órganos de gobierno, y muy especialmente en el consejo de administración. Como demostración de la relevancia que los socios conceden al proyecto, este consejo reúne a sus representantes más destacados: los tres rectores, tres vicerrectores, el presidente y la consejera delegada del Grupo Santillana, y otros altos directivos del Grupo PRISA. Junto al funcionamiento cotidiano de una comisión ejecutiva, una comisión académica y una comisión económica en la que están representados a alto nivel todos los integrantes de la sociedad, esta articulación orgánica demuestra, como queda dicho, la consistencia del IUP, una realidad que demuestra cómo universidades y empresas son capaces de vencer reticencias, aunar esfuerzos y asociarse cuando lo que está en juego es el progreso de nuestras sociedades.

Perspectivas sobre la transferencia de tecnología en España. El Informe Red OTRI 2005

Fernando Conesa. Director adjunto del Centro de Apoyo a la Innovación, la Investigación y la Transferencia de Tecnología. Universidad Politécnica de Valencia

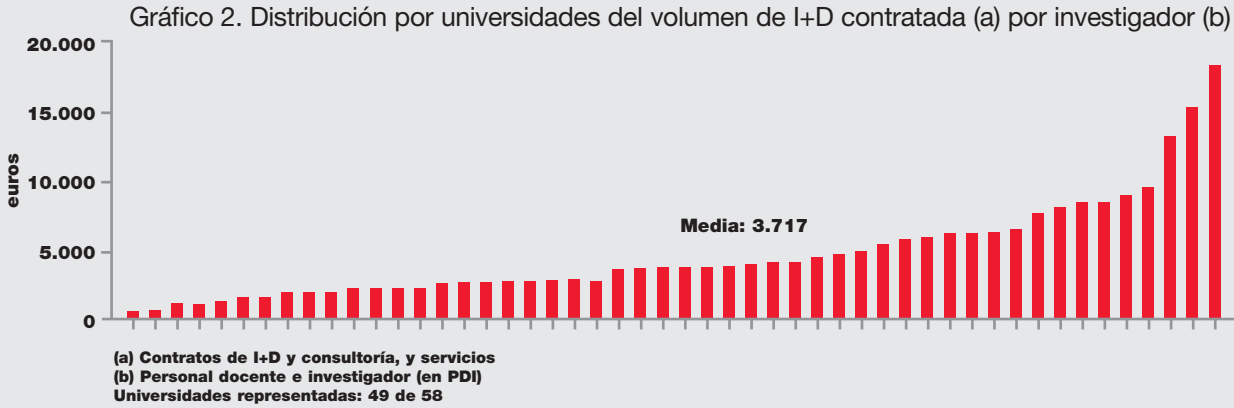
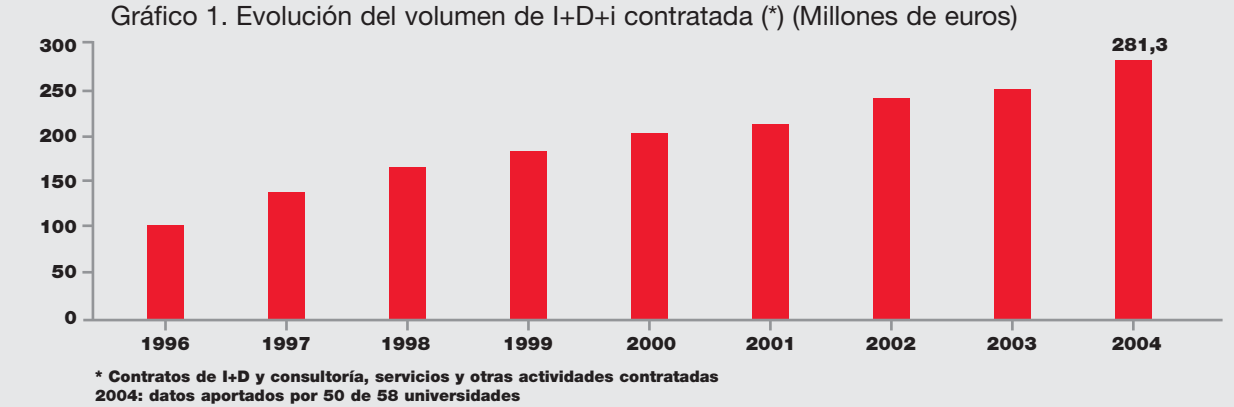
El Informe Red OTRI, del que estas líneas extractan un resumen, constituye una reflexión anual sobre el estado de la Transferencia de Conocimiento¹ (TC) en las universidades españolas bajo la perspectiva de sus unidades de transferencia de conocimiento. En el año 2004 esta reflexión apunta a que se está produciendo un cambio relevante en el contexto de la TC del país. Se presenta para ello, junto a la información de los resultados de transferencia del año anterior, un análisis de la función de transferencia y de los actores implicados en ella.

Los resultados en 2004

Como viene siendo habitual, la Red OTRI de Universidades da cuentas anualmente de la labor de transferencia de conocimiento que se efectúa en el seno de las universidades españolas. La Encuesta Red OTRI recoge cada año los datos de volumen de actividad gestionada desde las OTRI. De esta manera se visibiliza con cifras e indicadores el estado de la transferencia de conocimiento de estas instituciones y cada universidad puede conocer en qué posición se encuentra en relación al resto en cada uno de los parámetros.

El balance de 2004 arroja un crecimiento del 9% en el volumen total de contratación registrada por la Encuesta Red OTRI, alcanzando los 281,3 millones de euros (gráfico 1). Un 81% de esta cantidad corresponde a 9.821 contratos de I+D y consultoría. El 19% restante procede de servicios técnicos como son análisis, ensayos, dictámenes, etc. A esta cifra hay que añadir 286M€ procedentes de programas públicos de apoyo a la I+D colaborativa con empresas, tales como el Programa Marco de la UE, los PETRI, PROFIT y

¹ El término transferencia de conocimiento resulta más apropiado que el más tradicional de transferencia de tecnología, por cuanto las



similares de comunidades autónomas. El conjunto representa alrededor del 37% de todos los ingresos por I+D de las universidades.

La distribución de esta contratación de I+D entre el conjunto de las universidades españolas sigue presentando una importante variabilidad, incluso en

universidades generan –y por tanto pueden transferir– más conocimientos que tecnologías.

términos relativos (gráfico 2). Así, la media de contratación por profesor (equivalentes de dedicación plena del personal docente e investigador) se sitúa en los 3.717 euros. Es una cifra un 12% superior a la del año anterior y, por tanto, refleja una mayor ganancia en productividad que en producción, en materia de contratación de I+D+i. Sí que se mantiene, en niveles

semejantes a los del año anterior, el precio medio de los contratos, que asciende a unos 28.800 euros.

La protección de los resultados de la I+D es otro de los capítulos relevantes de la transferencia de conocimiento de las universidades. El número de patentes prioritarias solicitadas en 2004 por estas instituciones ascendió a 328, un 8% más que el año anterior (gráfico 3). Sin embargo, el número de extensiones de patente se ha retraído este año a 90 peticiones, de las 107 del ejercicio anterior.

Sí que es importante destacar el crecimiento en el número de licencias, bien sea de patentes, de software o de *know-how*. Así, los contratos de licencia han pasado de 78 a 143 y los retornos por este capítulo han ascendido de 1,69 a 2,78 millones de euros, cifra que, aun siendo baja, denota un crecimiento del interés por la transferencia basada en resultados más que en capacidades (gráfico 4). En este ámbito todavía son posibles incrementos sustanciales si se producen actuaciones movilizadoras, tanto en el entorno universitario como en el empresarial.

El otro gran indicador de la actividad de transferencia de conocimiento es el relativo a la creación de empresas de base tecnológica, entendiendo por este término aquellas empresas constituidas que están basadas en tecnología o conocimiento desarrollado en la universidad. Siendo éste un fenómeno reciente en el entorno universitario español, ya es posible dar algunas cifras, que con el tiempo habrán de consolidarse y ampliarse con datos de mayor significación económica. En el año 2004, el número de estas empresas que fueron creadas fue de 90, una cifra similar a la del año anterior (gráfico 5). De esta cantidad, las OTRI prestaron asistencia a 67, pues son diversas las universidades que han establecido otras unidades específicas para acometer la creación de empresas. Junto a estas 90 *spin-offs*, la Encuesta Red OTRI ha identificado a otras 167 empresas que, sin basarse en conocimiento de la universidad, han surgido en el entorno de ésta, frecuentemente por titulados que han decidido poner en marcha su propia empresa.

Gráfico 3. Evolución de la actividad de protección de los resultados de la I+D

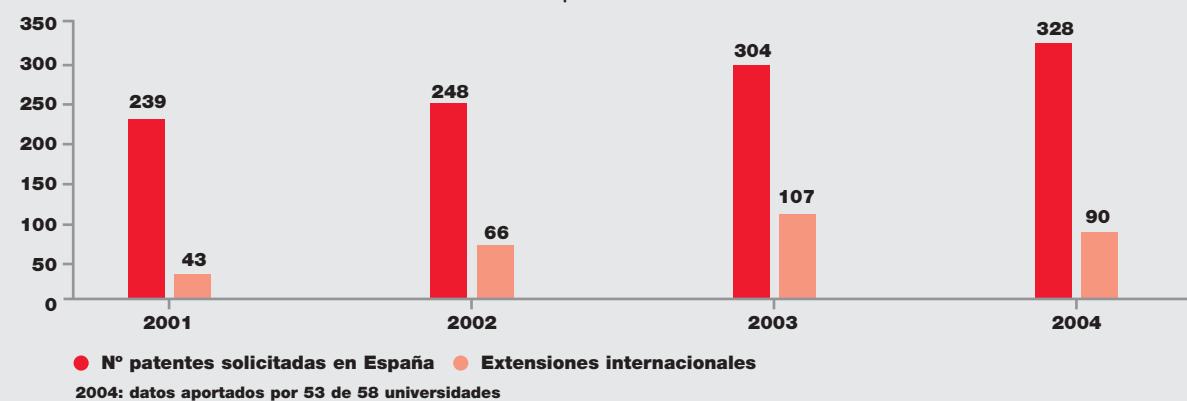


Gráfico 4. Número de licencias e ingresos por licencias (en miles de euros), años 2003 y 2004

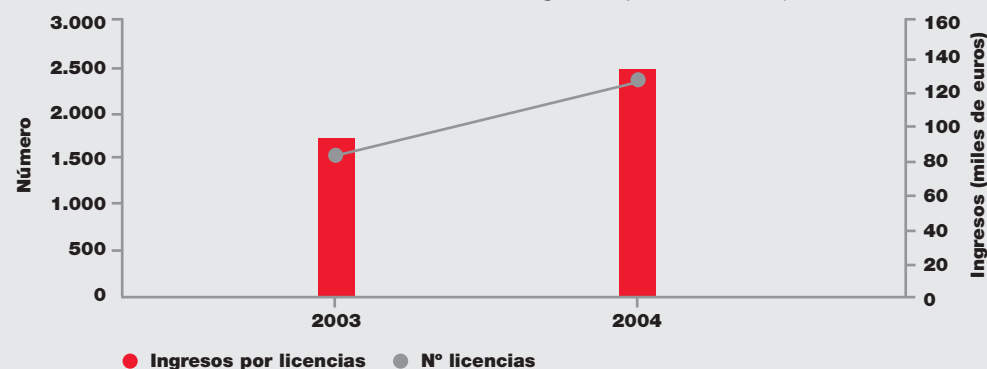
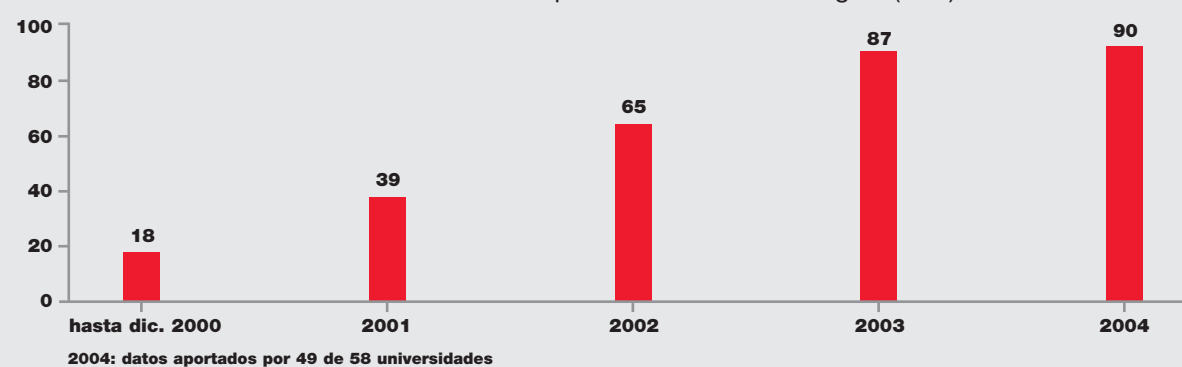


Gráfico 5. Evolución del número de empresas de base tecnológica (EBT) creadas



Las OTRI son en este momento las unidades de las universidades que proporcionan diversos servicios para ayudar a que toda esta actividad sea posible. Hoy Red OTRI cuenta con 58 miembros universitarios y 3 oficinas de transferencia de organismos públicos de investigación en calidad de miembros asociados. Las OTRI universitarias cuentan, según la Encuesta de 2004, con 349 técnicos. Un número que significa un crecimiento relevante respecto a los 294 del año anterior y que permite que el ratio PDI por técnico de OTRI se sitúe en 224. No obstante, el número de PDI implicados en actividades de transferencia es todavía bajo, un 27%, según los datos de la Encuesta Red OTRI.

Junto a todas estas cifras, la Red OTRI ha dado en 2004 pasos significativos en actuaciones de cada vez mayor calado. Se relacionan a continuación las más significativas:

- 2004 es el año en el que la Red OTRI pone en marcha una oficina central con una secretaría técnica al frente, sostenida con proyectos y aportaciones de sus miembros. Este hito es el comienzo de una mayor capacidad de actuación y presencia de Red OTRI, que ya empieza a dar sus frutos.
- El arranque de la iniciativa Uniemprendia 2005, proyecto en el que intervienen 34 OTRI y que pretende levantar unas 20 *spin-offs* que participen en una ronda de inversores en el Foro Neotec. Esta acción dinamizadora comporta también acciones de formación del personal de las OTRI implicado y colaboración con el CDTI y con desarrolladores de negocio externos a las OTRI. Igualmente está suponiendo una colaboración con entidades financieras (BSCH, La Caixa) hasta hace poco impensables.
- El desarrollo de la fase de definición del proyecto Red VALORI, con la participación de 6 OTRI y la posterior implicación de 2 asociaciones empresariales de los sectores con más actividad en innovación (AETIC y FEIQUE). Este proyecto pretende poner en marcha un mecanismo de evaluación del potencial de las invenciones universitarias con participación de expertos vinculados a las empresas. Red VALORI se

extiende al menos tres años más en una acción piloto en estos sectores.

- La colaboración con Genoma España para impulsar la protección y la explotación de los resultados de investigación en biotecnología. Las acciones puntuales realizadas durante 2004 han abonado el terreno para actuaciones de alcance que se desarrollarán a partir de 2005.
- El desarrollo del primer plan de acciones formativas de la Red OTRI, con más de 300 personas participando en 9 cursos ofertados. Entre ellos destacan el curso básico de técnicos de transferencia y dos cursos internacionales realizados en colaboración con la red europea Proton-Europe y con expertos de Unite.
- El establecimiento de un equipo de gestores expertos en programas europeos, que está siendo objeto de un proyecto de red en el que confluyen gestores, investigadores y el renovado Servicio de Europa I+D de la CRUE.
- La asociación de la Red OTRI con Proton-Europe a través de un acuerdo de partenariado que despliega el acceso mutuo a diversas actividades de ambas redes y que implica a la Red OTRI en la dirección de la red europea. Además, gracias a su experiencia en los últimos años, la Red OTRI está conduciendo la encuesta anual de transferencia de conocimiento en centros públicos de investigación de Europa. Igualmente se han desarrollado relaciones con las redes británica, francesa, portuguesa e italiana.
- La preparación de documentos de posición y análisis sobre políticas de transferencia de tecnología y la colaboración con los responsables ministeriales en la definición de diversas convocatorias en el ámbito de la TC y en su gestión. En esta línea se presentará próximamente un documento sobre movilidad de profesorado que identifica las necesidades de modificaciones legislativas necesarias para cambiar el contexto de participación de profesorado en *spin-offs*.

Todos estos proyectos son posibles gracias a la cohesión y a la cultura cooperativa de los miembros de Red OTRI. Ello facilita también numerosos proyectos de

carácter autonómico o interregional, así como redes de comunicación e intercambio sobre temas específicos.

Sin embargo, también a nivel de Red OTRI quedan muchos frentes por mejorar. Hay un gran conocimiento acumulado en personal de la OTRI que resulta difícil de hacer explícito y diseminar. Por otro lado, es preciso ahondar en la especialización en algunas materias jurídicas y financieras que cada vez son más precisas. Convendría aumentar el nivel de experiencia empresarial previa del nuevo personal de nuestras oficinas. En otro ámbito de cuestiones, la interlocución con la Administración debiera alcanzar una mayor incidencia, dado el conocimiento directo que la Red OTRI tiene sobre la gestión de la transferencia de conocimiento. Igualmente, la Red OTRI debe reforzar el esfuerzo por interaccionar con los sectores industriales y con las otras interfaces del sistema de innovación.

Con todo, Red OTRI constituye hoy en el contexto europeo de TC universitario una red activa y estructurada. Son pocos los países que cuentan con redes similares. La asociación Auril, en el Reino Unido e Irlanda, es la red más consolidada y que actualmente, a través de la creación del Knowledge Transfer Institute, está acometiendo un gran proyecto de configuración de la profesión de transferencia de conocimiento en dichos países. Sus miembros, si bien con una mayor diversidad de formas jurídicas, tienen un perfil de cometidos similar a los de la Red OTRI. En Francia, Le Réseau CURIE cuenta ya con más de 10 años de experiencia, y su focalización está en licencias y en contratos de I+D, sobre los que presta apoyo jurídico a sus miembros. Desde hace pocos años están prestando atención a la creación de EBT. En Italia, Polonia y Portugal, sus redes de transferencia están naciendo y están muy centradas en la protección de los resultados de investigación y en su licencia, bien a empresas existentes o a nuevas EBT. El caso alemán es bien diferente, con una red de oficinas de licencias que sirven a las universidades de su región, y donde las oficinas de cada universidad apenas están estructuradas en red. La red europea Proton-Europe trata de federar todas estas redes nacionales y de

involucrar a otras estructuras de transferencia de conocimiento europeas no implicadas en redes nacionales.

La función de transferencia de conocimiento

El volumen de actividad descrito sitúa a las OTRI y a su Red en una posición privilegiada y autorizada para analizar, desde la perspectiva de las universidades, el momento de la transferencia de conocimiento en España, para identificar sus necesidades y para valorar posibles estrategias.

La TC en las universidades españolas ha estado muy asociada a la realización de actividades de I+D, de consultoría o de servicios técnicos, contratadas por empresas. Es habitual referirse a ellas como “art.83 de la LOU”. Ciertamente, estas actividades han permitido un notable crecimiento de la interacción entre los investigadores y las empresas, una cierta mejora en la orientación de la I+D y en la formación de los graduados universitarios e incluso unos hábitos de trabajo positivos influenciados por la cultura empresarial. Desde las OTRI se ha impulsado y trabajado durante muchos años bajo este esquema. Sin embargo, de los resultados de los últimos años se percibe que esto no es suficiente, o, mejor dicho, que, siendo bueno, ha llegado a una situación en la que, bajo este modelo, no cabe esperar crecimientos importantes. Las oficinas de transferencia deben ser capaces de evolucionar hacia nuevas formas de trabajo que, manteniendo los servicios actuales, acometan mecanismos de transferencia de mayor valor y desplieguen tareas de más proactividad.

Un cambio en el modelo de transferencia de conocimiento de las universidades debe contemplar que hay dos importantes activos que gestionar. Uno es el “conocimiento” generado, en la medida en que la universidad dispone de los derechos de propiedad para explotarlo y transferirlo. Es lo que conocemos como IPR (Intellectual Property Rights), en el argot de esta profesión. La gestión de IPR plantea hoy oportunidades para un posicionamiento proactivo por parte de las universidades, como se indica más adelante. El

segundo activo es el “espacio” que, de la mano de algunas políticas de fomento de los denominados parques científicos y tecnológicos, se ha convertido en un atractivo para la ubicación en el mismo lugar de empresas intensivas en conocimiento y de centros universitarios. Ambos activos tienen importantes interrelaciones y zonas de solape, especialmente cuando se trata de parques promovidos por la universidad. Por ello, su gestión debe estar dirigida bajo una misma política.

Sin embargo, la gestión de dichos activos presenta en las universidades un particular reto para un nuevo modelo de transferencia de conocimiento. Se trata del reto para organizar efectivamente las unidades de producción y de transferencia de conocimiento. La universidad es una entidad singular, con poca jerarquía, y gracias a ello con mucho espacio para la creatividad, que no se puede ordenar como una empresa. Pero esto no quiere decir que no se pueda organizar de una forma eficaz. La gobernanza de la universidad y, en particular, de sus centros de investigación es una necesidad para el desarrollo de la TC y de la Tercera Misión y proporcionar las herramientas técnicas para hacerlo posible debe ser considerado un reto para las OTRI.

Mirando con más detalle al factor IPR, un modelo proactivo de transferencia de conocimiento en las universidades plantea en primer lugar una gestión del mismo de más atención. La universidad puede realizar un mejor uso del conocimiento que produce, pues ya no sólo se trata de publicar y poner el mismo a libre disposición (una falacia en muchos casos, pues sólo “algunos” están en condiciones de “disponer” del dicho conocimiento, y, en otras ocasiones, la publicación puede llegar a ser la vía de impedir su aplicación). Una gestión nueva del IPR la hace preocuparse porque dicho conocimiento pueda ser explotado al máximo de sus posibilidades, mejorando las condiciones de vida de las personas y contribuyendo al desarrollo del entorno en que se encuentra. Para qué usos, por cuánto tiempo, en qué territorios, con qué empresas... Todas estas preguntas se abren en una eficiente y responsable gestión del IPR.

Pero hacerlo así plantea requerimientos técnicos relevantes. La identificación de oportunidades en el conocimiento nuevo, la protección más adecuada del mismo (vía patente u otra vía) y con las debidas garantías (disponiendo de todos los derechos que permiten utilizarlo), el ejercicio de la defensa de la protección de dicho IPR. Todo ello precisa competencias adecuadas y recursos profesionalizados. Pero la gestión del IPR es también un asunto de política institucional. Requiere que se le asignen recursos, que se incorpore en los mecanismos que lo asientan en la cultura común y que se desarrolle la regulación interna que permita llevarla a cabo.

Obviamente, el IPR se gestiona para ser explotado económicamente. Es importante entender que, en un contexto de abundancia de conocimiento, resulta más relevante la idea de explotación (*business model*) que la calidad de las invenciones. Por el tipo de activo que es, la explotación está sujeta a riesgos empresariales. La gestión del IPR por la universidad significa saber asumir estos riesgos y compartirlos con las empresas. Y no sólo los riesgos; también los beneficios. Los comportamientos, muy asentados, en muchos casos, de cesión inconsciente de conocimiento a cambio de una compensación económica minúscula deben ser corregidos.

Tres son las vías más habituales en dicha explotación. La simple licencia del IPR a empresas existentes es una vía clásica. Ha tenido mucho éxito en universidades norteamericanas, si bien el contexto en el que se encuentran es diferente al nuestro (grandes empresas, mercado de gran tamaño). La investigación colaborativa es otra forma de llegar a la explotación. Permite adaptar un conocimiento generado a las condiciones de uso en un recorrido conjunto entre la universidad/OPI y la empresa. Se trata de que no sea una mera subcontratación. Por último, la creación de empresas es la tercera vía de explotación del IPR. Al riesgo referido en los casos anteriores hay que sumar la habilidad de gestión empresarial y el acceso a capital. Por el contrario, los beneficios potenciales son también más relevantes, pues es la vía que mejor contribuye al

desarrollo endógeno y por la que la universidad puede gozar de un mayor reconocimiento del entorno.

Con respecto al segundo activo para la transferencia, que hemos denominado “Espacio”, también constituye un elemento en la configuración de la acción de transferencia de tecnología por parte de universidades y OPI. La gestión de este activo comprende servicios inmobiliarios habituales (espacio físico equipado) y avanzados (acceso a plataformas tecnológicas, acceso a recursos humanos, acceso a servicios especializados...). Pero debe atender también a proporcionar las condiciones que faciliten las relaciones informales y el flujo de conocimientos tácitos. Ciertamente, el espacio constituye un activo costoso (y más en una sociedad tan “inmobiliarizada”), que debe rentabilizarse haciendo de él una gestión basada en la racionalidad económica, que le permita su sostenibilidad. Igualmente, el establecimiento de parques científicos/tecnológicos en universidades puede producir tensiones internas derivadas de modos de funcionar “muy visibles y diferentes” entre personas de la misma organización. La transparencia en la gestión y una adecuada acción de comunicación deben también ser criterios en la gestión de este activo.

Los actores de la transferencia de conocimiento

En el análisis de la TC actual no sólo se trata de ver qué elementos se plantean en el orden técnico o profesional, sino que también es importante tener en cuenta qué posiciones están adoptando los diversos actores del sistema de innovación.

Una primera reflexión debe ir dirigida a la institución universitaria. Desde hace ya varios años, la puesta en marcha de la LOU, con elecciones y proceso estatutario incluido, y el actual “proceso de Bolonia” ha absorbido y sigue absorbiendo la mayor parte de la atención de la universidad. Debido a ello, la política de I+D y de transferencia no está logrando ocupar en ella el lugar que precisa. Consecuentemente, no se están generando estrategias de alcance en I+D y transferencia universitarias. Al contrario, las políticas

futuras de las universidades están quedando condicionadas por los compromisos que se van adquiriendo por la participación en políticas gubernamentales recientes. Además, derivada de la situación descrita, la capacidad de presencia colectiva de la universidad ante los foros de decisión de la política de investigación y transferencia del país se encuentra lamentablemente disminuida.

En relación con las empresas, el estancamiento de su actividad de I+D, la falta de empresas tractoras de tecnología y la escasa presencia de empresas españolas en sectores intensivos en conocimiento indica un panorama en el que, aun cuando los resultados empresariales mantienen un ritmo creciente, la demanda global de conocimiento por parte de éstas no parece que esté creciendo, a pesar del denodado esfuerzo de un cierto número de empresas. No obstante, se percibe una mayor tendencia a la externalización de las actividades de I+D de las empresas, como algunos estudios ya señalan, así como una progresiva participación de las mismas en los programas públicos de apoyo al desarrollo tecnológico, frecuentemente vinculados a subcontratación a terceros de, al menos, parte de la I+D. Se aprecia también una mayor actividad y acercamiento a la innovación por parte del sector financiero, tanto para operaciones de financiación de nuevos negocios tecnológicos como en otras de financiación de proyectos de I+D.

Las administraciones constituyen un actor de especial importancia en transferencia de conocimiento. En primer lugar por su papel normativo. Los principales hitos en el sistema de innovación español proceden de leyes que supieron generar un marco de crecimiento acelerado de la transferencia de conocimiento (leyes sobre universidades, ciencia y patentes de la década de los 80). Muchas de ellas han cumplido adecuadamente su papel, pero hoy el marco normativo resulta insuficiente para poder abordar saltos cualitativos en innovación tecnológica y en transferencia de conocimiento. Tal es el caso de los temas de movilidad a empresas (incluidas las *spin-offs*) de personal investigador universitario, la regulación del

régimen de dedicación a I+D del profesorado, el sistema europeo de patentes o los trámites de constitución de empresas.

En segundo lugar, las administraciones son importantes por su función de fomento y orientación de la actividad de los actores del sistema de innovación. En su papel de fomento a través de programas, las administraciones públicas cada vez contribuyen con más fondos a la I+D y la transferencia de tecnología. Esto está bien y hay que reconocerlo. Sin embargo, en la materia que nos ocupa se están produciendo disfunciones que queremos destacar. Los instrumentos del MEC/MIN de financiación de la investigación colaboradora con empresas (hay varios, pues varios son los órganos directivos que tienen competencias en el tema) siguen poco adaptados al perfil y al potencial de la universidad. A veces, el presupuesto es bajo; otras, las ayudas deben ser reembolsadas; en otras ocasiones se le da a la universidad un papel de subcontratista; en otras apenas hay plazo para ejecutar los proyectos. Por otro lado, en torno a los parques científicos y tecnológicos se han generado unas políticas de infraestructura, motivadas por la necesidad de dar uso a grandes fondos disponibles, que sólo se pueden gastar por vía de créditos. De esta manera, y al contrario de lo que suele ocurrir en otros países, se ha atraído hacia ellos la atención de buena parte de la política de transferencia de tecnología. La transferencia de conocimiento universitario en ellos requerirá de los profesionales de las OTRI y del inteligente posicionamiento de éstas en dichos parques.

Una última referencia al papel de las administraciones públicas no puede obviar los aspectos de gestión. Hoy se multiplican la diversidad de programas de ayudas por el número de administraciones. El resultado es una profusión de convocatorias, modalidades, tipos de ayuda, formularios, costes elegibles, reglas de justificación, etc., que ha convertido el acceso y uso de la financiación pública en una jungla por la que no resulta sencillo transitar. Si a esto añadimos una legislación sobre subvenciones que extrema el control del gasto sin prácticamente atender al objeto del

mismo, la consecuencia es que se ha producido un escenario en que todo se ha vuelto complejo y los costes de gestión se han disparado.

Las tareas que han acometido las OTRI universitarias durante los últimos años han acompañado una relevante expansión de la relación investigación-industria, como demuestran las cifras indicadas. Dichas

tareas siguen teniendo pleno sentido en la actualidad. No obstante, como se deriva de la reflexión expuesta sobre cómo ha evolucionado la función de transferencia de conocimiento y tecnología, el escenario de hoy demanda nuevos cometidos (creación de empresas, movilidad de investigadores, gestión de espacios...) y esquemas organizativos (institutos, parques...) para acometer la misma misión. Las OTRI deben ser las

primeras en identificarlos y entender que hoy, afortunadamente, el escenario de transferencia de conocimiento y tecnología es más amplio que el de hace unos años. Requiere de estas unidades un posicionamiento más proactivo y plantea oportunidades para desarrollar cooperación con otros involucrados en la transferencia de conocimiento en el entorno de las universidades.

Los parques científicos y tecnológicos en el nuevo marco normativo

Felipe Romera. Presidente de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE)

La historia de los parques científicos y tecnológicos en España es amplia y desde sus orígenes éstos han estado ligados a las comunidades autónomas.

El hecho de que las comunidades autónomas se constituyeran a principios de la década de los ochenta y que en esos momentos en Europa estuvieran de moda los parques científicos y tecnológicos determinó que fueran éstas las que se animaran a promoverlos.

El primer parque tecnológico en España fue el del País Vasco, localizado en Zamudio, en las proximidades de Bilbao, y cuya sociedad de gestión se constituyó en 1985, hace ahora 20 años. A este parque le siguieron los desarrollados por las comunidades autónomas de Cataluña, Madrid, Galicia, Valencia, Asturias, Castilla y León y Andalucía.

Estos parques fueron financiados con presupuestos regionales y en muchos casos complementados con fondos FEDER de la Unión Europea. El objetivo de las comunidades autónomas al construir estos parques fue crear sistemas regionales de innovación alrededor de los mismos y al mismo tiempo ofrecer visibilidad regional a las empresas tecnológicas en un intento de atraerlas hacia su comunidad.

Cada comunidad autónoma diseñó un modelo para el desarrollo de sus parques. Aunque estos modelos tenían muchos elementos comunes también tienen muchas diferencias que afectan a la gobernanza, a la gestión y a la financiación de los parques.

A partir de 1995 aparecen en España los parques científicos. Estos proyectos están generalmente ligados a las universidades y se gestionan preferentemente a través de fundaciones en las que, además de la universidad, participan otros agentes del entorno donde se ubican, en contraposición a los parques tecnológicos que se gestionan a través de

sociedades anónimas de capital mayoritariamente público.

Además de las comunidades autónomas y las universidades existen otros agentes que desarrollan parques científicos y tecnológicos como son los ayuntamientos, las zonas francas e incluso empresas privadas.

Este amplio caleidoscopio de promotores de parques se aglutina en torno a la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE), que en estos momentos tiene 58 miembros, de ellos 20 socios que son parques en funcionamiento y 38 asociados que son proyectos de parques que estarán en funcionamiento durante el próximo quinquenio.

Hasta el año 2000 el gobierno central no desarrolló ninguna política específica que permitiera definir un modelo en el desarrollo de los parques científicos y tecnológicos. La creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología supuso un cambio importante de la política nacional respecto a los parques, a fin de cuentas éstos representan el lugar de encuentro entre el entorno universitario y el empresarial, entre la investigación pública y la privada, y este hecho los colocó en el centro del sistema de innovación y en el centro de los objetivos de ese nuevo ministerio cuando en años anteriores estaban fuera del sistema.

Las primeras políticas nacionales

La primera orden de apoyo a parques científicos y tecnológicos apareció por sorpresa a finales del año 2000 y se orientó fundamentalmente al desarrollo de parques científicos desde las universidades. El programa tenía entre sus objetivos la obtención por parte de los parques de equipamiento e infraestructura científica y tecnológica necesarias para realizar actividades de Investigación y Desarrollo (I+D).

Los beneficiarios eran entidades públicas y entidades sin ánimo de lucro, lo que dejaba fuera de la convocatoria a casi todos los parques en funcionamiento que se desarrollaron a través de sociedades anónimas. A pesar de las excelentes relaciones de la APTE con el Ministerio de Ciencia y Tecnología, no fue hasta la convocatoria del 2002 cuando se dio la opción de que pudieran presentarse las empresas promotoras de parques.

Las ayudas eran anticipos reembolsables a interés cero con una intensidad máxima del 75% del coste del proyecto y con un periodo de carencia de tres años y quince como máximo para la amortización del anticipo.

Además de la exclusión de la convocatoria de los parques tecnológicos, otro problema fue la necesidad de avales para garantizar los anticipos, lo que tensionó a alguna de las instituciones participantes.

Desde la APTE, a pesar de estas deficiencias, se valoraron muy positivamente estas políticas porque animaron a muchas universidades a desarrollar sus parques científicos. En estos momentos son veinte las universidades que lo están haciendo.

El 20 de septiembre de 2001 la APTE firmó un acuerdo con el Ministerio de Ciencia y Tecnología para impulsar el desarrollo de los parques científicos y tecnológicos en el país y se estableció una buena cooperación entre ambas instituciones.

Han existido cinco convocatorias de estas ayudas entre los años 2000 y 2004, y, aunque a partir de 2002 se pudieron presentar las empresas promotoras de parques, otras cuestiones relativas a la propia convocatoria han hecho que la participación en ellas de los parques en funcionamiento haya sido escasa.

El Ministerio fue sensible a las peticiones de la APTE y conjuntamente se intentó cambiar los aspectos más polémicos de la convocatoria como que los proyectos se pudiesen realizar en cooperación con empresas del mismo parque, y cuando se consiguió en la convocatoria de 2004, la entidad gestora del parque se tenía que hacer responsable de los gastos de las empresas, lo que los hizo inviables. Además la necesidad de presentar avales dificultó todavía más que los parques se animaran a presentar proyectos.

Los resultados de las convocatorias entre 2000 y 2003 se muestran en la tabla adjunta. No se dispone de los datos de la convocatoria de 2004, aunque las ayudas concedidas fueron bastante inferiores a los créditos disponibles.

AÑO	Proyectos aprobados	Ayuda (miles euros)
2000	29	189.000
2001	29	30.424
2002	41	31.736
2003	51	32.228

En el cuadro adjunto se muestra una tabla con las ayudas recibidas distribuidas por comunidades autónomas en los ejercicios 2000-2003.

Un somero análisis de los datos anteriores permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Mientras que en la primera convocatoria se dieron ayudas por cerca de 190 millones de euros, la media de las siguientes ronda los 30 millones, es decir, seis veces menos.
2. Tres comunidades autónomas (Cataluña, Madrid y la Comunidad Valenciana) acapararon más del 80% del grueso de las ayudas.
3. El mapa geográfico de distribución de las ayudas no coincide con el mapa de los parques en funcionamiento, lo que determina que estos parques apenas recibiesen ayudas.
4. La mayoría de las ayudas fueron a instituciones en las que participaban las universidades.

Comunidad autónoma	Proyectos aprobados (2000-2003)	Ayudas (miles de euros 2000-2003)	% Sobre total
Andalucía	6	8.058,2	2,8
Aragón	2	1.598,5	0,6
Asturias	1	696,1	0,2
Baleares	2	1.043,8	0,4
Com. Valenciana	11	33.830,8	11,9
Canarias	2	11.025,9	3,9
Cantabria	2	1.663,7	0,6
Castilla y León	9	9.376,7	3,3
Castilla-La Mancha	0	0	0
Cataluña	33	122.230,5	43,1
Extremadura	0	0	0
Galicia	14	13.289,8	4,7
La Rioja	0	0	0
Madrid	28	74.486,3	26,2
Murcia	5	4.680,7	1,6
Pais Vasco	3	1.830,2	0,6
TOTAL	118	283.811,1	100,0

El nuevo marco normativo

La desaparición del Ministerio de Ciencia y Tecnología, la creación de los ministerios de Educación y Ciencia y de Industria, Turismo y Comercio y el interés del nuevo gobierno en incrementar el gasto español en I+D han propiciado la creación de un nuevo marco normativo con respecto al desarrollo de los parques científicos y tecnológicos.

Durante el año 2004 los Ministerios de Educación y Ciencia y el de Industria, Turismo y Comercio han definido sus estrategias sobre los parques. La continuación de las ayudas a parques las ha asumido el Ministerio de Educación y Ciencia a través de la Dirección General de Política Tecnológica y, en cambio, las políticas de cooperación empresarial están sustentadas desde el Ministerio de Industria.

Podríamos decir que los parques quedan bajo la protección del Ministerio de Educación y que el Ministerio de Industria complementa y fortalece las políticas de apoyo empresarial.

La nueva orden de parques

Durante el último trimestre del año 2004, la Dirección General de Política Tecnológica y la APTE tuvimos distintas reuniones para perfeccionar la orden de parques. El resultado de dicha colaboración ha sido una nueva versión de la orden más adecuada a las necesidades de los parques científicos y tecnológicos, teniendo en cuenta además a las empresas e instituciones de los mismos.

Las características más importantes de esta nueva orden, orientadas a la realización de proyectos de I+D en parques científicos y tecnológicos, son:

1. Aunque las ayudas siguen siendo los anticipos reembolsables (con un cero % de interés, un máximo de 3 años de carencia y 15 de amortización) se introduce la posibilidad de subvenciones en función del riesgo del proyecto de I+D a desarrollar. Las cuantías de las ayudas rondan los 180 millones de euros, similares a las del año 2000 pero casi 10 veces mayores que las concedidas en la convocatoria de 2004. Las partidas para subvenciones son escasas y esperamos que puedan incrementarse en próximas convocatorias.

2. Se amplía la financiación de los proyectos de I+D a infraestructuras físicas, además de las tecnológicas, excluyéndose la compra de los terrenos.
3. Se posibilita que empresas e instituciones que operen dentro del parque puedan ser beneficiarias de estas ayudas, presentando sus proyectos en cooperación con la sociedad gestora del parque.
4. Prácticamente se eliminan los avales para recibir estas ayudas, lo que sin duda alguna facilitará la presentación de proyectos por parte de las empresas e instituciones, además del propio parque.

Este nuevo enfoque permite que los parques puedan definir su política de I+D en cooperación con las empresas e instituciones ubicadas en él y por lo tanto que la transferencia de tecnología entre el sector público y privado se acreciente de forma importante.

La APTE como OTRI

La Dirección General de Política Científica del Ministerio de Educación y Ciencia concedió en julio de 2004 a APTE la condición de OTRI, con lo cual desde la Asociación se podrá comenzar a desarrollar actividades de transferencia de tecnología acorde con las políticas de este ministerio.

El convenio entre el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y la APTE

Las relaciones entre el Ministerio de Industria y la APTE se formalizaron el mes de marzo de 2005 con la firma de un convenio de colaboración.

Las acciones más importantes de este convenio están encaminadas a crear y desarrollar una red de transferencia de tecnología entre todos los parques científicos y tecnológicos que se encuentran en funcionamiento para realizar políticas de transferencia de tecnología entre las empresas e instituciones ubicadas en los parques.

Por otro lado se apoya también la realización de 14 acciones de ayuda a parques que se encuentran en fase de creación por parte de los parques operativos para conseguir que los primeros puedan convertirse en parques con la calidad que determina la APTE para convertirse en socios de pleno derecho.

También se van a establecer antenas tecnológicas en China y Brasil para facilitar la cooperación empresarial entre las empresas de los parques y las ubicadas en parques de estos países además de un curso de gestión de parques que imparte la APTE en Argentina para facilitar el desarrollo de parques en Latinoamérica dentro de la Conferencia de la Asociación Internacional de Parques Tecnológicos (IASP) en Latinoamérica. Ambas acciones con la colaboración de la IASP.

El Ministerio quiere impulsar la transferencia de tecnología desde los parques hacia los polígonos industriales de sus proximidades creando en éstos antenas tecnológicas de los propios parques. En este sentido, la firma de otro convenio entre el Ministerio y la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía para facilitar la constitución de agrupaciones tecnológicas de empresas innovadoras en los polígonos industriales a través de la Red de Espacios Tecnológicos Andaluces (RETA) quiere ser reproducida en otras comunidades autónomas.

Los parques en las comunidades autónomas

Como hemos visto, las comunidades autónomas fueron las inventoras de los parques tecnológicos en España y este hecho ha marcado el desarrollo y evolución de los parques en las regiones.

En los últimos años los parques científicos y tecnológicos se han adaptado a las políticas regionales de las comunidades autonómicas donde se ubican y han creado entre sí redes regionales.

En el País Vasco se agrupan alrededor de la Red de Parques Tecnológicos del País Vasco, donde los tres parques comparten un único presidente que representa a la red.

En Cataluña, la red de Parques Científicos y Tecnológicos de Cataluña (XPCAT) surge como asociación de los parques en un modelo de abajo hacia arriba, es decir, sin que fuera la Generalitat quien la impulsara.

En Andalucía, la Red de Espacios Tecnológicos Andaluces (RETA) surge con un fuerte impulso político desde la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa y aglutina además de los parques científicos y tecnológicos a los centros de innovación y tecnología (CIT) y a los centros europeos de empresas e innovación (CEEI) y todos ellos se constituyen como una asociación sin ánimo de lucro, como un modelo intermedio entre el vasco y el catalán.

En Castilla y León se desarrolla la red a través de una única sociedad que aglutina los parques promovidos desde la Junta de Castilla y León.

En Madrid y Valencia también se están desarrollando redes regionales.

Como puede verse, existe una gran diversidad regional en el desarrollo de los parques, lo que ofrece una gran riqueza en las experiencias desarrolladas. El papel de la APTE como interlocutor ante el gobierno central se complementa en el nivel regional con las distintas redes de parques autonómicas.

Conclusiones

El crecimiento de los parques científicos y tecnológicos en España es cada vez mayor. Estos parques constituyen una de las mayores posibilidades para desarrollar el sistema de innovación español al consolidarse como centro del mismo, y donde los actores públicos que realizan I+D (universidades y OPI) se encuentran con el sector privado empresarial y entre ambos, cada día más, fortalecen la transferencia de tecnología.

El nuevo marco normativo desarrollado desde el gobierno central a través del Ministerio de Educación y Ciencia acompañado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, así como el esfuerzo que se realiza desde las comunidades autónomas en la creación de redes regionales de parques, constituyen una esperanza para la consolidación de un sistema de innovación español que pueda converger con Europa en los próximos años.

El Centre de Patents de la UB y su papel en la transformación del sistema de patentes español

Pascual Segura y Núria Sans. Universitat de Barcelona

El Centre de Patents es un centro de la Universitat de Barcelona (UB) que se dedica a tareas de investigación, docencia y servicios en el campo de la propiedad intelectual-industrial y la documentación científico-técnica. En su género es un centro único en España por la coincidencia de dos circunstancias especiales.

La primera circunstancia es la entrada de España en la CEE en enero de 1986, por la cual hubo necesidad de adherirse al Convenio de la Patente Europea, que permite patentar en España a través de la Oficina Europea de Patentes (OEP), y de promulgar una nueva ley nacional de patentes y modelos de utilidad administrada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM). Este radical cambio situó el sistema de patentes español al mismo nivel que el de los otros países de nuestro entorno, creando así una necesidad acuciante de formación sobre aspectos jurídicos y prácticos de patentes, y sobre las herramientas de documentación científico-técnica exhaustivas que permiten conocer el estado de la técnica de una invención.

La segunda circunstancia viene dada por el hecho de que en Barcelona se requería una buena formación en materia de patentes tanto entre el público (empresas, inventores) como entre los profesionales (agentes, abogados), puesto que Cataluña es la comunidad autónoma donde se genera el mayor número de solicitudes de patentes, y Barcelona la ciudad en cuyos tribunales se dirimen el mayor número de conflictos de patentes. Sin embargo, en Barcelona ni la Generalitat de Cataluña ni la OEPM tenían centros de asesoramiento o formación en materia de patentes (de hecho, la OEPM todavía no tiene delegaciones fuera de Madrid).

La coincidencia de estas dos circunstancias, junto con la importancia económica de España en la CEE,

explican que en 1987 se le concediera a la UB una importante ayuda dentro del programa Comett de la CEE para la creación de un centro investigador y docente en materia de patentes. Pocos años después de su creación, este centro se consolidó como Centre de Patents de la UB y amplió su campo de actividad a la prestación de servicios, con la ayuda de la OEPM, el Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM) de la Generalitat de Cataluña y las fundaciones Uriach, Medichem y Salvat Inquifarma.

Desde 1999 el Centre de Patents está ubicado en el Parc Científic de Barcelona (PCB), siendo uno de los primeros centros de la UB en instalarse en él, lo que demuestra la importancia dada por las autoridades de la UB a la protección de la innovación. En el PCB se encuentran grupos de investigación públicos y privados que desarrollan su actividad en áreas emergentes de investigación química, farmacéutica y biotecnológica, entre otras.

Un centro docente único

Desde su creación hace 18 años, el Centre de Patents de la UB ha dedicado gran parte de sus esfuerzos a divulgar y enseñar el sistema de patentes, particularmente el europeo y el español, tanto en España como en países sudamericanos. Los destinatarios de esta formación han sido principalmente técnicos y directivos de empresas y organismos públicos de investigación (CSIC, universidades, etc.), agentes de la propiedad industrial, abogados y, recientemente, algunos jueces.

Se han realizado actividades docentes de tipología y duración muy variadas, desde ponencias de media hora hasta cursos de 300 horas; unas organizadas por el propio centro, otras encargadas por instituciones como

la OEPM, la OEP, el Centre d'Études Internationales de la Propriété Industrielle (CEIPI) de la Universidad de Estrasburgo o el CIDEM de la Generalitat de Cataluña, y otras en colaboración con universidades y escuelas de negocios. Entre estas últimas destacan el Magister Lucentinus de la Universidad de Alicante, los Módulos de Especialización en Propiedad Intelectual y Sociedad de la Información de ESADE, el Curso de Postgrado sobre Propiedad Intelectual e Industrial de la Universidade de Santiago de Compostela, la Licenciatura de Biotecnología de la Universitat Autònoma de Barcelona y el Master en I+D+i de Medicamentos de la Universidad de Navarra.

Las actividades que el Centre de Patents organiza de forma habitual son únicas en su género en España y, entre ellas, destacan las siguientes:

- Las Jornadas de estudio y actualización en materia de patentes (conocidas como "Los Lunes del Centre de Patents"). Estas jornadas constituyen un foro de discusión e intercambio de ideas que reúne a varios centenares de expertos en patentes. Los asistentes tienen distintas formaciones iniciales (técnica, jurídica, económica, gestión...) y trabajan en ámbitos laborables muy variados (particular, empresa, agencia, bufete, enseñanza, oficina de patentes...). Estas jornadas son gratuitas y resultan muy útiles para actualizar conocimientos, dado que el mundo de las patentes está en constante cambio y resulta difícil mantenerse al día.
- Curso práctico para preparar el European Qualifying Examination (EQE) de la OEP. El objetivo de este curso es formar candidatos españoles que desean mejorar la práctica profesional y presentarse al EQE, examen imprescindible para convertirse en agente de patentes europeas.
- Curso sobre patentes y modelos de utilidad: documentación, patentabilidad, redacción,

transferencia, infracción, política empresarial y acciones judiciales. Se trata de un curso modular de dos semanas, en ediciones alternas en Barcelona y Madrid, dirigido a profesionales y a inventores particulares. Uno de los módulos es el único en España en el que se enseña a redactar solicitudes de patente según los sistemas europeo y norteamericano.

- Seminarios de documentación en bases de datos científico-técnicas y de patentes. Estos seminarios están dirigidos a personas interesadas en aprender a realizar búsquedas en las bases de datos profesionales que permiten acceder a la información exhaustiva y codificada necesaria para determinar el estado de la técnica de una invención, algo imposible de hacer sólo con las bases de datos gratuitas disponibles en Internet.
- Cursos a medida para empresas u organismos públicos de investigación. Se ofrecen cursos por encargo, tanto para empresas (dirección, I+D, marketing,...) como para universidades (profesores, OTRI,...) y otros centros públicos de investigación.

Mediante su actividad docente y divulgadora, el Centre de Patents ha influido decisivamente en el cambio de algunos aspectos prácticos del sistema de patentes español, convenciendo por ejemplo de la necesidad de realizar búsquedas previas del estado de la técnica antes de redactar una solicitud, y de la necesidad de llevar a cabo una adecuada redacción de la solicitud de patente, para obtener un derecho válido y eficaz.

En los últimos tiempos, el principal interés del Centre de Patents se dirige a que los jueces (y sus asesores judiciales, los peritos) apliquen el derecho de una manera correcta en lo relativo a la determinación del alcance de la protección de las patentes mediante la correcta interpretación de las reivindicaciones, tema central de la patentabilidad y de la infracción. El objetivo del centro es contribuir a que el sistema judicial español en materia de patentes esté al mismo nivel que en los países europeos con más tradición en este tema, como son Alemania y el Reino Unido.

La agencia de patentes del Grup UB

Otra tarea del Centre de Patents es ofrecer servicio en temas de propiedad industrial a las entidades del Grup UB y relacionadas (Parc Científic de Barcelona, IDIBAPS, IDIBELL, etc.). Así, el centro se encarga de promocionar el sistema de patentes entre los investigadores, y de patentar sus invenciones según la Normativa sobre Patentes de la UB. Esta Normativa, que data de 1989 y está en proceso de revisión, fue la primera de las universidades españolas en establecer el proceso a seguir para la óptima protección de las invenciones realizadas por sus investigadores y distribuir los eventuales beneficios provenientes de su transferencia.

El proceso de protección establecido en esta Normativa incluye el análisis preliminar de la invención, una búsqueda de patentabilidad, la toma de la decisión de patentar a nombre de la UB valorando las expectativas de mercado, la redacción de la memoria y las reivindicaciones, la tramitación de una solicitud española y la tramitación de una solicitud internacional o PCT (Patent Cooperation Treaty) cuando hay expectativas de transferir los derechos. Este proceso se realiza en estrecha colaboración con el Centre d'Innovació de la Fundació Bosch i Gimpera que, como OTRI (Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación) de la UB, se encarga, junto con los propios inventores, de transferir la tecnología protegida a los sectores productivos para su explotación, bien mediante cesión/licencia, bien mediante creación de empresas *spin-offs*.

Algunas de las invenciones generadas en la UB y protegidas por el Centre de Patents se han transferido a empresas como Química Farmacéutica Bayer, Seiko Epson, Pharma Mar (Zeltia) o Balagué Center, y también a empresas creadas por los propios investigadores (*spin-offs*). Las principales líneas de investigación que se han protegido últimamente son del sector químico-farmacéutico-biotecnológico, en particular compuestos para el tratamiento de distintos tipos de cánceres y diabetes, nuevas indicaciones

terapéuticas, métodos de diagnosis, métodos de medicina personalizada basada en genómica, etc. En cuanto a las tecnologías transferidas, en el año 2004 se transfirieron seis invenciones, tres mediante contrato de venta y tres mediante contrato de licencia y de participación de la UB en acciones de las empresas *spin-offs*.

La Universitat de Barcelona ofrece a las empresas una cartera de tecnologías disponibles para ser transferidas. En el caso de invenciones patentadas, lo más habitual es la transferencia mediante un contrato de cesión o venta, por el que la empresa pasa a ser propietaria de los derechos. También son posibles otros tipos de contrato como el de licencia de patente o de secreto industrial (*know-how*), por los que la UB sigue siendo propietaria de los derechos pero recibe unos *royalties* por parte de la empresa a cambio de poder producir, utilizar o vender el objeto de la patente o del contrato de secreto industrial.

Un servicio público de información

En virtud de un convenio de colaboración con el CIDEM de la Generalitat de Cataluña, el Centre de Patents ofrece desde 1991 un servicio público de información con el nombre de Biblioteca de Patents CIDEM/UB.FBG.

Por teléfono o en persona, se informa y orienta sobre todas las cuestiones relativas a propiedad intelectual-industrial. Se explica detalladamente el funcionamiento del sistema de patentes y, si corresponde, se aconseja la redacción y tramitación de patentes o modelos de utilidad a través de agencias de la propiedad industrial, de las que se proporciona una lista. En el año 2004, se atendieron cerca de 2.300 consultas realizadas por teléfono o en entrevistas personalizadas. Estas consultas provienen en su mayor parte de pequeñas y medianas empresas, organismos públicos de investigación e inventores particulares.

Asimismo, el Centre de Patents dispone de un fondo documental de acceso público constituido por más de 3 millones de patentes (españolas, europeas,

norteamericanas e internacionales, mayoritariamente en soporte CD-ROM), más de 1.700 libros sobre propiedad industrial e intelectual, y unas 50 suscripciones a revistas y boletines especializados. También dispone de un servicio de suministro de copias de patentes.

Finalmente, se ofrece un servicio de información y búsquedas en bases de datos científico-técnicas y de patentes, que tiene dos facetas: por una parte, se dan indicaciones a los interesados sobre cómo llevar a cabo búsquedas de patentes a través de Internet en bases de datos gratuitas, como las producidas por la OEPM y Esp@cenet (base de datos producida por la OEP, que recoge más de 45 millones de documentos); y, por otra parte, se realizan por encargo búsquedas de estado de la técnica para analizar el riesgo de infracción y la patentabilidad de las invenciones.

Desde 1995, en el marco de un convenio entre la UB y la American Chemical Society (ACS), el Centre de Patents se ocupa de la representación en España de Chemical Abstracts Service (CAS), la división de información de la ACS, y de STN International, el distribuidor de bases de datos de CAS y FIZ-Karlsruhe, que son organismos no lucrativos, pero

autofinanciados. Esto incluye la resolución de problemas (*helpdesk*), el asesoramiento y la formación a través de seminarios, en los que se enseña a utilizar bases de datos profesionales científico-técnicas y de patentes, como por ejemplo Chemical Abstracts, World Patents Index, etc., mediante SciFinder o STN.

Al profano le puede parecer que el derecho de patentes y la información científico-técnica son disciplinas separadas. Sin embargo, en la práctica están íntimamente ligadas, pues la validez y eficacia de los derechos que concede una patente dependen, más que en ningún otro caso, de la calidad de una redacción técnica (el texto de la memoria y de las reivindicaciones) y de la calidad de una búsqueda de información científico-técnica (la determinación del estado de la técnica). El Centre de Patents de la UB se ha dedicado simultáneamente a estas dos disciplinas especializadas, y ha jugado un papel decisivo en los cambios ocurridos en las mismas desde que, en 1986, España entró en la CEE y fue obligada a cambiar drásticamente su sistema de patentes.

Conclusión: Centro de referencia y lugar de encuentro

Además de su papel como centro de información, el Centre de Patents de la UB se ha convertido en el centro de referencia para la docencia del sistema de patentes en España, la cual se imparte por el propio personal del centro y por profesores invitados, españoles y extranjeros. Por otro lado, el Centre de Patents de la UB se ha convertido en un lugar de encuentro en el que los especialistas españoles en patentes intercambian experiencias y conocimientos, y discuten cuestiones prácticas que frecuentemente resultan polémicas e implican grandes intereses económicos. Es una institución que propicia el diálogo y el estudio sobre problemas jurídicos de trascendencia económica que acaban dirimiéndose en las oficinas de patentes o en los tribunales.

Para más información:

www.pcb.ub.es/centredepatents

www.oepm.es

www.european-patent-office.org

www.cidem.com/cidem/cat/serveis/tecnologia/definicio/patent/index.jsp

La Acción IDE (Incorporación de doctores a la empresa)

España tiene un nivel relativamente bajo de investigadores en las empresas, en comparación con los países de la Unión Europea. Así, mientras que en España solamente el 30% de los investigadores están desarrollando su labor en empresas privadas, la cifra correspondiente a la UE-15 es del 48%. Para ayudar a solventar esta situación, se han desarrollado una serie de políticas de fomento a la incorporación de personal altamente cualificado a la empresa. La primera medida fue la Acción IDE (Incorporación de doctores a la empresa), vigente desde 1997 hasta 2001, y que fue el precedente del actual programa Torres Quevedo. En el año 2004 se llevó a cabo el trabajo de evaluación de dicho proyecto, que se publicó como estudio número 27 de la fundación COTEC y que fue realizado por Luis Sanz Menéndez, Laura Cruz Castro y Jaime Aja Valle, del CSIC. Este recuadro es una síntesis de dicho trabajo.

La Acción IDE consistía en subvencionar a las empresas la contratación de doctores con menos de seis años de antigüedad por un periodo de 12 meses, prorrogable a un segundo año. La cantidad recibida inicialmente como subvención era de 18.030 euros y descendía a la mitad en el segundo año. La Acción pretendía tanto fomentar la innovación en las empresas (con prioridad para pymes), como la inserción laboral de los doctores contratados. Y, colateralmente, se pretendía también fomentar el papel de las denominadas Entidades Colaboradoras de Acciones del

Cuadro 1: Datos más significativos de la Acción IDE, 1997-2001

Número de solicitudes	761
Número de empresas solicitantes	450
Proporción de éxito en la evaluación (%)	87,6
Número de solicitudes iniciadas	602
Número de empresas beneficiarias	371

Fuente: Sanz et al. (2004)

PACTI (ECAP), ya que éstas (básicamente OTRI, asociaciones empresariales y centros de innovación y tecnología), debían intervenir en la divulgación de la convocatoria y en la intermediación entre el doctor y la empresa. Los datos más significativos de la Acción IDE se recogen en el cuadro 1.

En cuanto a las características de las empresas que participaron solicitando Acciones IDE, cabe destacar las siguientes cuestiones:

- 1. Eran de reciente creación: el 70% de las empresas beneficiarias se constituyeron después de 1980 y casi el 40% después de 1990.

- 2. Las pymes estuvieron infrarrepresentadas: el 80% de las empresas solicitantes eran pequeñas y medianas, pero su peso en el total de empresas innovadoras en España es mayor.
- 3. Existió un sesgo por rama de actividad: una de cada tres ayudas solicitadas provenía de empresas químicas (especialmente farmacéuticas), mientras que también estuvieron sobrerrepresentadas las ramas de servicios a empresas, servicios de I+D y alimentación, bebidas y tabaco.
- 4. De manera paralela a la distribución territorial de las empresas innovadoras, en Madrid y en Cataluña hubo una concentración de las empresas participantes de la Acción.

Cuadro 2: Aspectos positivos y negativos de la Acción IDE

Aspectos positivos de la Acción IDE	Aspectos negativos de la Acción IDE
Se cumplió el objetivo de inserción laboral de capacidades no utilizadas o infrautilizadas (dos de cada tres doctores estaban en paro o eran becarios). Sirvió para que las empresas pudieran fomentar su innovación (más en el sentido de intensificar las actividades de I+D e innovación, en general, que posibilitando su inicio). Las empresas aprovecharon la acción para impulsar y consolidar sus departamentos de I+D. La mayoría de los doctores continuaron trabajando para la empresa después de acabar la Acción IDE. Las empresas y doctores participantes valoraron positivamente, en general, el haberse involucrado en la Acción	En el diseño del programa no se fijaron objetivos cuantificables, lo que ha dificultado su evaluación. El diseño del programa no estableció ningún mecanismo que favoreciese la aparición de un “mercado” de doctores disponibles para ser contratados (la implicación de entidades como las OTRI fue muy limitada). La visibilidad de la Acción IDE, su difusión y la calidad de su gestión eran mejorables. Ejemplos negativos fueron la lentitud en la evaluación y carencias en el seguimiento de las ayudas, por ejemplo. Las empresas participantes y beneficiarias presentaron un sesgo por tamaño (las pymes estuvieron infrarrepresentadas) y por sector (el sector químico y farmacéutico, por ejemplo, están sobrerrepresentados). El gasto realizado pudiera haber sido superior si se hubiera posibilitado que el programa llegara a más empresas y doctores, lo cual hubiese sido deseable y posible a la vista de la demanda potencial.

Fuente: Elaboración propia a partir de Sanz et al. (2004)

Por lo que respecta a las características de los doctores participantes, merecen destacarse las siguientes:

1. Los doctores participantes eran relativamente jóvenes: El 90% de los doctores tenían entre 25 y 35 años y el 30% menos de 30, habiéndose doctorado la mayoría en 1997 o después.
2. Es de destacar que los doctores procedentes de las Universidades Politécnicas de Madrid, Cataluña y Valencia estuvieron infrarepresentados en la Acción.

Esto es debido a la limitada participación que tuvieron los doctores ingenieros en la Acción IDE, hecho motivado, a su vez, por las mayores alternativas a la hora de encontrar empleo que los doctores ingenieros tienen en relación al resto de doctores.

3. Se observa la existencia de un sesgo en las titulaciones: un 60% de los doctores estaban doctorados en biología, química o farmacia. Este sesgo en la titulación de doctores tiene que ver con

el sesgo en la rama de actividad de las empresas participantes en la Acción al que se ha aludido anteriormente.

4. Antes de la Acción IDE, más del 40% de los doctores estaban en paro y el 25% eran becarios. Después de la Acción, casi el 75% de los doctores continuaron ligados a las empresas que los contrataron.

Universidad emprendedora y capital riesgo

Javier López Martínez. Director de Inversiones. Consejero. UNIRISCO Galicia, SCR, SA

Presentación

El presente artículo pretende dar a conocer algunas singularidades del modelo de creación de empresas desarrollado en la Universidade de Santiago, haciendo especial hincapié en su experiencia de capital riesgo. Al redactarlo se ha pensado fundamentalmente en que el mismo sirviese a los equipos de gobierno de la Universidad, así como a los responsables de la transferencia de tecnología, como documento de reflexión sobre las nuevas formulas de gestión del conocimiento generado desde la propia Universidad huyendo de ciertos dogmas y tabúes relacionados con el concepto de universidad emprendedora.

Lo que se ha procurado en el documento es reflejar, a partir de esta experiencia de capital riesgo, algunas ideas aplicables en cualquier universidad aunque no sigan el mismo modelo. En cierta medida intentaremos demostrar que el capital riesgo y la universidad no son como la velocidad y el tocino, aunque muchos se crean esto último.

Un último comentario previo, el mismo día en que se remató la redacción de este artículo se constituyó en Santiago de Compostela, Uninvest, que es una sociedad de capital riesgo que aglutina a 16 universidades españolas que, sobre la base de la experiencia de Unirisco, decide aplicar a nivel de todo el país el modelo desarrollado en Galicia. Por tanto, la mayor parte de las reflexiones aquí consideradas son válidas tanto para Unirisco, como para Uninvest y las universidades que están detrás.

La experiencia de capital riesgo de la USC. Unirisco Galicia

Unirisco Galicia es la primera sociedad de capital riesgo de talante universitario autorizada por la Comisión Nacional de Mercado de Valores (CNMV) que, bajo la

Dimensión y socios

Recursos	2003
Fondos gestionados	3,0 M€
Estructura accionarial	2003
Universidades	24%
Empresas e instituciones	36%
Entidades financieras	40%
Universidades:	
Universidade de Santiago de Compostela	
Universidade de Vigo	
Universidade da Coruña	
Entidades financieras	
CaixaGalicia	
Caixanova	
Banco Pastor	
Banco Portugués de Investimento	
Grupos empresariales e instituciones	
Grupo San José	
Consorcio de la Zona Franca de Vigo	
Inditex	
Fundación "R"	

iniciativa de las universidades de Santiago y Vigo, se constituyó en noviembre de 2000 con el objetivo de promover la creación de empresas que aprovechen el conocimiento generado por la universidad.

Además, estas dos universidades conjuntamente con la de A Coruña, que se incorporó en una reciente ampliación de capital, han recabado el apoyo de importantes entidades financieras y grupos empresariales de la región, que han aportado, no sólo recursos financieros, sino también su credibilidad y

amplia experiencia, tanto en gestión empresarial, como en el análisis y seguimiento de inversiones

La misión de Unirisco Galicia es impulsar y financiar proyectos de empresa de nueva o reciente creación que:

- faciliten la transferencia de conocimiento generado en la universidad a la sociedad,
- favorezcan la creación y consolidación de empleo en la universidad o en las nuevas empresas para investigadores y titulados cualificados,
- ayuden en base al ejemplo a crear una cultura emprendedora en el entorno universitario.

Por tanto, desde la perspectiva de una universidad, Unirisco se convierte en un instrumento de dinamización de la actividad empresarial que puede generar su comunidad universitaria, con implicaciones en las políticas de transferencia de tecnología y de fomento de la cultura emprendedora.

Las iniciativas empresariales que apoya Unirisco se tienen que caracterizar porque:

- Tengan una vinculación inequívoca con la universidad, ya sea porque su actividad se basa en resultados de investigación, capacidades científicas o de prestación de servicios de la propia universidad, ya sea porque los promotores proceden del ámbito universitario.
- Sean promovidas por personas altamente comprometidas con su iniciativa y con capacidad técnica y de gestión empresarial.
- Provenzan de cualquier universidad española o portuguesa, aunque con especial interés en los proyectos originarios de Galicia y norte de Portugal.
- Se basen en algún elemento innovador, tecnológico o no, que les permita obtener una posición de éxito en el mercado al que se dirigen
- No estén constituidas o sean de reciente creación y que posean un alto potencial de crecimiento y generación de rentabilidad.

El capital actual de Unirisco asciende a 3 millones de euros y tras dos años y medio de actuación ya dispone de una cartera de inversión compuesta por empresas en actividades tan diversas como la producción de nuevos materiales cerámicos, los sistemas de información geográfica o la síntesis química a la medida.

Ahora bien, cuando la Universidad de Santiago decidió promover una sociedad de capital riesgo (SCR), muchas voces le recordaron el tradicional refrán de “zapatero a tus zapatos”. ¿Qué hace una universidad metiéndose en el mundo de las finanzas, si ya le llega con generar y difundir conocimiento? Pues hace justamente esto último, difundir conocimiento e implicarse activamente en el desarrollo socioeconómico del área de influencia sobre la que actúa. Para ello, se ha dotado de un instrumento más que le permite abordar con mayores posibilidades de éxito el proceso de transferencia de tecnología hacia la sociedad. Por tanto, la universidad sigue con sus zapatos y no pretende meterse en un mercado ajeno a lo que mejor conoce.

Si leemos con detenimiento a los autores que preconizan el concepto de universidad emprendedora, como el profesor Henry Etzkowitz de la State University of New York, nos encontraremos argumentos bastante consistentes para acreditar que este camino aparentemente arriesgado que puede tomar una universidad no es ni más ni menos que una consecuencia lógica de su actividad, preservar, generar y difundir conocimiento implicándose en el desarrollo socioeconómico del territorio.

Por tanto, cuando una universidad promueve la creación de empresas y se “complica” la vida creando estructuras de capital riesgo para desarrollar esta función, está mucho más próxima al concepto de la universidad del futuro que aquellas otras que se resisten a este tipo de cambios, como en su día ocurrió con aquellas que consideraban la investigación como una trasgresión de la esencia universitaria.

En este sentido, Unirisco Galicia ha sido una consecuencia lógica del camino emprendido por la

USC hace unos años en el campo de la promoción de iniciativas empresariales. Y, como veíamos al inicio de este apartado, es un camino que no ha querido recorrer sola, pues entraña muchas dificultades, entre ellas las inherentes a la inexperiencia y a la falta de referentes en su entorno inmediato.

En este sentido, la colaboración de las entidades financieras e importantes instituciones y grupos empresariales han aportado una mayor consistencia al proyecto y, además, convierten a Unirisco en un espacio de encuentro entre la universidad y el entorno empresarial que puede servir de interfaz para la transferencia de tecnología y el desarrollo económico del territorio.

Perspectiva universitaria

Como sugeríamos en párrafos anteriores, desde el punto de vista universitario, Unirisco Galicia es un instrumento de dinamización de la actividad empresarial que puede generar su comunidad universitaria, con implicaciones en las políticas de transferencia de tecnología y de fomento de la cultura emprendedora. Entrando un poco más en detalle, las universidades promotoras pretenden con este instrumento:

1. Cubrir el vacío financiero que existe en el mercado español de capital para las fases semilla (*seed*) y arranque (*start-up*) para iniciativas de base tecnológica que tengan necesidades financieras por importes inferiores a los 600.000 euros.
2. Impulsar la transferencia de tecnología a través de la creación de empresas, creando una alternativa complementaria y compatible con los sistemas tradicionales de la transferencia del conocimiento de la universidad a la sociedad.
3. Articular nuevos mecanismos para financiar la producción científico-tecnológica, en particular, de aquella más orientada al mercado y con gran capacidad de generar valor añadido. (Inversión a riesgo).
4. Crear y mantener empleo en el seno de la comunidad universitaria, impulsando la consolidación de grupos de investigación y facilitando alternativas

profesionales adecuadas a aquellos investigadores que no pueden continuar su carrera profesional en la propia universidad.

5. Facilitar la creación de una red universitaria de evaluación tecnológica y financiación de proyectos empresariales.
6. Disponer de un instrumento de interfaz complementario a la OTRI ante los agentes socioeconómicos de su área de influencia, en particular con los empresarios (OTRI financiera).
7. Disponer de un mecanismo que articule la colaboración con otras entidades financieras y de capital riesgo, sobre todo para proyectos de cierta dimensión.
8. Finalmente, ayudar a la creación de una cultura emprendedora en la universidad, incrementando la predisposición de sus miembros a la creación de empresas.

De todos estos objetivos queremos pararnos en tres que entendemos que suponen una cierta innovación en el ámbito de la gestión de la tecnología universitaria y que son intrínsecos al propio instrumento de capital riesgo. Estos son el de OTRI financiera, el de investigación a riesgo y el de Red financiera universitaria.

Respecto al primero hay que destacar que la SCR permite a la OTRI acercarse al mercado y al mundo empresarial con un mayor abanico de posibilidades de negociación, no tanto desde la perspectiva de las modalidades: contrato de licencia, de investigación o *spin-off*, como desde la perspectiva del alcance e implicación de la aportación de la universidad.

De esta manera la universidad puede:

- Promover más fácilmente nuevas empresas para probar nuevos conceptos de negocio a partir de sus tecnologías sin estar obligada a ceder parte de su propiedad a terceros.
- Promover *joint-ventures* con empresas privadas a las que no sólo aporta tecnología, si no también financiación, consiguiendo con ello un doble objetivo: generar mayor credibilidad frente a sus socios al

- arriesgarse financieramente y defender mejor sus intereses en un proceso de negociación.
- Acercarse al sector financiero en mejores condiciones para obtener financiación tradicional o para compartir con otras entidades de capital riesgo la puesta en marcha de sus iniciativas empresariales.
 - Ayudar a madurar una tecnología en términos de mercado, desarrollando un nuevo concepto para abordar sus procesos de I+D, la investigación a riesgo.

Veamos mejor este segundo concepto. Los grupos de investigación de la universidad ven limitada, habitualmente, su capacidad de generación de I+D propia a las convocatorias de las diferentes administraciones públicas. Por este motivo, hay proyectos que no se desarrollan en su totalidad o que se llevan a cabo más lentamente de lo que le gustaría a los investigadores y a la propia universidad.

La otra alternativa tradicional son los contratos con las empresas, pero en la mayoría de las ocasiones suponen una cesión total o parcial de los derechos de explotación de los resultados de la investigación, renunciando con ello a una buena parte del valor añadido generado.

Ahora bien, para aquellas iniciativas de I+D más orientadas al mercado, en áreas de excelencia investigadora de la universidad puede plantearse cambiar este enfoque tradicional a través de la creación de una empresa que permita captar los recursos suficientes para generar valor añadido en plazos razonables, apalancando el valor de la tecnología y las aportaciones financieras de la SCR.

Está claro que esto obliga a respetar las normas de gestión de una empresa, es decir, trabajar con un enfoque de mercado, con criterios de gestión empresarial, implicando a los investigadores en el proceso, pero respetando las singularidades del origen universitario de la iniciativa.

Con este modelo de investigación a riesgo las posibilidades de incrementar el valor añadido de la I+D

universitaria, y de que una parte del mismo quede en la universidad, son mucho mayores, Ciertamente es que esto se hace a riesgo de fracasar o de que los resultados obtenidos no sean tan exitosos como lo esperado, frente a la seguridad de los recursos de las convocatorias públicas o los contratos de I+D con el sector empresarial.

Además, este nuevo concepto no es incompatible, sino complementario de los mecanismos tradicionales, ya que hay que recordar que no se puede convertir en modelo general de gestión de la I+D, salvo para aquellos proyectos que cumplan las condiciones de proximidad de mercado y excelencia investigadora que comentábamos en párrafos anteriores.

Finalmente, el tercer concepto-objetivo que queríamos destacar es el de Red financiera universitaria. Una estructura como Unirisco necesita de un flujo de proyectos (*deal flow*) que normalmente trasciende a la capacidad de una sola universidad. Además, por este mismo motivo, no tiene sentido que todas las universidades creen su propia sociedad de capital riesgo. Por tanto, una estructura de capital riesgo universitaria ha de tender a cubrir un conjunto o red de universidades que sean objeto de su actuación y con ello optimizar las estructuras de gestión y garantizar un *deal flow* suficiente.

En la experiencia de Unirisco se ha juntado el hambre con las ganas de comer, pues, a medida que se hacía evidente que era necesario abrir su área de actuación más allá de las universidades gallegas, se detectó la necesidad de otras universidades y centros de investigación de disponer de un instrumento de financiación adaptado a las *spin-offs* académicas. El resultado ha sido la creación de una red casi espontánea de universidades emprendedoras que ha dado lugar a que Unirisco se haya convertido en un espacio de encuentro con las diversas universidades españolas y portuguesas que quieren impulsar procesos de promoción de empresas de base tecnológica o necesitan el acceso a fuentes de

financiación sensibles a las propuestas de empresa procedentes de su comunidad investigadora.

Este red espontánea ha derivado, como decíamos al inicio de este artículo, en la puesta en marcha de un proyecto de ámbito nacional, Uninvest, en el que se han implicado 16 universidades españolas para acercar este tipo de instrumentos a sus grupos de investigación. Además, Uninvest permitirá al conjunto de universidades participantes situarse ante el sector financiero, en particular el de capital riesgo, como una plataforma de inversiones tecnológicas y una estructura de coinversión con gran capacidad para evaluar proyectos complejos desde la perspectiva de la tecnología. Seguramente, explicar las implicaciones para la universidad de esta iniciativa merecería otro artículo que quedará en el tintero esperando una nueva ocasión.

Conclusiones

Las principales conclusiones que podemos obtener de la experiencia del capital riesgo dentro del programa de creación de empresas de la Universidad de Santiago son que:

1. el camino de la universidad emprendedora es el que mejor nos lleva al cumplimiento de los fines intrínsecos de la institución, que no son otros que preservar, generar y difundir conocimiento implicándose en el desarrollo socioeconómico del territorio,
2. las estructuras de gestión de la tecnología tienen que estar preparadas para detectar y promover empresas de base tecnológica a partir de las capacidades y tecnologías de los grupos de investigación,
3. las sociedades de capital riesgo de talante universitario no son una transgresión del espíritu académico, sino una buena herramienta para desarrollar sus fines y para interrelacionarse con los agentes socioeconómicos de su entorno,
4. si quieren dotarse de estructuras de capital riesgo deben hacerlo compartiéndolo con otras universidades y entidades que tengan vocación de promover empresas de base tecnológica.

