

# **I+D+i: selección de experiencias con (relativo) éxito**

**José Antonio Bueno Oliveros**

Documento de trabajo 84/2006



## José Antonio Bueno Oliveros

Socio de Europraxis Consulting, división de consultoría estratégica del Grupo Indra. Responsable global para las prácticas de automoción y operaciones. Miembro del Comité de Dirección de la Firma.

Licenciado en Ingeniería Industrial, ha desarrollado toda su carrera profesional en el mundo de la consultoría. Ha desarrollado proyectos en varias áreas de actividad, en especial en automoción, en, entre otros países, México, Argentina, Brasil, Japón, Italia, Francia y Alemania, además de en España.

Entre sus publicaciones destacan El Sector del Automóvil en la España de 2010 para este mismo Laboratorio de Alternativas, así como la Diagnósis del sector de l'Automóbil de Catalunya para el Colegi d'Enginyers Industrials de Catalunya, el estudio Catalunya Automoció para la Sociedad de Técnicos de Automoció (STA) y Caracterizació de la Recerca a Catalunya para el CIDEM de la Generalitat de Catalunya. Asimismo ha realizado varios planes estratégicos para el desarrollo del sector de la automoción para varias comunidades autónomas y ha contribuido a la creación y consolidación de varios *clusters* sectoriales. Colabora periódicamente con los más relevantes medios de comunicación nacionales en temas relacionados con el automóvil y la deslocalización industrial en general.

Ninguna parte ni la totalidad de este documento puede ser reproducida, grabada o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de la Fundación Alternativas

© Fundación Alternativas

© José Antonio Bueno Oliveros

ISBN: 84-96204-95-2

Depósito Legal: M-13724-2006

## Contenido

<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Caracterización de la situación actual de la I+D+i en España</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Análisis de casos de referencia internacionales</b> .....	<b>22</b>
2.1 Organización de la I+D+i en las empresas punteras .....	25
2.2 Externalización de la I+D+i .....	26
2.3 Relación empresa-universidad .....	28
2.4 Fraunhofer Gesellschaft .....	32
2.5 Silicon Valley-Universidad de Stanford .....	40
2.6 Modelo de I+D+i de los países nórdicos .....	43
2.7 Colaboración empresa-empresa .....	48
2.8 I+D+i en el sector del automóvil .....	50
2.9 I+D+i en el sector de farmacia y biotecnología .....	53
2.10 I+D+i en el sector TIC .....	54
<b>3 Valores a aplicar de los casos de referencia</b> .....	<b>57</b>
<b>4 Conclusión: las propuestas concretas</b> .....	<b>59</b>
<b>Índice de Tablas y Gráficos</b> .....	<b>66</b>

### **Siglas y abreviaturas**

CIDEM	Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial. Organismo del Departamento de Trabajo e Industria de la Generalitat de Catalunya
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
EPO	Oficina de Patentes de la UE
GMD	Sociedad para las Matemáticas y Elaboración de Datos
I+D	Investigación y desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
OEPM	Oficina Española de Patentes y Marcas
PIB	Producto Interior Bruto
PYME	Pequeña y mediana empresa
SII	Índice Sintético de Innovación
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TU	Escuela superior
UE	Unión Europea
USTPO	Oficina de Patentes de EE UU

## I+D+i: selección de experiencias con (relativo) éxito

**José Antonio Bueno Oliveros**

Ingeniero industrial. Socio Consultoría.

Responsable para la práctica de automóvil de Europraxis

Cuando alguien asume la existencia de un problema está dando el primer paso para su resolución. La sociedad española en general y las Administraciones en particular han comenzado a asumir que la actual coyuntura positiva de la economía nacional no se sustenta sobre bases sólidas y antes o después se desvanecerá esta agradable sensación producida por ser uno de los países punteros en el crecimiento de la Unión Europea.

España ha hecho los deberes de la integración y de la convergencia europea realmente bien. De ser un país con un PIB *per cápita* más de un 25% por debajo de la media europea en el año de la adhesión, en la actualidad está justo en la media, en el 100%. Y, además de esta convergencia nominal, España cuenta con infraestructuras, protección social, acceso a la sanidad y educación, entre otros indicadores, realmente acordes con los estándares europeos.

Pero una vez que España está plenamente asentada en el centro del club de los países ricos se le plantean nuevos retos. Es momento de plantearse una nueva dirección estratégica para el futuro. Hasta la fecha puede decirse que la economía española ha engordado y ha dejado de estar famélica, pero, de momento, no ha conseguido desarrollar músculo.

Los motores de Europa, países prósperos pero aquejados de forma crónica de un crecimiento paupérrimo en los últimos años, diagnosticaron el origen del creciente *gap* entre su crecimiento y el norteamericano en la naturaleza de la economía. Por ello, en el Consejo de Primeros Ministros de la Unión Europea en Lisboa en el año 2000 se marcaron unos ambiciosos objetivos para tratar de recuperar parte del terreno perdido, objetivos que se concretan en un mayor esfuerzo en I+D que debería llegar en 2010 al 2,5% del PIB. En este entorno de una Europa girando hacia el conocimiento, España se encuentra en franca desventaja, pues su posición de partida era, y es, realmente débil.

La intención fundamental de este estudio no es analizar el panorama actual de I+D+i, sino mostrar algunos ejemplos de sistemas de I+D+i que funcionan razonablemente bien en el mundo y en España, tratar de entender el porqué de dicho éxito e identificar acciones concretas que podrían aplicarse en España para ser más eficientes en la gestión y, sobre todo, en la aplicación de los esfuerzos públicos y privados en el área de la innovación, el desarrollo y la investigación.

El estudio concluye con una lista de propuestas de aplicación en el corto plazo, así como propuestas estructurales cuyo efecto se verá en el medio o largo plazo, que se clasifican en tres grupos:

- Políticas de “oferta”, infraestructuras tecnológicas, I+D universitario, creación de *start-up's*, acceso a mercados financieros, etc.
- Políticas de “demanda”, ayudas directas e indirectas para desarrollar el mercado.
- Actuaciones que impliquen un cambio estratégico, como son los *clusters*.

Tratando de buscar un decálogo de actuaciones, este podría ser:

- Definición de una visión estatal de la I+D+i, identificando las líneas de investigación con futuro donde España puede ser líder para ser priorizadas.
- Potenciación de economías de red, desarrollando organismos de colaboración entre empresas, universidades y centros tecnológicos.
- Coordinación autonómica de las políticas de apoyo, tanto de oferta como de demanda, y en especial de los centros tecnológicos públicos.
- Definición de un programa de aproximación entre los intereses de las universidades y las empresas, considerando introducir los méritos empresariales en los currículos de los docentes.
- Fomento del registro de las patentes y el acceso a sistemas internacionales.
- Desarrollo de un plan maestro de infraestructuras singulares, tractoras de I+D+i, manteniendo e incrementando en la medida de lo posible el esfuerzo de las administraciones para la I+D+i.
- Creación de mecanismos de apoyo mixtos (públicos y privados).
- Potenciación de la creación de empresas innovadoras y ágiles, facilitando su interrelación global y la venta de sus servicios a compañías terceras.
- Potenciación de mecanismos de incubación de empresas generadoras de tecnología (capital semilla, *start-up's*, etc.).
- Mantenimiento, consolidación e incremento, si es posible, del actual trato fiscal favorable al I+D+i.

## 1. Caracterización de la situación actual del I+D+i en España

“Que inventen ellos” es la frase que mejor define el sentir clásico español en relación con la investigación. Por muy diversas causas, desde el secular retraso español a incorporarse a todos los grandes cambios modernos desde la revolución industrial al reconocimiento social del éxito tangible y de corto plazo, los españoles no somos muy dados a reconocer el mérito de la investigación realizada en nuestro país. Se asume que lo que viene de fuera es mejor, más fiable y más duradero y, por ello, merecedor de recompensas (y precios) más elevados. Existe una especie de sentimiento antichovinista en el consumidor español, ni siquiera compensado por el creciente sentimiento nacionalista en muchas de nuestras comunidades autónomas. El *made in Euskadi* o en *Catalunya* no vende tanto como el *made in Japan* o *Germany* salvo en algunas especialidades agropecuarias. Incluso en la actualidad el *made in China* también es valorado por el segmento del mercado que busca productos baratos aun a costa de sacrificar calidad, respeto al medio ambiente, sostenibilidad de nuestro tejido industrial e incluso justicia social.

La historia, y el presente, de la investigación en España está jalonada por hitos y celebridades que rompen un panorama más bien gris. De igual modo que en el deporte de elite, surgen con cierta periodicidad personas realmente singulares, pero que, en general, no han servido para crear grupos estructurados de investigadores capaces de continuar y explotar su legado. Todos sabemos que el helicóptero y el submarino son el resultado de ideas de investigadores españoles (De la Cierva y Montoliú), pero nadie se sorprende de la inexistencia en España de empresas nacionales productoras de estos sofisticados vehículos de transporte. Los premios Nobel de Ramón y Cajal y de Severo Ochoa son patrimonio nacional, pero no nos extrañamos de la inexistencia de instituciones de referencia mundial que hayan continuado, desarrollado y amplificado sus enseñanzas. Y en la actualidad conocemos por la prensa los esfuerzos inversores que las administraciones y entidades privadas están realizando para que doctores de la talla de Mariano Barbacid, Valentín Fuster o Joan Massagué desarrollen su actividad en España, pero tampoco nos sorprenderá si alguno de ellos encuentra problemas y trabas en lugar de facilidades y apoyos. Nos deslumbra y atrae el éxito de nuestros compatriotas singulares, pero no hacemos nada para garantizar su continuidad.

La poca relevancia de la I+D+i no sólo hay que buscarla en signos cualitativos de nuestra sociedad. Las estadísticas son también muy clarificadoras: el esfuerzo en I+D en España (1,11% del PIB) está por debajo de la media de la Unión Europea (1,93%) y es menos de

la mitad del esfuerzo que realizan los países líderes (Alemania, 2,5%; EE UU, 2,76%; Japón, 3,12%).

En cualquier caso, debe subrayarse, como se indica en la introducción, que el poco esfuerzo en I+D+i está claramente identificado como un problema que debe encararse y, poco a poco, se va corrigiendo. Muestra de ello es que, pese a que las cifras son todavía insuficientes, la tendencia es positiva, pues el crecimiento medio anual del esfuerzo en I+D en los últimos años (1998-2003) está por encima de la media europea (7,6% frente al 4%), por lo que el *gap* se está reduciendo (Tabla 1).

**Tabla 1. Gasto en I+D en % del PIB (esfuerzo I+D)**

	1998	2000	2002	Tasa media de aumento anual 1998-2003 (en %)
<b>UE-25</b>	<b>1,82</b>	<b>1,88</b>	<b>1,93</b>	<b>4,0</b>
Alemania	2,31	2,49	2,50	2,7
Austria	1,78	1,95	2,19	6,0
Bélgica	1,90	2,04	2,33	6,2
Chipre	0,23	0,25	0,33	11,6
Dinamarca	2,06	2,27	2,60	6,6
Eslovaquia	0,79	0,65	0,57	-2,7
Eslovenia	1,39	1,44	1,53	5,8
<b>España</b>	<b>0,89</b>	<b>0,94</b>	<b>1,11</b>	<b>7,6</b>
Estonia	0,58	0,62	0,77	11,6
Finlandia	2,88	3,40	3,51	6,9
Francia	2,17	2,18	2,19	2,4
Grecia	0,67	-	0,64	1,7
Hungría	0,68	0,80	0,97	11,0
Irlanda	1,25	1,15	1,12	4,8
Italia	1,07	1,07	1,16	3,8
Letonia	0,41	0,45	0,39	4,9
Lituania	0,55	0,59	0,68	9,4
Luxemburgo	-	1,71	-	-
Malta	-	-	-	-
Países Bajos	1,94	1,90	1,89	1,9
Polonia	0,68	0,66	0,599	-1,1
Portugal	0,75	-	0,79	2,3
Reino Unido	1,81	1,85	1,87	3,5
República Checa	1,16	1,23	1,35	6,4
Suecia	3,62	3,65	4,27	9,1
<b>Pro memoria</b>				
Japón	2,95	3,12	3,12	2,2
EE UU	2,59	2,76	2,76	2,7

Fuente: Eurostat, *news release*, nº 26 de 2005 (2 de marzo 2005)

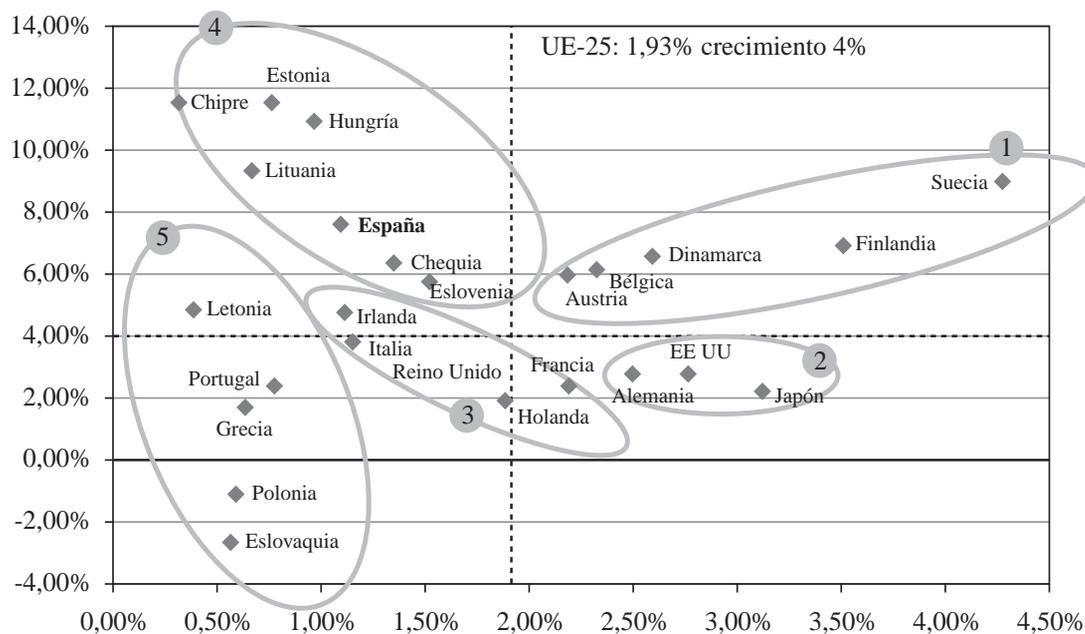
Combinando esfuerzo con tendencia de crecimiento, podemos clasificar los países de la Unión Europea (más EE UU y Japón) en, al menos, cinco grupos (Gráfico 1):

**Potencias en I+D:** Alemania, Japón y Estados Unidos combinan un elevado porcentaje de su PIB dedicado a la I+D (>2,5%) con un PIB absoluto muy importante. Sus empresas e instituciones son “máquinas” de innovación y son exportadores netos de tecnología. Los gigantes tecnológicos (Microsoft, Sony, Siemens, etc.) tienen su sede en estos países. Aunque la evolución del esfuerzo está por debajo de la media (2,2%-2,7%), todavía es suficiente para encontrarse muy alejados del resto de países.

**Especialistas en I+D:** Suecia, Finlandia, Dinamarca y, en menor medida, Bélgica y Austria, son países que combinan un esfuerzo muy importante (hasta el 4,27% en el caso de Suecia) con una fuerte tendencia de crecimiento (>6% y en el caso de Suecia hasta el 9,1%). Son economías relativamente pequeñas, pero ricas, y apuestan por la innovación y la tecnología para mantener su diferencial de riqueza nacional. Nokia, ABB, Voest Alpine, Volvo, Solvay son empresas de referencia de estas economías que han logrado ser líderes globales en sus sectores desde países con mercados internos pequeños.

**Acomodados en la media:** Francia, Reino Unido, Holanda, Italia e Irlanda presentan crecimientos relativamente bajos a pesar de no haber alcanzado zonas de liderazgo. En este

**Gráfico 1. Esfuerzo en I+D vs. crecimiento anual**



Fuente: Eurostat, *news release*, nº 26 de 2005 (2 de marzo 2005); análisis del autor

grupo los valores son algo dispares, pero parecen compartir la ausencia de la presión por acelerar su esfuerzo inversor. Francia, con empresas punteras en la industria aeroespacial y electrónica, la mayoría de capital semipúblico, mantiene tasas de crecimiento claramente inferiores a la media, al igual que el Reino Unido, sede de importantes laboratorios médicos, y Holanda, central europea de varias multinacionales japonesas, ambos países con un esfuerzo cercano, pero inferior a la media comunitaria y cada vez más centrados en el mundo de los servicios. Irlanda, a pesar de una elevada tasa de crecimiento (4,8%), retrocede en esfuerzo, pues la inversión en I+D no ha podido seguir el incremento espectacular del PIB de los últimos años (en gran medida gracias a las inversiones extranjeras). Italia muestra, también en este indicador, una cierta atonía, siendo, probablemente, la economía de este grupo que más síntomas de decadencia presenta y cuya pertenencia a este grupo sea más preocupante.

**Recuperando el tiempo perdido:** seis de los diez nuevos miembros de la Unión Europea (Chipre, Estonia, Hungría, Lituania, Chequia y Eslovenia) y España llevan unos años incrementado notablemente (> 6% y hasta el 11,6% en el caso de Chipre y Estonia) su esfuerzo en I+D. Están todavía lejos de la media europea (de 0,33% Chipre a 1,53% Eslovenia), pero si continúan a ese ritmo llegarán a ella. De este conjunto de países España es, por población y PIB absoluto, el país que más invierte con diferencia (aunque no debe olvidarse que la inversión total en España es menor que la suma de lo que invierten las dos empresas líderes europeas, Daimler Chrysler y Siemens). Las administraciones central y autonómicas reiteran año tras año su apuesta por la I+D y en los presupuestos generales del Estado para 2006 se presenta un nuevo impulso para tratar de recuperar el tiempo perdido, con un crecimiento del esfuerzo del Estado superior al 25%. Posteriormente veremos que, independientemente de este impulso, los resultados distan de ser todavía óptimos.

**Sin futuro en I+D:** Grecia, Portugal, tres de los nuevos países de la Unión (Polonia, Eslovaquia y Letonia) y Luxemburgo, cuyas estadísticas no están completas, invierten poco y su tendencia no modificará esta posición. Salvo Letonia, con un crecimiento del 4,9%, todavía insuficiente, crecen por debajo de la media europea y Polonia y Eslovaquia incluso retroceden. Puede decirse que estos países han tirado la toalla de la innovación. El caso de Polonia, con una población comparable a la española y con una educación técnica de nivel, es, probablemente, el más preocupante y sólo explicable por la casi permanente crisis económica que padece en los últimos años, fruto de una inacabada y no bien diseñada reestructuración de su economía centralizada en la economía de mercado. Estos cinco países muestran, en general, bastantes de las peores ratios de la Unión.

Es hora de hacer mención de los distintos elementos que estadísticamente se relacionan con la investigación, el desarrollo y la innovación. El Instituto Nacional de Estadística realiza tres encuestas relacionadas con este mundo:

- La Estadística de I+D, que mide los recursos destinados a las actividades puras de investigación y desarrollo, considerando cuatro sectores diferenciados: administraciones pú-

Tabla 2. Gastos totales en innovación por industria (2003)

	Gastos totales en innovación (miles euros)	Gastos totales en innovación (% sobre total)	Gastos internos I+D	Gastos externos I+D	Compra de maquinaria y equipo	Compra de conocimientos externos	Diseño y preparativos para producción y/o distribuc.	Formación	Introducción de innovaciones en el mercado
Industrias extractivas del petróleo	176.195	1,57	39,77	16,01	29,9	8,41	4,91	0,1	0,9
Alimentación, bebidas y tabaco	421.549	3,76	29,68	8,67	36,06	12,08	1,9	0,49	11,13
Textil, confección, cuero y calzado	466.726	4,17	14,97	3,36	8,57	0,52	71,8	0,2	0,58
Madera, papel, edición y artes gráficas	236.512	2,11	23,16	7,24	58,6	1,31	5,19	0,46	4,04
Química	995.096	8,89	65,59	20,34	6,88	2,73	0,98	0,52	2,95
Caucho y materias plásticas	158.276	1,41	45,89	9,43	23,03	17,62	1,96	0,53	1,53
Productos minerales no metálicos diversos	150.034	1,34	34,39	15,82	37,43	6,93	1,91	0,36	3,16
Metalurgia	133.187	1,19	35,37	11,37	39,25	0,23	7,13	1,79	4,87
Manufacturas metálicas	345.143	3,08	33,63	5,23	32,16	1,81	9,48	0,55	17,14
<b>Maquinaria y material de transporte</b>									
Maquinaria y equipo mecánico	328.058	2,93	70,22	9,1	15,14	0,76	1,7	0,51	2,58
Máquinas de oficina, cálculo y ordenadores	39.222	0,35	94,8	2,09	0,12	0	0,02	0,53	2,45
Maquinaria eléctrica	231.406	2,07	73,71	8,61	7,43	0,39	6,76	0,46	2,64
Equipo electrónico	185.123	1,65	75,16	11,7	6,69	4,07	0,81	0,76	0,81
Instrumentos de óptica y relojería	85.504	0,76	67,06	9,52	10,39	3,15	2,86	0,79	6,23
Vehículos de motor	1.544.553	13,79	12,31	53,62	20,89	8,58	2,92	0,47	1,21
Otro material de transporte	543.056	4,85	51,98	28,72	8,54	2,19	7,56	0,98	0,03
Industrias manufactureras diversas	78.540	0,70	41,94	12,81	26,44	9,48	3,32	0,52	5,49
Reciclaje	8.557	0,08	62,01	8,47	28,16	0,03	0,1	0,98	0,25
Energía y agua	85.798	0,77	64,78	18,9	7,7	7,64	0,74	0,19	0,05
<b>Total industria</b>	<b>6.212.536</b>	<b>55,48</b>	<b>39,61</b>	<b>23,56</b>	<b>19,23</b>	<b>5,08</b>	<b>8,64</b>	<b>0,54</b>	<b>3,36</b>
<b>Construcción</b>	<b>236.687</b>	<b>2,11</b>	<b>30,43</b>	<b>35,38</b>	<b>29,63</b>	<b>1,99</b>	<b>1,52</b>	<b>0,77</b>	<b>0,29</b>
Comercio y hostelería	1.113.855	9,95	9,69	63,84	15,78	4,22	4,25	0,25	1,98
Transportes y almacenamiento	547.944	4,89	10,34	3,75	67,56	16,17	0,63	1,45	0,1
Comunicaciones	430.135	3,84	28,18	25,19	21,15	19,03	1,25	1,38	3,82
Intermediación financiera	395.790	3,53	36,45	17,01	21,81	13,97	4,56	2,43	3,78
<b>Inmobiliarias, servicios a empresas</b>									
Actividades informáticas y conexas	357.757	3,19	75,93	5,2	6,93	2,2	2,73	2,49	4,52
Servicios de I+D	1.104.918	9,87	77,54	16,26	0,47	0,06	5,1	0,42	0,15
Otros servicios a empresas	539.025	4,81	52,77	23,15	13,78	5,6	2,37	1,2	1,13
Servicios públicos, sociales y colectivos	259.860	2,32	22,69	6,89	64,72	2	1,37	0,58	1,75
<b>Total servicios</b>	<b>4.749.282</b>	<b>42,41</b>	<b>40,04</b>	<b>26,28</b>	<b>20,97</b>	<b>6,67</b>	<b>3,3</b>	<b>1,01</b>	<b>1,74</b>
<b>Total todas las empresas</b>	<b>11.198.505</b>	<b>100,00</b>	<b>39,60</b>	<b>24,96</b>	<b>20,19</b>	<b>5,69</b>	<b>6,22</b>	<b>0,74</b>	<b>2,60</b>

Fuente: Encuesta de innovación 2003, Instituto Nacional de Estadística

blicas, instituciones privadas sin fines de lucro, universidades y empresas, tanto en el ámbito nacional como en cada una de las comunidades autónomas.

- La Encuesta de Innovación Tecnológica facilita información sobre la estructura del proceso de innovación que engloba a las actividades de I+D, pero también otras actividades innovadoras tales como el lanzamiento de nuevos productos y la preparación de producción, y permite mostrar las relaciones entre dichos procesos y la estrategia tecnológica de las empresas, los factores que influyen (o dificultan) su capacidad para innovar y el rendimiento económico de las empresas.
- Finalmente también se mide la producción y el consumo de productos que constituyen la denominada Alta Tecnología, que se pueden definir, genéricamente, como aquellos que, dado su grado de complejidad, requieren un continuo esfuerzo en investigación y una sólida base tecnológica.

El concepto innovación engloba siete conceptos:

- Gasto en I+D externo, es decir, subcontratado.
- Gasto en I+D interno, es decir, realizado por recursos internos.
- Compra de maquinaria y equipo.
- Adquisición de conocimientos externos.
- Diseño y preparación de la producción y la distribución.
- Formación.
- Introducción de nuevos productos en el mercado.

Además de los indicadores recogidos en la encuesta nacional de innovación (Tabla 2), existen otras formas de analizar el esfuerzo en I+D+i. Por ejemplo, el profesor Ontiveros ha dirigido recientemente un trabajo de investigación junto con otros socios de Analistas Financieros Internacionales que ha sido patrocinado por Indra (Innovación y capacidad para emprender: diagnóstico de la situación en España y líneas de acción), en el que se definen una colección de indicadores de innovación para, posteriormente, obtener su indicador sintético (Tabla 3).

Estos indicadores de innovación son:

- Gasto público en educación (% PIB).
- Gasto en I+D (% PIB).

- Nuevos licenciados en ciencia y tecnología (% población entre 20 y 29 años).
- Solicitudes de patentes a la EPO (por millón de habitantes).
- Solicitudes de patentes a la USPTO (por millón de habitantes).
- Inversión en capital riesgo semilla (% PIB).
- Inversión en capital riesgo expansión (% PIB).
- Gasto en tecnologías de la información (% PIB).
- Gasto en telecomunicaciones (% PIB).

Dándoles un peso 1 a todos ellos menos a la inversión en capital riesgo semilla, a la que se le da un peso de 1,5, el autor obtiene el indicador sintético de innovación. Para realizar una comparación tanto estática como de tendencia, se le asigna un valor 100 al valor medio de la Unión Europea de 15 miembros en 1999. El resultado es el que sigue:

**Tabla 3. Indicador de innovación. Valores y evolución (I)**

	Media 1999-2002	Ranking	Variación interanual	Ranking
Alemania	141,6	6	-2,4%	12
Austria	97,0	14	3,2%	4
Bélgica	130,4	9	-7,9%	17
Dinamarca	135,2	8	9,8%	1
<b>España</b>	<b>69,7</b>	<b>16</b>	<b>1,0%</b>	<b>11</b>
Finlandia	182,4	3	3,9%	2
Francia	124,9	10	-3,9%	13
Grecia	54,2	18	-4,9%	15
Irlanda	105,4	13	-4,2%	14
Italia	73,0	15	1,8%	9
Luxemburgo	116,8	11	3,0%	6
Países Bajos	148,8	5	-5,9%	16
Portugal	61,0	17	1,6%	10
Reino Unido	136,6	7	2,3%	8
Suecia	213,0	2	3,4%	3
<b>UE-15</b>	<b>116,6</b>	<b>12</b>	<b>3,1%</b>	<b>5</b>
Japón	178,2	4	2,9%	7
Estados Unidos	268,1	1	-11,0%	18

Fuente: Ontiveros, Innovación y capacidad para emprender: diagnóstico de la situación en España y líneas de acción

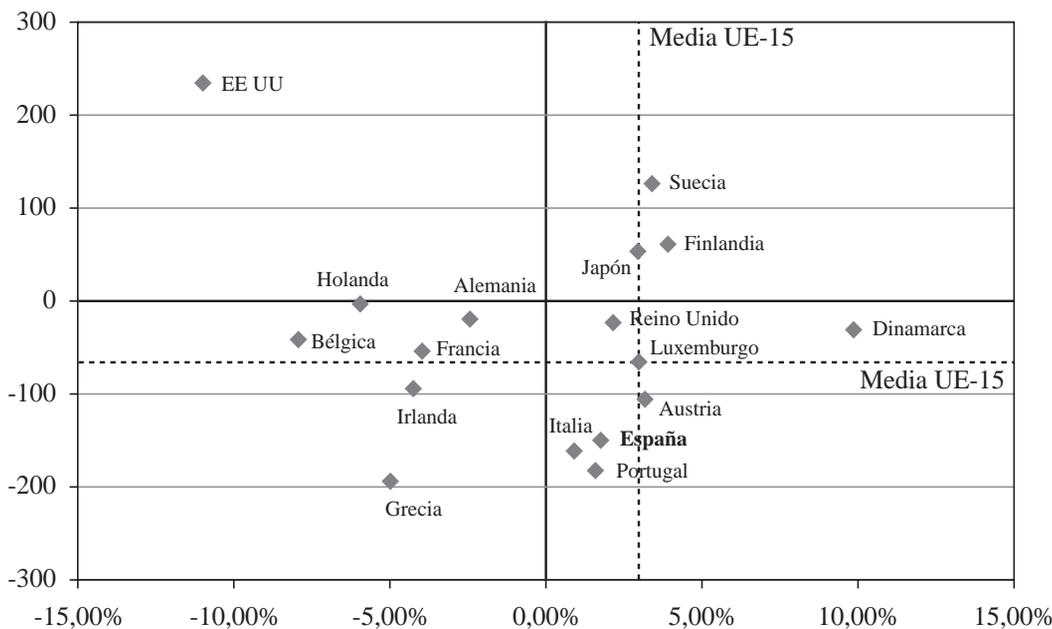
La lectura de los indicadores de innovación es relativamente similar a la de los de I+D, España está en el furgón de cola, solamente delante de Portugal y Grecia, pero la tendencia es de mejora, aunque menor que en los indicadores de esfuerzo de I+D (Gráfico 2).

Japón y los países nórdicos mantienen no sólo una buena posición, sino una muy positiva tendencia. Los países nórdicos merecen, como luego veremos, una reflexión aparte. Son países con mano de obra cara, con economías de entorno difícil y que han hecho de la innovación su eje de crecimiento. Estados Unidos presenta una tendencia recesiva, pero hay que entender que en los datos del periodo se incluye la crisis de los puntocom. En cualquier caso sigue teniendo el índice más alto de innovación.

También destaca el cansancio de Alemania, Francia, Bélgica y Holanda, dado por años de poco empuje económico, y se constata el estancamiento de Italia, probablemente el país con más síntomas de decadencia de la Unión Europea. Grecia parece haber tirado la toalla de la innovación, pues es el país que tiene una posición de partida peor, pero tampoco invierte la tendencia, como al menos lo intentan España y Portugal.

Para concluir este breve repaso sobre el esfuerzo en I+D y en innovación tal vez merezca la pena repasar las grandes diferencias que existen entre las comunidades autónomas españolas.

**Gráfico 2. Indicador de innovación. Valores y evolución (II)**



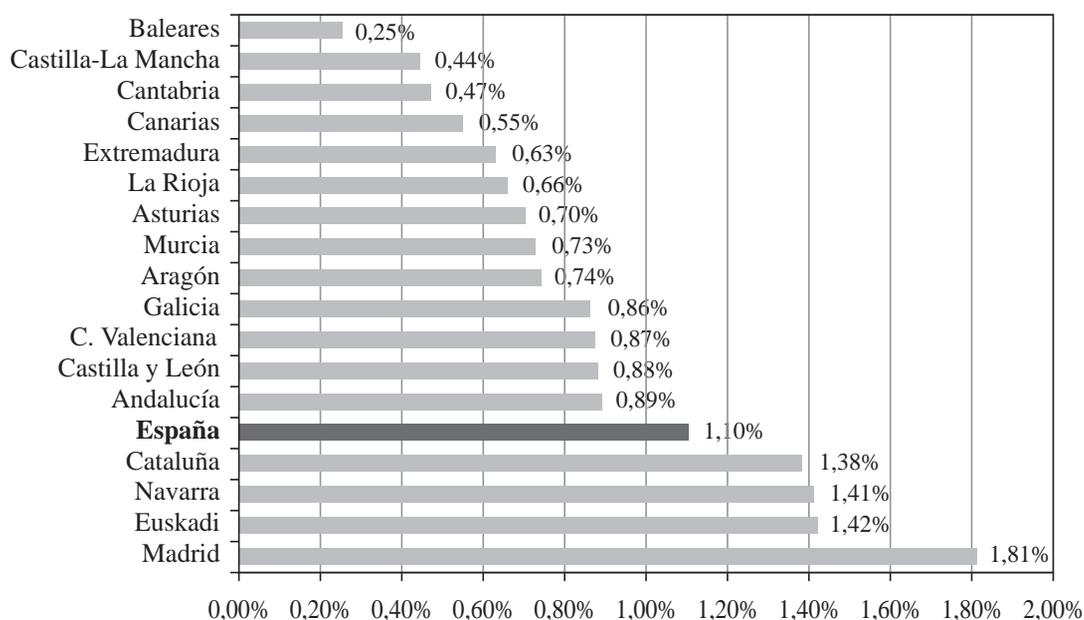
Fuente: Ontiveros, Innovación y capacidad para emprender: diagnóstico de la situación en España y líneas de acción

La clasificación del esfuerzo en I+D la encabeza la Comunidad de Madrid, con valores cercanos a la media europea (1,81%), si bien es cierto que en parte distorsionado por el efecto sede de muchas empresas de ámbito nacional y de la mayoría de los organismos de la Administración central, y la cierra la de Baleares, con un esfuerzo realmente bajo (0,25%) (Gráfico 3).

El indicador de esfuerzo de I+D es una vista parcial, que puede tener distintos orígenes e interpretaciones. Así, puede entenderse el bajo índice de Baleares como no muy preocupante en tanto en cuanto su riqueza proviene fundamentalmente de servicios de hostelería y restauración junto a la actividad inmobiliaria. Es una comunidad rica, con un elevado número de residentes temporales extranjeros y que cuenta con alguno de los municipios de mayor renta *per cápita* del Estado español, pero sus actividades no están, de forma natural, vinculadas a la innovación. Sería, por buscar una imagen similar, el Mónaco español. Pero no toda España está en esa relativamente cómoda situación.

El que Madrid, Euskadi, Navarra y Cataluña estén liderando el esfuerzo de las distintas comunidades autónomas no es de extrañar, son las comunidades más ricas. Pero lo que sí es relativamente sorprendente es la posición de Andalucía y Castilla y León, autonomías que son regiones Objetivo 1 de la Unión Europea, es decir, regiones pobres.

**Gráfico 3. Esfuerzo en I+D por comunidad autónoma**



Fuente: Informe Cotec 2005; INE

Si miramos los datos en su conjunto, las autonomías que no son Objetivo 1 tienen una ratio media de 1,12%, más del doble de las regiones Objetivo 1 (0,51%). Por ello los datos de Andalucía y Castilla y León son más de destacar. Claramente son dos autonomías que tratan de mejorar su economía a través de la innovación. En cualquier caso no puede ser casualidad que en Castilla y León exista una pujante industria automotriz, con plantas de Renault en Valladolid y Palencia, y proveedores como Antolín en Burgos, que año tras año invierten en I+D y que dan carta de naturaleza a un centro tecnológico como CIDAUT en Valladolid. En Andalucía la creciente industria aeronáutica en torno a EADS y el claro soporte público a la investigación dan unas ratios mucho mejores que en autonomías con niveles mayores de riqueza.

La gran dispersión de valores puede abrir un debate sobre la especialización de autonomías. ¿Merece la pena centrar toda la inversión en unas pocas autonomías para optimizar los esfuerzos? ¿Es justo especializar a unas autonomías en actividades con un futuro incierto? En un momento en el que está en debate el Estado de las autonomías, la coordinación autonómica es, de nuevo, un punto a considerar. Los fondos a invertir son escasos y debería tenerse claro si se coordina la inversión o si la libertad es total, aunque genere ineficiencia. En el Estado español ya existen inversiones singulares en innovación duplicadas. ¿Es este un precio que estamos dispuestos a pagar para que prevalezca la autonomía política y administrativa? La respuesta, desde luego, no puede (ni debe) darse en este estudio, si acaso, sólo plantearse la pregunta.

Para completar este breve análisis de la situación actual debemos completar el esfuerzo con indicadores de eficiencia.

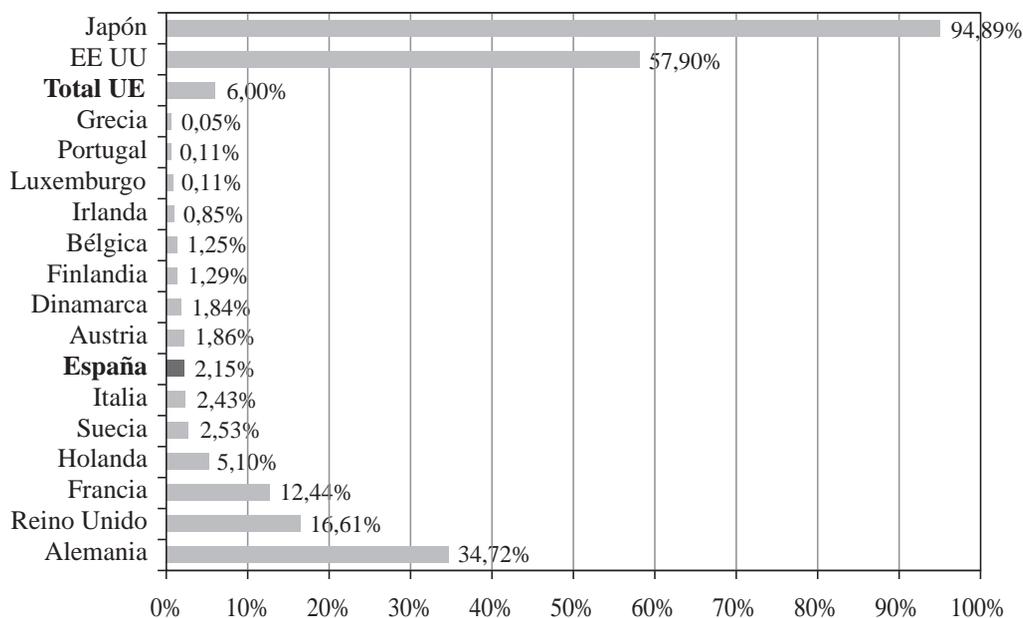
Estos indicadores de eficiencia pueden clasificarse en dos grupos: indicadores de producción científica (patentes, publicaciones científicas, etc.) y económicos, relacionados con el comercio exterior de productos de alta tecnología.

La autosuficiencia de las patentes (relación entre las patentes realizadas por residentes y las patentes totales) es un primer indicador que muestra la dependencia del exterior, así como la fortaleza del sistema de patentes.

El Gráfico 4 muestra por un lado la impermeabilidad del sistema japonés y la fortaleza de Alemania y Estados Unidos. Francia y Reino Unido, y en menor medida Holanda (todos ellos países de centrales europeas de multinacionales americanas y japonesas), están en un segundo nivel, y el resto, incluido España, tiene una enorme dependencia del exterior. Dentro de este grupo pueden considerarse dos subgrupos, quedando Portugal, Grecia y Luxemburgo descolgados aún más del resto.

Dentro de los indicadores de producción científica (patentes, publicaciones, investigadores, etc.), España aparece normalmente por debajo de la media, pero cerca de la misma, es decir, recuperando posiciones, aunque siempre lejos de los líderes, fundamentalmente Alemania, que está al nivel de Japón y Estados Unidos, y más atrás Francia y Reino Unido.

#### Gráfico 4. Autosuficiencia de las patentes



Fuente: OEPM; Ministerio de Ciencia y Tecnología

Pero, cuando se traducen los indicadores teóricos a la realidad económica, España aparece definitivamente en los últimos lugares de la Unión Europea.

Repasemos brevemente la producción científica del centro de referencia de investigación español, el CSIC. Con 530 millones de presupuesto en 2004, emplea a 10.349 personas, de las cuales 2.369 son personal científico, 3.896 investigadores pre- y posdoctorales, y 4.084 personal de apoyo. El CSIC es responsable del 20% de las publicaciones en revistas internacionales de autoría española, elevando esta cuota al 50% en las publicaciones de mayor prestigio (Natura, Science, Pnas...). Pero sólo genera el 2,4% de las patentes españolas, unas 70 al año. Con estas ratios es más que evidente que la orientación científica del CSIC es eminentemente teórica.

Su vinculación con el mundo empresarial es débil, como lo demuestra que sus ingresos por contratos de investigación con empresas supusieron en 2004 menos del 5% del total, es decir, 25 millones de euros, y el cobro acumulado de patentes en los últimos ocho años no ha llegado a los 4 millones de euros.

La OCDE denomina sectores de alta tecnología el sector aeroespacial, ordenadores, radio, televisión, equipos de comunicación y farmacéuticos, por la intensidad que im-

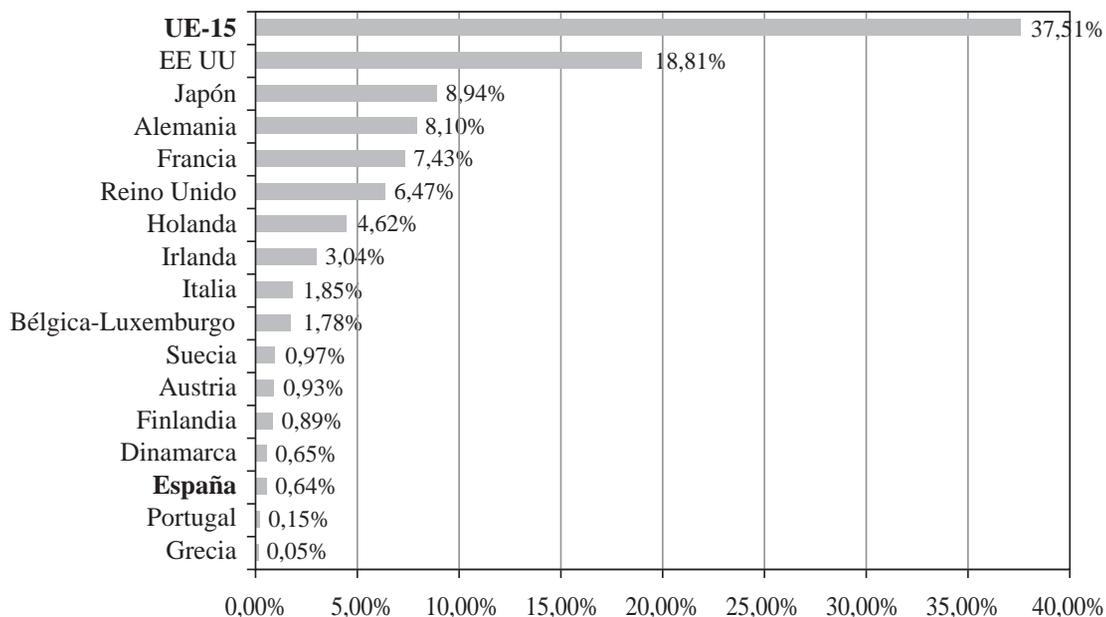
plican de I+D+i. Esta clasificación deja fuera sectores tecnológicos tradicionales, como la máquina herramienta o la automoción, y por ello Alemania no está a la altura de Japón o Estados Unidos. Bajo esta definición, la cobertura de productos de alta tecnología en España es del 6,1%, es decir, las exportaciones de estos productos sólo representan el 6,1% de las importaciones. Este dato es realmente bajo, como demuestra que en Europa sólo Noruega y Grecia presentan valores inferiores (3,9% y 5,5%, respectivamente) y los valores de los líderes (Alemania, Japón y Estados Unidos) rondan el 20% (16%, 25% y 29%, respectivamente).

En el ámbito mundial España es el tercer país por la cola respecto a las exportaciones de alta tecnología, sólo por delante de Grecia y Portugal, con una cuota mundial del 0,64%. Alemania cuenta con el 8%, Japón con el 9% y Estados Unidos con el 19% (Gráfico 5).

Algo similar podríamos observar en cualquier otro indicador que vincule mercado exterior con tecnología. España es un importador neto de tecnología y su nivel de exportaciones es muy bajo. Las estadísticas, por tanto, coinciden con las sensaciones que apuntábamos al principio de este informe.

Las conclusiones parecen claras:

**Gráfico 5. Cuota de mercado de exportaciones de alta tecnología**



Fuente: Comisión Europea

- El esfuerzo nacional en I+D+i es insuficiente, aunque en los últimos años este esfuerzo se está incrementando notablemente gracias a una concienciación de la sociedad y de las administraciones.
- El número de patentes y de publicaciones científicas es inferior a la media europea, si bien se han abandonado los últimos lugares y poco a poco las ratios españolas se acercan a la media europea, que no a la cabeza.
- Gran parte del esfuerzo en I+D realizado por el CSIC es eminentemente teórico, con poca o nula vocación empresarial y premiando las publicaciones a las patentes, la creación de doctores para dotar las cátedras de las universidades frente a doctores e investigadores para la empresa privada.
- En la transferencia de la I+D a la economía real España ocupa los últimos lugares de la UE y, globalmente, aparece en todas las clasificaciones de la OCDE entre los lugares 25 a 30, muy por debajo de su peso económico, entre los 10 primeros.

En consecuencia, o el reciente incremento de esfuerzo no se ha materializado o, lo que es más probable, todavía el sistema de I+D español no es capaz de rentabilizar la cantidad de dinero adicional invertido.

Concluiremos este apartado haciendo mención al índice sintético de innovación de la Unión Europea. Este índice recoge y pondera una serie de indicadores relacionados con la innovación y trata de dar una visión de conjunto de cada país. El índice se construye mediante el análisis de 22 indicadores.

En la Tabla 4 vemos los valores medios para la Unión Europea actual de 25 miembros, los valores para la UE previa a la ampliación, es decir, de 15 miembros, así como los valores correspondientes a tres primeros países, indicando las iniciales de los mismos (p. ej., 20,5IR = 20,5 valor de Irlanda). La tabla se completa con los valores de referencia de Estados Unidos, Japón y España.

Estos indicadores hacen referencia a:

- Sistema educativo: ‰ nuevos titulados superiores en ciencia y tecnología; ‰ población con educación superior y ‰ participación en actividades de formación activa.
- Estructura de empleo: empleo en industria y servicios de alta tecnología.
- Gasto en I+D: público y privado.
- Patentes: solicitud y concesión de patentes y de patentes de alta tecnología.
- Resultados económicos: ‰ gasto en TIC y ‰ valor añadido de alta tecnología.

**Tabla 4. Síntesis del cuadro de indicadores de innovación de la Comisión Europea**

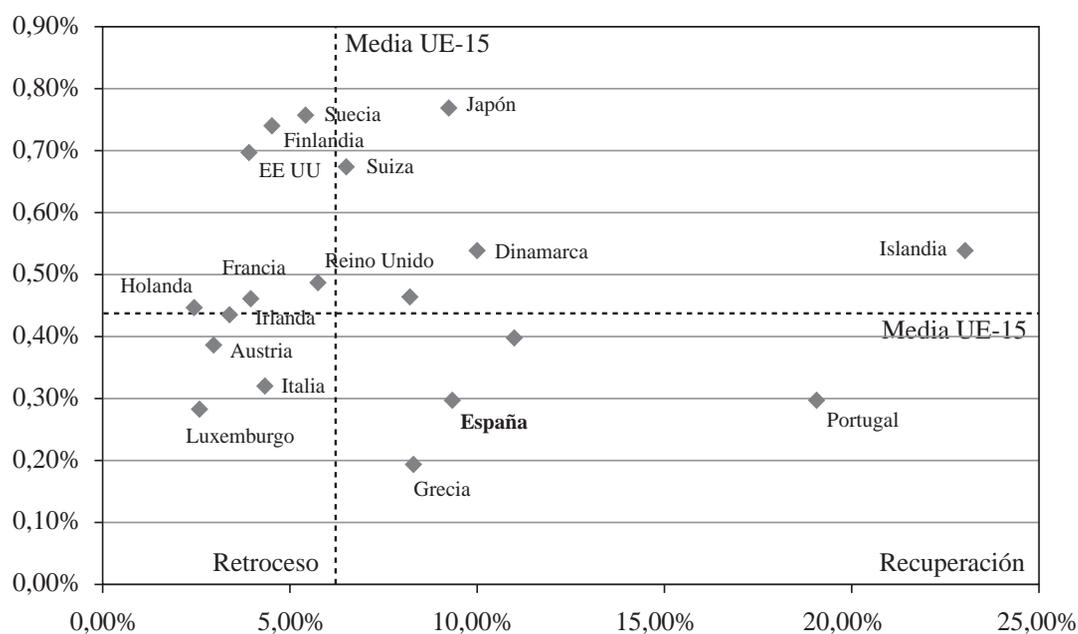
Indicadores de Innovación	UE25	UE15	1ªUE	2ªUE	3ªUE	EE UU	Jap	Esp
Nuevos titulados sup. ciencias (% 20-29 años)	11,5	12,5	20,5IR	20,2F	19,5UK	10,2	13,0	<b>12,2</b>
Población con educación superior (% 25-65 años)	21,2	21,8	33,2FI	31,9D	30,6UK	38,1	36,3	<b>25,2</b>
Participación formación permanente (% 25-65 años)	9,0	9,7	34,2S	21,3UK	18,9DK	-	-	<b>5,8</b>
Empleo industria alta tecnología (% empleo)	6,6	7,1	11,04D	8,94ES	8,71CH	4,65	-	<b>5,15</b>
Empleo servicios alta tecnología (% empleo)	3,19	3,49	4,85S	4,68FIN	4,5DK	-	-	<b>2,35</b>
Gasto público I+D (% PIB)	0,67	0,69	1,04FI	0,95S	0,83F	0,86	0,80	<b>0,47</b>
Gasto privado I+D (% PIB)	1,27	1,3	3,32S	2,37FI	1,75DK	2,03	2,32	<b>0,56</b>
Solicitud patentes alta tecnología (por millón hab.)	26,0	30,9	120,2FI	93,0NL	74,7S	76,4	75,4	<b>3,5</b>
Concesión patentes alta tecnología (por millón hab.)	9,4	11,2	51,4FI	38,1S	16,4DK	48,4	40,4	<b>1,4</b>
Solicitud de patentes (por millón habitantes)	133,6	158,5	311,5S	310,9FI	301,0D	301,4	273,9	<b>25,5</b>
Concesión de patentes (por millón habitantes)	59,9	71,3	187,4S	158,6FI	137,2D	154,5	166,7	<b>8,0</b>
Innovación interna pyme (% pyme)	31,7	32,1	46,2D	39,2L	38,3B	-	-	<b>24,3</b>
% pyme en cooperación para innovación	7,1	6,9	20,0FI	15,8DK	13,4S	-	-	<b>2,7</b>
Gastos de innovación (% facturación)	2,15	2,17	8,09ES	2,72D	2,65B	-	-	<b>1,24</b>
% pyme innovadoras en áreas no tecnológicas	43	-	74L	65D	59GR	-	-	<b>46</b>
Capital riesgo alta tecnología (por millón habitantes)	-	50,8	69,8DK	63,4D	57,4F	-	-	<b>44,7</b>
Capital semilla (% PIB)	-	0,025	0,081S	0,065FI	0,063DK	0,072	-	<b>0,012</b>
Ventas nuevos productos mercado (% facturación)	5,9	5,9	14,5FI	10,8P	9,5I	-	-	<b>8,3</b>
Ventas nuevos productos empresa (% facturación)	16,9	17,2	23,4D	17,5F	17,0E	-	-	<b>17,0</b>
Indicador compuesto acceso internet	-	0,57	1,00S	0,89DK	0,77NL	-	1,02	<b>0,37</b>
Gasto en TIC (% PIB)	6,3	6,2	11,5ET	10,1LE	9,4HU	6,3	6,1	<b>4,8</b>
Valor añadido industria alta tecnología (% VA total)	12,7	14,1	30,6IR	28,4M	24,9FI	23,0	18,7	<b>6,5</b>

Fuente: European Innovation Scoreboard; Comisión Europea 2004

La Comisión utiliza estos 22 indicadores para la obtención del Índice Sintético de Innovación (SII). Para su obtención se asigna 0 al valor más bajo, 1 al más alto y entre 0 y 1 proporcionalmente al resto de valores para cada uno de los 22 indicadores. El SII es el resultado de la suma de todas las puntuaciones obtenidas por un país dividida por el número de indicadores (22).

Como todos los indicadores resumen es objetable. Pero no deja de ser un valor que puede medir la distancia entre países. Y en este indicador sintético España (Gráfico 6) aparece en la cola de los países ricos y a la cabeza de los pobres, en esa incómoda posición del centro de la tabla a la que deberemos acostumbrarnos tras la ampliación de la Unión Europea. España lleva camino de ser el país de la media de Europa (confiemos en que no confundamos media con medianía).

Cuando estos indicadores se ponderan y se resumen en un solo valor, es cuando se concreta la posición de España, en recuperación, pero “manifiestamente mejorable”.

**Gráfico 6. Valor y tendencia del índice sintético de innovación**

Fuente: European Innovation Scoreboard; Comisión Europea 2004

En el indicador sintético se observa cómo España, al igual que ocurre en el indicador de esfuerzo, no está en la mejor de las posiciones, pero la tendencia es, cuando menos, esperanzadora. Es decir, todos los indicadores reflejan que en España hay una clara concienciación de que necesitamos mejorar, y eso ya es la primera medida para encontrar una posible solución (Gráfico 6).

También en este indicador sintético, Alemania, Japón y varios países nórdicos están en el mejor cuadrante. La inclusión de Estados Unidos, Finlandia y Suecia en el cuadrante de estancamiento sólo obedece al efecto estadístico de haber arrastrado la media de tendencia hacia valores altos debido al impulso de los países en recuperación. Un análisis menos numérico daría unos valores muy similares a la clasificación realizada para el esfuerzo.

## 2. Análisis de casos de referencia internacionales

En el primer capítulo se han analizado varios indicadores de la I+D+i y la principal carencia identificada en el tejido español es la puesta en valor del esfuerzo en innovación. Poco a poco se invierte más dinero, pero los resultados no son todavía alentadores.

Es muy revelador que la diferencia en el esfuerzo innovador en el sector privado es mucho mayor que en el público (Tabla 5 y Gráfico 7).

Si la media del esfuerzo público en I+D en Europa no llega a vez y media del esfuerzo español y los países punteros lo doblan, la media del esfuerzo privado es más del doble y los países punteros multiplican hasta por seis el esfuerzo del sector privado en España. Tal vez una de las primeras causas del escaso impacto en la economía real de nuestra innovación sea el que ésta no la protagonizan las empresas.

Para confirmar esta hipótesis no hay más que repasar las magnitudes de lo que invierten los líderes europeos y los españoles (Tabla 6).

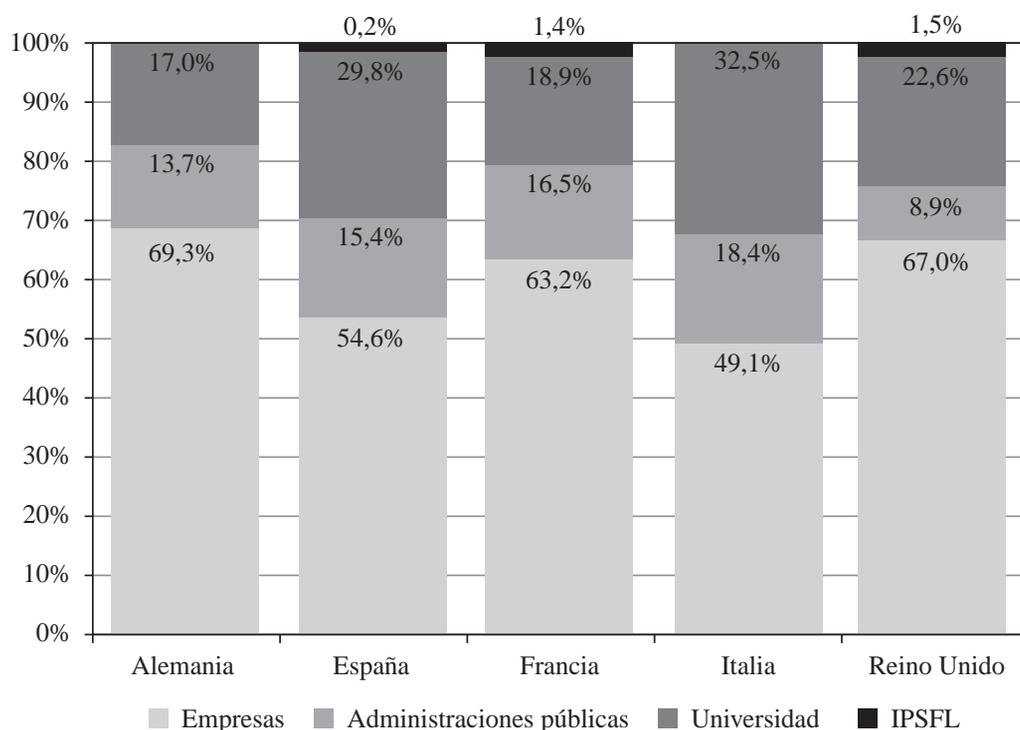
La mayoría de las empresas punteras en I+D+i se dedican a la automoción (fabricantes de coches y componentes), farmacia y biotecnología, *hardware* y electrónica y electricidad.

Si se complementa esta información con datos del país, veremos cómo las empresas españolas tienen una contribución muy pequeña en el mapa europeo de la I+D+i, tan pequeña que ni crean una categoría propia.

**Tabla 5. Esfuerzo innovador en los sectores público y privado**

	UE25	UE15	1ªUE	2ªUE	3ªUE	EE UU	Jap.	Esp.
Gasto público I+D (% PIB)	0,67	0,69	1,04FI	0,95S	0,83F	0,86	0,80	0,47
	143	147	221	202	177	183	170	100
Gasto privado I+D (% PIB)	1,27	1,3	3,32S	2,37FI	1,75DK	2,03	2,32	0,56
	227	232	593	423	313	363	414	100

Fuente: European Innovation Scoreboard; Comisión Europea 2004

**Gráfico 7. Protagonistas del gasto en I+D**

Fuente: European Innovation Scoreboard; Comisión Europea 2004

**Tabla 6. Inversión en I+D de los líderes europeos y españoles**

Empresa	País	Inversión (millones de euros)	Empresa	Inversión (millones de euros)
Daimler Chrysler	Alemania	5.600	Amadeus	145
Siemens	Alemania	5.500	Repsol YPF	134
Volkswagen	Alemania	4.100	Telefónica	73
Nokia	Finlandia	4.000	Zeltia	51
Glaxo Smith Klein	Reino Unido	4.000	Gamesa	41
Ericsson	Suecia	3.200	ITP	39
Aventis	Francia	2.900	Abengoa	20
Astra Zeneca	Reino Unido	2.700	Unión Fenosa	19
Robert Bosch	Alemania	2.700	Agbar	13
Philips	Holanda	2.600		
BMW	Alemania	2.600		
Bayer	Alemania	2.400		
<b>Total</b>		<b>42.300</b>	<b>Total</b>	<b>534</b>

Fuente: Directorate General Joint Research and Directorate General Research 2004. Monitoring Industrial Research

Los datos relativos a las empresas provienen de un estudio realizado por la Comisión Europea para conformar el cuadro de indicadores de inversión empresarial de la Comunidad Europea de 2004. Los datos están tomados de las memorias anuales de las empresas. Las consecuencias, también recogidas en el reciente informe Cotec 2005, son muy clarificadoras tanto de la situación en España como del resto de Europa.

La inversión total de las primeras 500 empresas europeas en 2004 fue de 100.800 millones de euros, prácticamente la mitad de las 500 primeras empresas no europeas (195.600 millones). Además, el crecimiento en los cuatro últimos años también ha sido inferior en Europa (1,2% anual) que en el resto (3,7% anual).

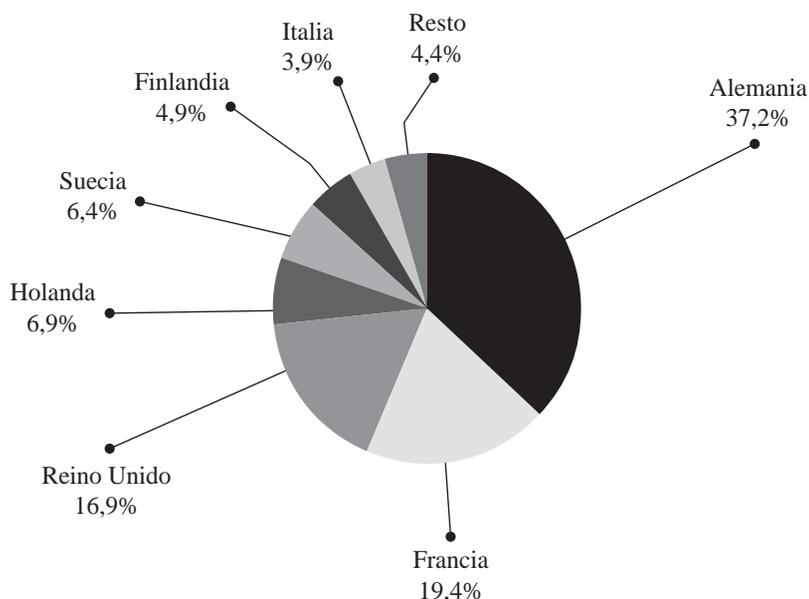
Existe una gran concentración en empresas, sectores y países:

- 12 empresas concentran el 42% de la inversión.
- Cuatro sectores (automoción, farmacia, *hardware*, electrónica) concentran el 67% de la inversión.
- Las cinco primeras empresas de automoción suponen el 71% de la inversión, las cinco primeras de farmacia también el 71%, las 5 de *hardware* el 55% y las cinco de electrónica el 89%.

---

### Gráfico 8. Sede de las empresas que invierten en I+D+i

---



---

Fuente: Directorate General Joint Research and Directorate General Research 2004. Monitoring Industrial Research

---

- Las empresas con central en Alemania, Francia y Reino Unido concentran el 74% de la inversión. Las primeras empresas españolas, reflejadas en el citado informe, suponen el 0,5% de la inversión.

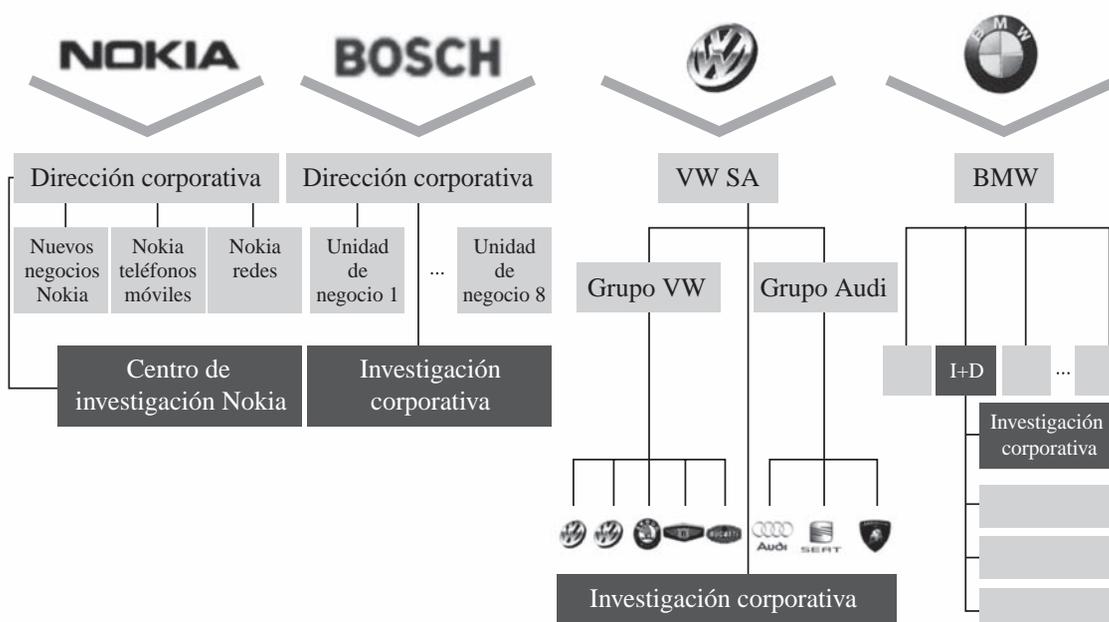
Dedicaremos este capítulo a analizar modelos eficientes en I+D+i en Europa, concentrando una especial atención a los modelos de innovación de las empresas y de sus interrelaciones, tanto con el sistema académico como con otras empresas, y resumiendo la dinámica de la inversión en los sectores líderes.

## 2.1 Organización de la I+D+i en las empresas punteras

Las principales empresas que lideran la inversión en I+D+i tienen, al menos, dos características en común: una gran dimensión y una organización especializada en la I+D+i (Gráfico 9).

La dimensión de las empresas les permite contar con recursos suficientes para dedicar a la investigación. Los programas son cada vez más ambiciosos y los medios requeridos más y más caros. Existe un umbral mínimo de inversión por debajo del cual los resultados alcanzables no son nada relevantes.

**Gráfico 9. Organización: departamentos de investigación corporativa**



En esta línea debe subrayarse el que la innovación no es un remedio universal, no todas las empresas pueden acometerla con éxito. La innovación en las pymes tiene que ser necesariamente radicalmente distinta a la de las grandes empresas. Y en ocasiones simplemente es un esfuerzo baldío.

Respecto a la organización, independientemente del tipo de producto que vendan, las empresas punteras europeas consideran la investigación una actividad estratégica y así lo reflejan en su organización. Todas ellas tienen un departamento corporativo que se dedica exclusivamente a la investigación para todas las unidades de negocio, es decir, se centraliza la investigación para buscar, de nuevo, economías de escala.

Por tanto, aunque veremos que también existe un modelo de organización basado en células pequeñas, especialmente válido en el sector de la informática, la I+D+i en mayúsculas necesita tamaño y escala.

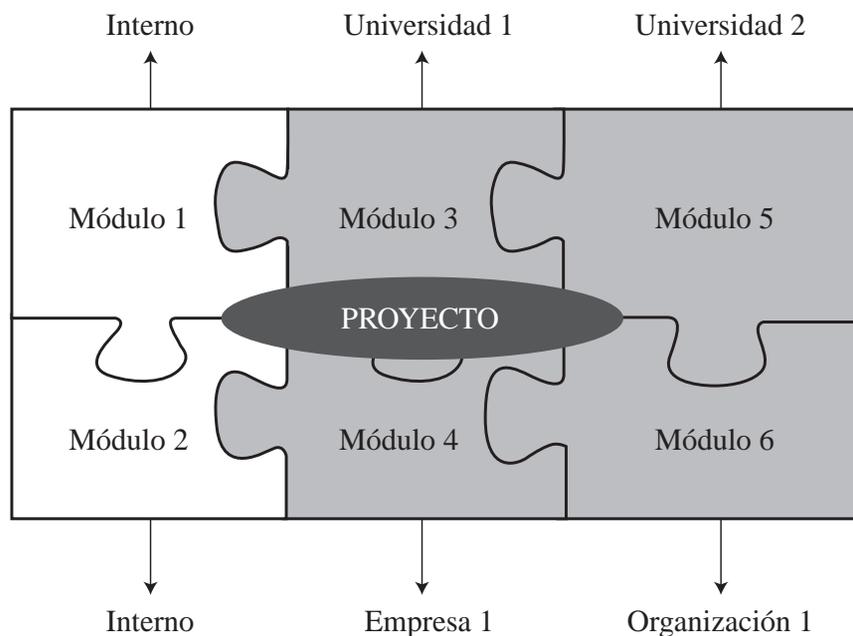
## 2.2 Externalización de la I+D+i

Siendo las empresas líderes en I+D+i generalmente de gran tamaño, todas ellas colaboran con entes externos de investigación, sean estos universidades, centros tecnológicos o incluso competidores (Gráfico 10).

---

**Gráfico 10. Externalización de I+D+i**

---



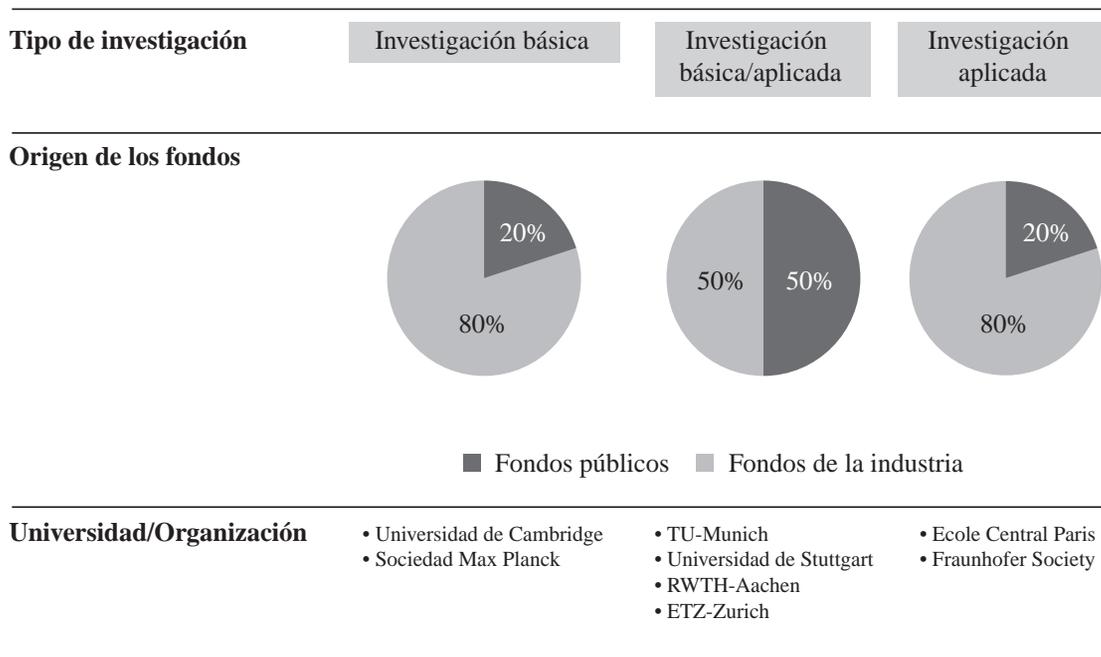
En general se estructuran los proyectos en módulos diferenciados y se externalizan aquellas tareas donde falta conocimiento y/o capacidad. La gestión del programa, la coordinación, siempre permanece en manos de la empresa que lidera la investigación. En un sector altamente competitivo, como es el del automóvil, cada ingeniero/investigador interno coordina a una media de dos ingenieros/investigadores externos.

La creciente relación entre empresas, universidades y centros tecnológicos hace que la mayoría de proyectos e instituciones cuenten con financiación mixta (Gráfico 11).

El mejor exponente de esta tendencia es Alemania, donde las empresas alemanas no sólo contratan a sus universidades o centros tecnológicos, sino que amplían esta relación a centros internacionales (Gráfico 12).

La I+D+i europea es, por tanto, cada vez más global, y sus interrelaciones más numerosas. Al ser el modelo europeo de éxito un modelo abierto, esto da una oportunidad excelente a las empresas españolas para acelerar su crecimiento. Cualquier empresa puede subcontratar a los mejores centros especializados de Europa, el conocimiento no conoce fronteras. Por tanto, es posible crear una estrategia de innovación utilizando no sólo los centros públicos y privados españoles, sino los de toda la Unión Europea. Además, muchas de estas colaboraciones multiempresa, multiestado, son susceptibles de subvención o, cuando menos, de financiación con fondos europeos. No sólo es deseable, es fácil y barato.

### Gráfico 11. Origen de los fondos de investigación

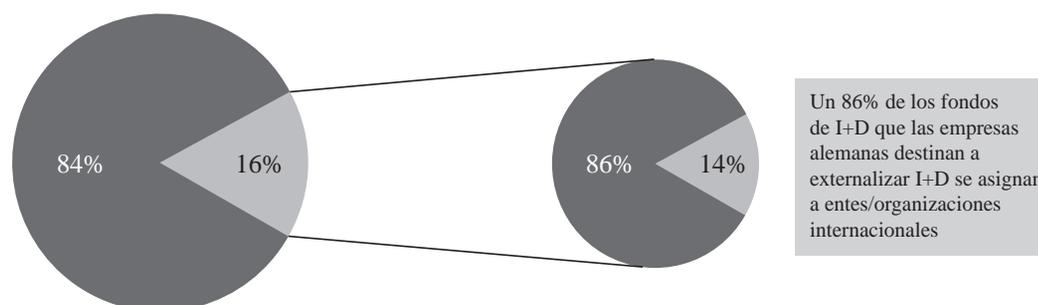


---

## Gráfico 12. Distribución del gasto en I+D de la industria alemana

---

45.000 millones de euros  
de 35 empresas



- 38.000 millones de euros (84%) destinados a los departamentos de I+D propios
- 7.000 millones de euros (16%) destinados a entes externos de I+D

- 6.000 millones de euros (86%) destinados a entes internacionales de I+D
- 1.000 millones de euros (14%) destinados a entes nacionales de I+D

---

### 2.3 Relación empresa-universidad

Lo expuesto en el apartado precedente debe analizarse con más detalle. En la transmisión del conocimiento desde la investigación básica a sus aplicaciones más prácticas puede estar la clave del éxito.

La financiación es una de las claves para esta transmisión: quien paga manda, y así las empresas europeas dirigen las investigaciones de los centros públicos, pues ellas constituyen una parte muy relevante de su financiación.

Pero las personas son otra de las claves. Y tal vez sea el sistema alemán en el que más se evidencia la figura de los profesores como elemento clave para esta relación. Las siguientes imágenes, sacadas de publicaciones académicas, son un claro ejemplo del modelo alemán de colaboración empresa-universidad.

Las universidades técnicas alemanas exigen que, para acceder a un puesto de catedrático, estos deben tener un mínimo de tres a cinco años de experiencia en la industria, y es posible acceder a la cátedra desde la industria para profesionales de reconocido prestigio. De esta forma, el catedrático:

- Conoce la realidad empresarial.
- Tiene contactos en la industria.
- Enfoca la labor de la investigación a la industria.
- Enfoca la labor docente a la industria.

Prof. Heiβing



Prof. en la TU-Múnich  
Institute for vehicle  
Technology  
(Ex manager de AUDI)

Prof. Küçükay



Prof. en la TU-Braunschweig  
Institute for vehicle Technology  
(Ex manager de BMW)

Prof. Volker  
Schindler



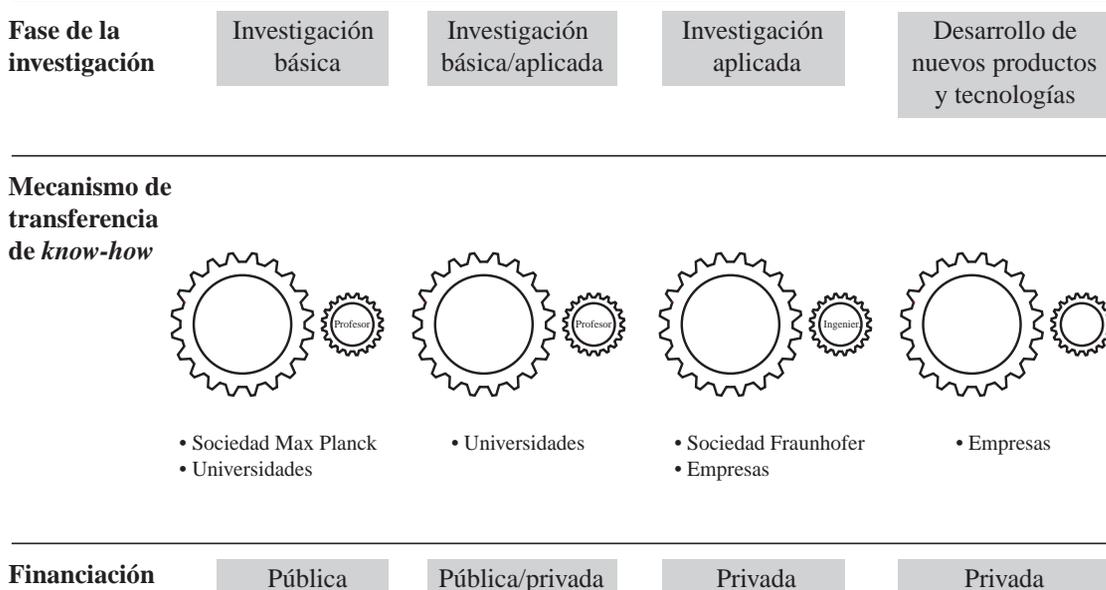
Prof. en la TU-Berlín  
Institute for vehicle  
Technology  
(Ex manager de BMW)

Prof. Henning  
Wallentovitz



Prof.  
en la TU-RWTH-Aquisgrán  
Institute for vehicle Technology  
(Ex manager de BMW)

### Gráfico 13. Cadena de generación y distribución del conocimiento (ejemplo alemán)



El sistema alemán de formación es un sistema dual, donde en todas las etapas docentes la formación se consigue de, al menos, dos fuentes. Así, en las etapas básicas la educación se obtiene en la escuela y en el hogar, por eso los alumnos terminan su horario al mediodía. En la educación superior muchas carreras no se terminan hasta haber completado un periodo práctico en empresas. Así, para ser ingeniero, arquitecto, abogado o médico, el estudiante debe realizar varios periodos de prácticas en empresas o instituciones, entrando y saliendo del entorno académico y del mundo laboral en varias ocasiones. Concluyen la formación tarde, cerca de los 30 años. El sistema es caro, pero forma profesionales que tienen un gran valor en las empresas.

Lo mismo ocurre en el ámbito universitario. Nadie puede ser catedrático sin experiencia laboral, y las grandes figuras del mundo laboral pueden acceder directamente al mundo universitario, pues los méritos en la industria computan igual o más que los puramente docentes. Esta es otra gran diferencia con el sistema español, donde es prácticamente necesario optar por un camino u otro, no computando como méritos docentes la práctica profesional, y, por tanto, la universidad se mantiene como un mundo demasiado endogámico.

El sistema francés es menos práctico, o cuando menos no tan centrado en las personas. Su vinculación con la empresa se fundamenta en los contratos entre empresas y universidad volviendo a aplicar el principio indicado anteriormente: quien paga manda.

Así, los departamentos de investigación de las universidades establecen acuerdos de cooperación con prestigiosas compañías, nacionales e internacionales, que aseguran una fluida relación a largo plazo. La cooperación universidad-empresa consiste en:

- Financiación.
- Proyectos de investigación.
- Conferencias.
- Visitas a la empresa.
- Estancias en prácticas, etc.

A modo de ejemplo, la Ecole Central de Paris tiene firmados acuerdos con cerca de 80 empresas e instituciones líderes en Francia y Europa, tales como Renault, Citroën, Valeo, Saint Gobain, Totalfina-Elf, IBM, EADS, Motorola, Dassault Aviation, Procter & Gamble, etc.

Cuando se desarrolla una eficiente relación entre las empresas y las universidades, como ocurre en Alemania y Francia, se establece una relación en la que ambas partes ganan.

En este entorno, la empresa consigue:

- Acceso rápido al conocimiento y una asesoría de alto nivel.
- Reducción del coste de I+D y del riesgo asociado.
- Fácil acceso a potenciales empleados futuros.
- Acceso a los más avanzados avances tecnológicos.
- Incremento de la reputación de la compañía y de los empleados.
- Uso temporal de equipamiento caro y sofisticado.
- Uso de la red internacional de universidades.

Y para que funcione toda relación, la universidad también debe ganar. Y en general, éstas logran:

- Acceso a soporte financiero.
- Incremento de la independencia financiera.
- Incremento de ingresos.
- Exploración de futuras posibilidades de empleo.
- Incremento de las referencias.
- Mejora del conocimiento práctico y la calidad de la enseñanza.
- Incremento de la reputación.

Dicho queda que los modelos alemán y francés de colaboración empresa-universidad son mucho más eficientes que el español. Pero también deben reconocerse unas barreras estructurales, naturales en la relación de dos grupos humanos bastante diferentes.

Así, los universitarios suelen ver a los empleados de las empresas como:

- Poco interesados en actividades reales de I+D+i.
- Sólo orientados a la industria.
- Con un entendimiento limitado del mundo teórico.

- Deseando invertir el mínimo tiempo y dinero posible.
- Fijándose unas expectativas demasiado elevadas en su relación con la universidad.
- Con dificultades para entender las reglas de juego en una cooperación, no en una sub-contratación.

Por supuesto, los empleados de las empresas también tienen sus dificultades en entender a los universitarios:

- Sin experiencia práctica.
- Elitistas y arrogantes.
- Sin capacidad de soportar el trabajo pesado.
- Sin experiencia práctica relevante.
- Sin conocimiento de las restricciones de la industria.
- Con comportamiento de trabajo como si fuese sector público.
- Incapaces de trabajar en equipo.
- Incapaces de entender qué es lo relevante.

No es posible establecer un modelo de relación empresa-universidad perfecto, pero, desde luego, en España hay mucho potencial de mejora. En los años ochenta hubo una auténtica explosión de universidades y se crearon nuevos centros en casi todas las provincias españolas. Estas universidades necesitaron completar sus cuadros docentes con gran celeridad. En ese entorno las publicaciones de artículos originales constituyeron el principal mérito y se creó un entorno donde la endogamia era la mejor solución para crecer. Prácticamente ninguna actividad en el mundo empresarial sirve para mejorar el currículum de los profesionales de la universidad.

En la actualidad, salvo unas pocas carreras, tales como medicina o derecho, ambos mundos son prácticamente estancos.

## 2.4 Fraunhofer Gesellschaft

Uno de los modelos más interesantes de investigación aplicada en Europa es la sociedad Fraunhofer (Fraunhofer Gesellschaft). Sus objetivos están recogidos de forma muy clara

en su misión: crear innovaciones y llevarlas al mercado. No son solamente un conjunto de excelentes centros de investigación, sino que también promueven la transferencia de conocimiento de la investigación científica a aplicaciones prácticas. Por tanto, se trata de unos centros de investigación que necesariamente tienen una relación muy estrecha con la industria.

Se trata de una organización sin ánimo de lucro, fundada en 1949 (lo que demuestra lo prioritario de la investigación en Alemania, pues en esos años se estaba en plena reconstrucción del país tras la Segunda Guerra Mundial) y cuenta entre sus patronos con importantes empresas privadas, además de instituciones públicas. Su financiación proviene aproximadamente 1/3 de proyectos privados, 1/3 de proyectos financiados por los gobiernos federal y regionales y 1/3 fondos de los patronos, públicos y privados, dedicados a la investigación fundamental, de la que no se esperan resultados en el corto plazo. Las 80 unidades de investigación que comprende la sociedad (58 de ellas con rango de instituto) se distribuyen por toda la geografía alemana (véase en el mapa adjunto la localización de los institutos), emplean a más de 13.000 científicos e ingenieros y constituye una excelente fuente de profesionales para la industria. El presupuesto anual supera los 1.000 millones de euros (12% del total del gasto nacional de I+D en España). Han participado en numerosas investigaciones que hoy se aplican en productos que todos usamos, siendo una de las más famosas el formato de compresión de sonido MP3, pilar de toda la revolución digital multimedia.



Los servicios de la Sociedad Fraunhofer se clasifican en:

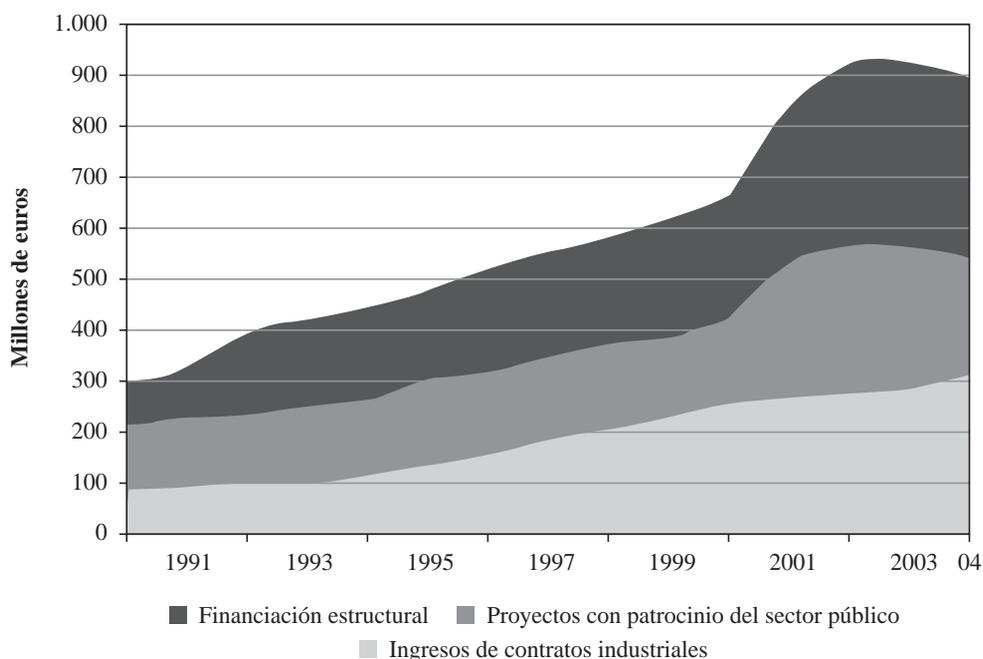
- Contratos de I+D, tanto de las empresas como de los gobiernos federal y regionales.
- Investigación precompetitiva, estudios sobre nuevas tecnologías impulsados por el Ministerio de Innovación alemán.
- Servicios de consultoría, tanto para el sector privado como para el público.
- Formación.
- Estudios para el Ministerio de Defensa alemán.
- Participación en *spin-off* y gestión de licencias, como vía de financiación alternativa.

Para entender la filosofía de la Sociedad Fraunhofer es necesario comprender el sistema dual de educación alemán (aprender haciendo). Desde el parvulario se asume que la educación es siempre responsabilidad de, al menos, dos entes. En los primeros escalones la educación es responsabilidad de las escuelas y de las familias, y luego de las universidades e industrias. La formación profesional de calidad aplica el sistema dual desde 1980.

---

**Gráfico 14. Evolución de las fuentes de financiación de la Sociedad Fraunhofer**

---



En la mayoría de carreras técnicas (ingeniería, arquitectura, medicina...) es impensable desarrollar sólo una carrera académica. El camino para llegar a las más prestigiosas cátedras pasa alternativamente por la industria y la universidad. En este marco se entiende una institución híbrida entre universidad y empresa, con una total, e incluso incentivada, permeabilidad de sus profesionales. Y con un claro empuje de las administraciones federal y regionales. Cultura, tradición y recursos, elementos que si no son suficientes sí son necesarios para lograr resultados en la innovación.

La dualidad conceptual se refleja perfectamente en las fuentes de financiación, siendo éstas públicas y privadas, con un complemento estructural de los patronos, fundamentalmente los públicos, para dedicarse a investigaciones de largo plazo (Gráfico 14). Esta filosofía ha permanecido estable a lo largo de los años, independientemente de las variaciones de volumen.

Merece la pena detenerse en la descripción de los distintos organismos relacionados con la investigación en Alemania.

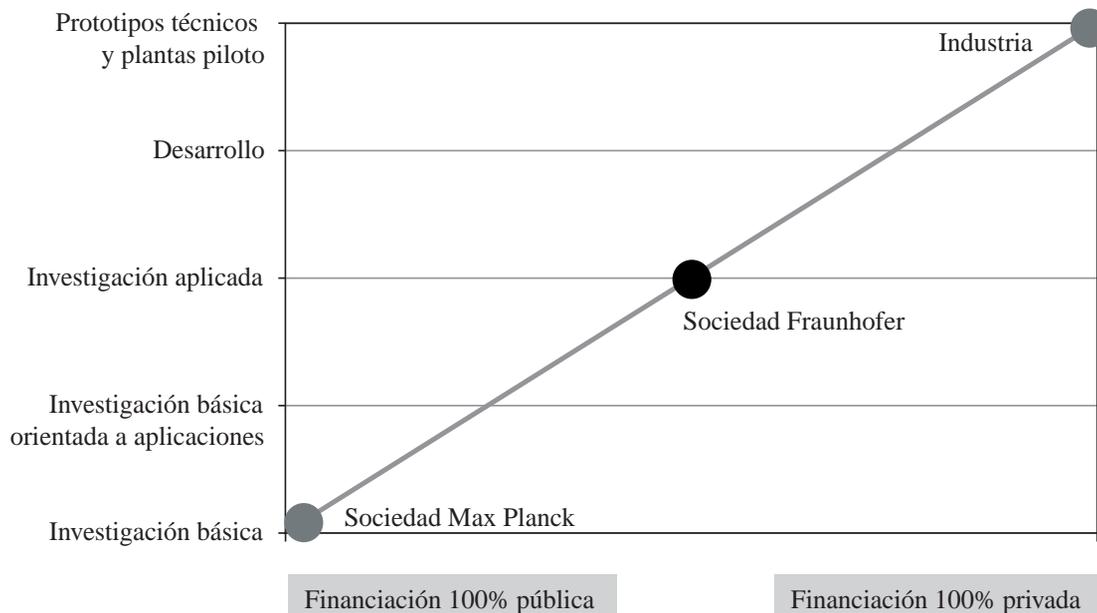
La espina dorsal del sistema la componen las universidades y las escuelas superiores (TU), así como los centros de I+D de las empresas. Pero entre estos dos extremos se extiende un tupido tejido para la innovación.

La sociedad Max Planck se encarga de la investigación fundamental de calidad. Consta de 80 centros de investigación en todo el país. Su presupuesto anual se acerca a los 1.000 millones de euros y es costado equitativamente por el gobierno federal y los gobiernos regionales (*Länder*), bajo el concepto de financiamiento básico sin condiciones. La Administración, expresado de forma simplista, sólo tiene derecho a pagar, estando la sociedad gobernada por un comité científico. Claro que los resultados no son malos: 15 premios Nobel desde 1954, 10 de ellos desde 1984. En cualquier caso, la sociedad Max Planck está abierta al mundo y cuenta en su plantilla con un creciente número de científicos no alemanes (Gráfico 15).

La Asociación Helmholtz se encarga de las inversiones singulares tractoras del sistema de innovación. Dispone de 15 centros cuyo presupuesto anual supera los 2.300 millones de euros y son los propietarios y gestores de activos singulares tales como aceleradores de partículas, sincrotrones y reactores de investigación. Sus instalaciones son, en su mayoría, referencia europea e incluso mundial, contando con más de 7.000 científicos visitantes, que aportan unos 600 millones de euros anuales para poder usar las instalaciones de la asociación, rebajando así el esfuerzo público alemán. Del presupuesto costado por Alemania, el 90% es aportado por el Gobierno federal y el 10% restante por los *Länder*. Se está desarrollando un nuevo plan maestro de inversiones nacionales.

La Sociedad Fraunhofer se encarga, como ya hemos explicado, de la investigación aplicada, siendo su modelo de financiación mixta un primer indicador de su vocación más práctica que la Max Planck.

**Gráfico 15. Distintas instituciones de investigación en Alemania**



La Comunidad Leibniz incluye a otros 80 centros, que disponen de un presupuesto de cerca de 1.000 millones de euros y desarrolla fundamentalmente su actividad en los nuevos Estados federados del Este alemán, pues prácticamente la mitad de los centros se ubican entre Rostock y Dresde, siendo no sólo tractores de la innovación, sino de toda la economía del Este de Alemania.

Finalmente el Gobierno federal mantiene otros 50 centros científicos propios, y los *Länder* y cantones patrocinan otros 170 centros más.

Todo este potentísimo sistema de cerca de 500 centros de investigación (aparte de universidades, escuelas técnicas y empresas), con un presupuesto global superior a los 8.000 millones de euros, se coordina desde Bonn, donde se mantiene la sede del Ministerio de Educación e Investigación.

Volviendo a la Sociedad Fraunhofer, analicemos su organización. Los elementos fundamentales son los institutos, 58 en la actualidad, cada uno especializado en una rama de la ciencia o de la técnica y ubicados en 40 localidades a lo largo de la geografía alemana. Son entidades con unos principios comunes, y entran en clara competencia unos frente a otros para captar más proyectos y recursos. Pero esta sana competencia no implica, nece-

sariamente, solapes e ineficiencias, pues existen ocho alianzas que agrupan los distintos centros para lograr una mayor eficiencia y, también, para desarrollar proyectos de ámbito suprainstituto. Estas alianzas son:

- Ciencias de la vida.
- Materiales y componentes.
- Microelectrónica.
- Producción.
- Tecnología de superficie y fotónica.
- Defensa y Seguridad.

La integración de la Sociedad de Matemáticas y Elaboración de Datos (GMD) en la Sociedad Fraunhofer ha dado lugar a la mayor institución europea de investigación de técnicas de información.

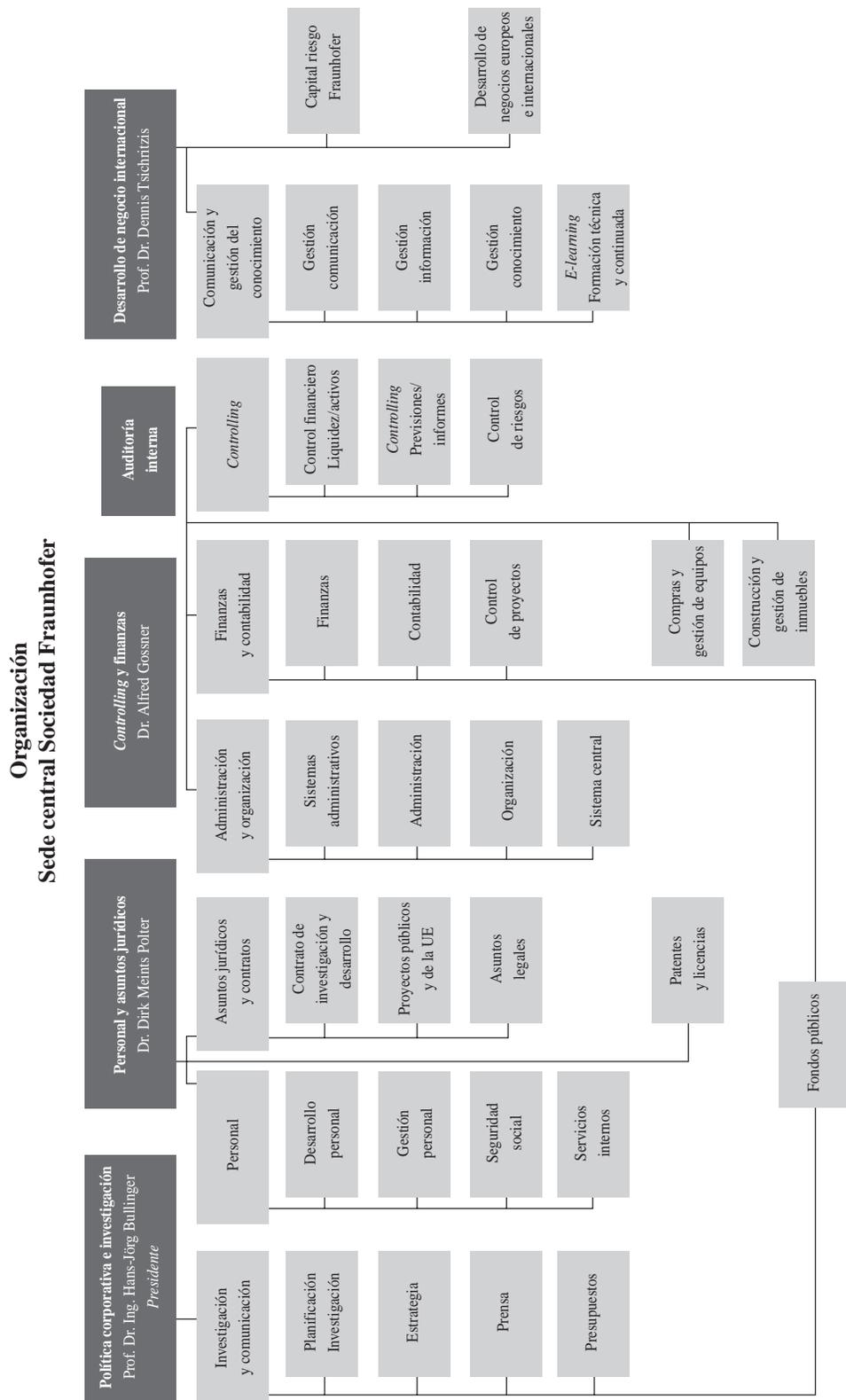
Cada una de las alianzas emplea a varios miles de investigadores y sus presupuestos superan los 100 millones de euros cada una.

Los institutos constituyen la unidad organizativa fundamental, siendo entidades totalmente autónomas en su funcionamiento y en la gestión de sus presupuestos. La organización central, ubicada en Múnich, da soporte administrativo, gerencial y, sobre todo, coordina los centros y las alianzas. Así mismo es la promotora de los nuevos institutos y de la actividad internacional conjunta. En cualquier caso, la esencia de la organización es descentralizada, siendo el elemento fundamental de unión sus principios básicos de funcionamiento y la estructura organizativa.

La Sociedad Fraunhofer desarrolla cada vez más actividades internacionales. Así, en 2004 ganó subvenciones de la Unión Europea por valor de 38 millones de euros y consiguió contratos de empresas no alemanas por valor de 54 millones, siendo Francia el primer país donde sus clientes no alemanes tienen su sede. En Estados Unidos cuenta con cinco centros. Pero son Asia y Europa del Este los mercados donde se planifica el crecimiento futuro. En China, Japón e Indonesia existen ya oficinas de representación, y se está trabajando en el desarrollo de un centro de investigación en Budapest.

Los órganos de gobierno son propios de una estructura descentralizada y dan cabida tanto a los estamentos que financian la institución como a la comunidad científica. Es de destacar, una vez más, el concepto descentralizado de la organización y la dualidad privado-público, comunidad científica-empresas (Gráficos 16 y 17).

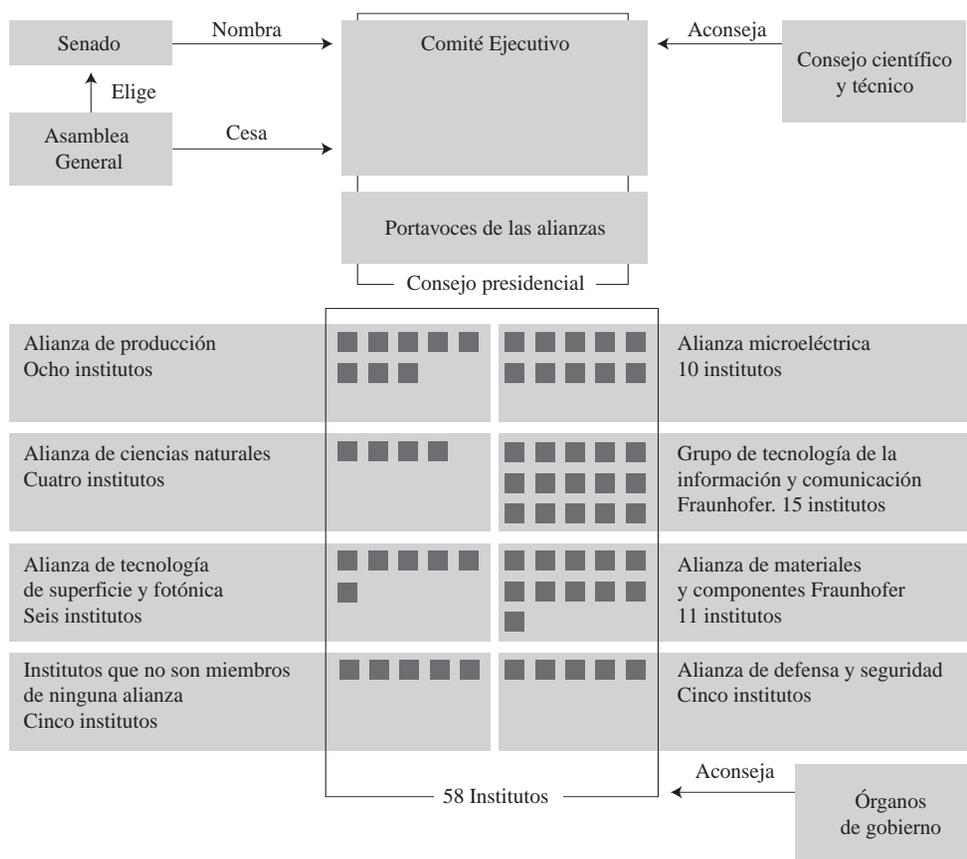
**Gráfico 16. Organización central de la Sociedad Fraunhofer**



Las lecciones que se pueden extraer de la Fraunhofer Gesellschaft son varias:

- Institución a mitad de camino entre la investigación de las universidades y de las empresas.
- Vocación práctica y pragmática.
- Estructura descentralizada, pero coordinada. Excelente modelo para un Estado federal (o autonómico).
- Potencia la competencia positiva.
- Financiada mediante recursos privados y públicos.
- Combina cultura, tradición, reconocimiento y recursos.

**Gráfico 17. Órganos de gobierno de la Sociedad Fraunhofer**



## 2.5 Silicon Valley-Universidad de Stanford<sup>1</sup>

No cabe duda de que las similitudes del modelo social español con el alemán o el francés son mucho mayores que con el norteamericano. Además de una historia y de un proyecto futuro común, subyace un cierto sentido social en eso que llamamos economía social de mercado, que es parte del código genético de Europa, a la que pertenecemos. Nuestra economía la rigen principios de mercado, capitalistas, pero el Estado está ahí, para velar por las desviaciones del mercado y, en definitiva, realizar una labor correctora hacia las clases menos protegidas.

Pero merece la pena asomarse, aunque sea en la distancia, a un fenómeno que sólo puede ser viable en un entorno de capitalismo puro y que, por otro lado, ha sido la cuna de las nuevas tecnologías de final del siglo XX. Y que, además, ha espoleado de alguna forma a la Comisión Europea para diseñar la Agenda de Lisboa. Me estoy refiriendo al fenómeno de Silicon Valley.

Silicon Valley es una franja de unos 70 por 15 kilómetros situada en California, en la península al sur de San Francisco, desde Palo Alto a San José. Es el lugar del mundo donde, tal vez, más y mejor ha cristalizado el paradigma de ciencia como motor del desarrollo económico, teniendo un papel muy destacado las universidades. Es la región de Estados Unidos con la renta *per cápita* más elevada y donde se han generado empresas tales como Hewlett Packard, Sun, Cisco, Google o Yahoo.

El núcleo del que se irradia el conocimiento y la innovación es la Universidad de Stanford. No existen mecanismos formales de coordinación entre universidad y empresa, simplemente se forman escisiones de los equipos que consiguen capital de socios inversores y... algo hay en ese caldo de cultivo en que en la actualidad se concentran más de 10.000 empresas en el sector informático y biotecnológico que generan ventas superiores a los 200.000 millones de dólares y alrededor de un millón de puestos de trabajo altamente cualificados. Si fuese un Estado independiente, California sería la quinta economía del mundo, tras Estados Unidos, Alemania, Japón y Reino Unido.

Silicon Valley es un fenómeno irrepetible e imposible de copiar, pero tal vez merezca la pena repasar su historia:

- En los primeros años cincuenta se fue creando una base industrial de alta tecnología alrededor de la Universidad de Stanford. Como en casi todas las historias de éxito aquí también encontramos a un líder visionario, Frederick Terman, vicepresidente de la Universidad, que tuvo la visión de orientar Stanford hacia la transferencia de tecno-

---

<sup>1</sup> Algunos de los datos utilizados para la elaboración de este capítulo provienen de las conclusiones de una misión del CIDEM de la Generalitat de Catalunya a Silicon Valley.

logía, impulsando la creación de empresas por los estudiantes con capital externo. De esta época destacan estudiantes tales como William Shockely (posterior premio Nobel de Física), William Hewlett y David Packard (fundadores de Hewlett-Packard).

- En los sesenta aparece una segunda hornada de empresas innovadoras en microelectrónica. Estas empresas nacen como escisiones de las pioneras, con dinero externo y, sobre todo, impulsadas por los programas de electrónica del Departamento de Defensa de Estados Unidos, así como por la capacidad inversora de los inversores de la primera hornada.
- En los setenta se dio la consolidación a gran escala de los fabricantes de semiconductores en la era de los microprocesadores.
- En los ochenta aparecen nuevas escisiones, Silicon Valley se internacionaliza y se extiende el PC.
- Los noventa vienen determinados por Internet. Crecimiento desenfrenado y caída en picado. Pero por el camino siguen naciendo nuevos conceptos y nuevas empresas. Yahoo y Google las fundaron alumnos de Stanford.
- En la actualidad informática, comunicación y biotecnología y, en especial, su convergencia, dominan Silicon Valley.

Es una historia simple, pero imposible de reproducir: concentración de cerebros, de espíritu emprendedor y de dinero en un entorno donde no hay miedo al fracaso empresarial, donde la creación de escisiones es una forma natural de crecimiento y los científicos no tienen miedo a ganar dinero. Y todo ello aderezado por el impulso inversor de los que ya han tenido éxito, que lejos de dedicarse a atesorar y disfrutar su riqueza la vuelven a exponer en aquello que saben. Sin lugar a dudas estamos ante un auténtico círculo virtuoso, el éxito alimenta nuevos éxitos.

Asumiendo que la reproducción de una experiencia tan singular es poco menos que imposible, trataré de resumir alguno de los factores de éxito de Silicon Valley.

- **Intensidad de conocimiento.** Standford y Berkeley emplean a un número ingente de profesores (y de premios Nobel) que forman y educan en los valores empresariales a una mano de obra muy cualificada que está “condenada” al éxito. Standford no es tan sólo una excelente escuela de ingeniería electrónica, también es una gran escuela de negocios. Hoy, además de este origen interno, Silicon Valley atrae mano de obra cualificada de todo el mundo, así como a muchos de los mejores estudiantes de posgrado.
- **Interacción universidad-industria.** No hay tradición industrial ni sectores maduros. Toda la riqueza, que es mucha, se produce por escisiones de equipos de las universidades. Es el paradigma de la nueva economía, si es que existió alguna vez. La tecnología genera

nuevos productos, servicios y necesidades. La relación empresa-universidad es muy dinámica, pues una y otra se necesitan para existir. Las empresas son hijas de la universidad. No existen empresas sin tecnología ni en Stanford hay sitio para teóricos. Las cátedras son demasiado caras como para no tener clientes en el mundo real. El Estado aporta mucho dinero, pero sólo mediante proyectos concretos (muchos de ellos del Departamento de Defensa). El modelo de éxito social es el de un joven doctor en ingeniería, fundador de una empresa y millonario. Una de cada tres empresas la han fundado investigadores, y el 85% de las empresas de California tiene universitarios en su plantilla.

- **Políticas gubernamentales favorables.** En un país donde reina la economía de libre mercado en su esencia más pura, el Estado también interviene, y mucho. Los presupuestos del Departamento de Defensa son tremendos y la trayectoria militarista de los EE UU desde la Segunda Guerra Mundial (Corea, Vietnam, Guerra Fría, Guerras del Golfo...) provee de ingentes cantidades de dinero y de campos de prueba a las nuevas tecnologías. Stanford y su entorno no sólo han conseguido mucho dinero del presupuesto de Defensa, sino que también han sido capaces de diseminar innovaciones militares en el campo civil. Sin embargo, la aportación al presupuesto para la docencia es prácticamente nula, sólo en forma de becas a unos pocos, y brillantes, estudiantes.
- **Capital privado.** Con ser importante el aporte de dinero gubernamental, lo es mucho más el de la iniciativa privada. Los modelos de relación de los fondos de capital riesgo con las empresas son muy variados y sofisticados. Si existe una buena idea, el dinero se puede conseguir. En plena fiebre de Internet, en 2000, se inyectaron 21.320 millones de dólares desde manos privadas. Las cifras ahora son menores, pero igualmente relevantes (unos 8.000 millones de un total de 20.000 en el total de la economía norteamericana).
- **Focalización industrial.** En la actualidad el foco está en la infonanobiotecnología y en su convergencia. De hecho las nuevas oportunidades están en la convergencia de dos o tres de estos campos de la ciencia.
- **Economía de red.** Las empresas, la universidad, los inversores, las administraciones, todos están conectados y saben que el todo es mayor que la suma de las partes. Hay sobreoferta, eficiente, de recursos para lanzar empresas. Y en un entorno muy competitivo e individualista se celebra el éxito de los que lo logran. Aunque todos desean enriquecerse, lo quieren hacer, en general, porque su invención tenga éxito, no a costa de sus colegas. Realmente hay una cultura de cooperación para competir.
- **Voluntad de fertilización cruzada** de disciplinas científicas y tecnológicas, en un intento de rentabilizar las invenciones con el máximo de aplicaciones posibles: convergencia en la investigación y divergencia en la búsqueda de aplicaciones de mercado.

Silicon Valley es, tal vez, el modelo ideal de la economía de mercado. Se ha creado un círculo virtuoso y los resultados positivos atraen mejores ideas y consiguen mejores

resultados. La combinación de elementos positivos con una masa crítica, tanto de conocimiento como de mercado, en un entorno sin aversión al riesgo y con un modelo de éxito social coherente con el estilo de vida de Silicon Valley hace el milagro.

Algunos países han intentado copiar el modelo; otros, como Dinamarca y Japón, tienen “sucursales” en pleno Silicon Valley. No es copiable, pero tal vez alguna idea pueda ponerse en marcha en España.

La diferencia fundamental está en la cultura y el método de trabajo de investigación, más que en los recursos, que también son infinitamente superiores, en especial en lo relativo a la disponibilidad de capital riesgo. Los laboratorios del Stanford Research Institute no basan su capacidad de transferencia de tecnología en grandes equipamientos tecnológicos, sino en la voluntad de obtener aplicaciones prácticas de la investigación (rentabilizar la investigación) y una gestión profesionalizada para conseguirlo. La región es excelente en la aplicación comercial de las nuevas invenciones más que en el propio proceso investigador. El éxito de las oficinas de transferencia en licenciar patentes y crear *spin-offs* ha posibilitado la emergencia de un abundante mercado de capital riesgo, realimentando el proceso de concentración y atracción de talento y ampliando la ola innovadora. Algunas de las innovaciones de ruptura, como el circuito integrado o Internet no han nacido en Silicon Valley, pero allí han encontrado aplicaciones comerciales que, de hecho, han cambiado la historia de la humanidad.

## 2.6 Modelo de I+D+i de los países nórdicos<sup>2</sup>

El modelo alemán se basa en la ciencia en su estado más puro, de la que se destila tecnología que luego se aplica en el mundo industrial. En Estados Unidos la innovación es la llave del éxito social y económico. En los países nórdicos, la I+D+i con financiación pública es la llave para mantener el Estado del bienestar.

Finlandia, Dinamarca y Suecia son países punteros en su sistema social, y también en su decidido esfuerzo por la I+D+i. Son tres países, tres realidades, pero el espíritu es similar: fuerte inversión del gobierno y empresas singulares (Nokia, Ericsson, Volvo) tractoras de todo el sistema.

Los países nórdicos son países de condiciones de vida difíciles tanto por su clima como por su régimen de luz solar. Lejos de casi todo el mundo, cuentan con grandes superficies aisladas cuando no deshabitadas. Tal vez por eso han desarrollado un sistema de solidaridad

<sup>2</sup> Algunos de los datos utilizados para la elaboración de este capítulo provienen de las conclusiones de varias misiones del CIDEM de la Generalitat de Catalunya a la zona.

muy complejo que, además, contribuye al desarrollo de todo el país. Son economías pequeñas en términos absolutos, pero con rentas per cápita de las más elevadas de la OCDE. Si Silicon Valley es el modelo perfecto del modelo capitalista de éxito, los países nórdicos lo son del modelo socialdemócrata ideal.

En relación a la I+D+i, el Estado apoya y contribuye con medios, infraestructura y soporte. Pero antes de entrar en la descripción de cada modelo, demos unas pinceladas iniciales de cada uno de los países:

- **Suecia:** es el país de la OCDE que más invierte en I+D *per cápita*, aunque en los últimos años se ha ralentizado un poco su esfuerzo. En la actualidad se está replanteando la política de innovación, buscando una mayor eficiencia y coordinación. Ericsson y Volvo son motores de la innovación.
- **Finlandia:** con poco más de 5 millones de habitantes, tuvo en 2002 un gasto en I+D cerca de los 5.000 millones de euros, es decir, el 3,5% del PIB. Pero no sólo aporta cantidad. En 2003 Finlandia alcanzó el primer puesto en el *ranking* de competitividad del

---

**Tabla 7. Vinnova: áreas de trabajo prioritarias**

---

TIC	1. Sistemas de telecomunicación 2. Micro y nanotecnologías 3. <i>Software</i>
Servicios	4. e-administración 5. TIC en cuidado sanitario a domicilio 6. Gestión del conocimiento
Biotecnología	7. Farmacia y diagnóstico 8. Oferta biotech 9. Ingeniería biomédica 10. Innovación en alimentos
Industria	11. Productos montados y complejos 12. Madera 13. Embalaje inteligente y funcional
Materiales	14. Materiales ligeros y su diseño 15. Diseño de materiales, incluidos nanomateriales 16. Materiales verdes y energías renovables
Transportes	17. Vehículos innovadores y sistemas de transporte 18. Logística innovadora y sistemas de transporte de cargas

---

World Economic Forum y es reconocido como uno de los centros *high tech* del mundo, siendo líder en comunicación digital, Internet y teléfono móvil. Su modelo de innovación se basa en la apuesta tecnológica (como Silicon Valley). Nokia es un claro motor de innovación.

- **Dinamarca:** la economía danesa es más humilde que las anteriores, pero es fundamental el papel de las instituciones públicas y los centros de investigación en un entorno donde el núcleo de la economía lo constituyen pequeñas y medianas empresas con poca relación entre sí. En Dinamarca destacan tanto el número de organismos como su coordinación

**Suecia.** Está, como se indica anteriormente, desarrollando un programa de eficiencia tras años de liderar el esfuerzo en I+D, con tasas por encima del 4% del PIB. Si a esto añadimos que Suecia cuenta con una elevada renta *per cápita*, nos encontramos con el país del mundo que más invierte *per cápita* en I+D.

Se ha creado una agencia de coordinación, Vinnova, con la misión de estimular el crecimiento sostenible, la competitividad internacional y la investigación aplicada, mediante sistemas de innovación en red, tanto nacional como internacional.

Se han definido 18 áreas de trabajo, tal y como se muestra en la Tabla 7.

Se han definido cuatro plataformas de conocimiento como esenciales para el desarrollo de estas 18 áreas:

- Biotecnología.
- Desarrollo eficiente de productos.
- Aprendizaje y salud laboral.
- Implantación de las TIC.

Sus actuaciones tienen en cuenta varios prerequisites:

- Investigación orientada a la demanda. La oferta es más que suficiente, ahora hay que especializarla según desee el mercado.
- Disponibilidad de los perfiles adecuados.
- Mercado laboral flexible y vida laboral sostenible.
- Capital riesgo.

- Infraestructura de transporte y efectividad de las TIC.
- Incentivos.

En Suecia hay muchos ejemplos de fomento del I+D+i, pero, tal vez, la ciudad de la ciencia Kista es un referente que merece la pena analizar.

Kista es una concentración de empresas ubicada a las afueras de Estocolmo, focalizada en *wireless*, banda ancha y sistemas móviles. Es la plasmación del cambio de la visión sueca de la creación de parques científicos tradicionales hacia una visión de creación de ciudades de la ciencia.

Kista nació de la nada. Hace 30 años Ericsson decidió instalar en esta ciudad parte de sus actividades, y poco a poco se ha ido desarrollando un tejido de empresas innovadoras con una excelente relación con la universidad. De un paisaje marcado por granjas e instalaciones militares, se ha pasado a crearse una auténtica ciudad del siglo XXI. Sufrió con bastante virulencia la crisis del sector TIC, pero IBM, Ericsson y Microsoft se quedaron y contribuyeron a la consolidación de Kista. Hoy esta ciudad cuenta con más de 28.000 trabajadores, 650 compañías (más de 250 TIC) y con un fuerte ritmo de crecimiento (más de 50 compañías de TIC cada año). Actualmente el 80% de TIC de la economía sueca está en Kista. Por eso se ha rebautizado como Wireless Valley.

La gran transformación social que se persigue es lograr que vivan en la ciudad más de 12.000 estudiantes (ahora ya viven 3.000), y que poco a poco las familias de los científicos y trabajadores se trasladen allá.

La fundación que coordina Kista agrupa la universidad, las empresas y la administración (el ayuntamiento). Lo que es más novedoso es que la fundación obtiene opciones de acciones de las empresas a las que da soporte y éstas comienzan a ser una relevante vía de ingresos.

Los programas de soporte no son mucho más sofisticados que los españoles, pero cuentan con muchos recursos (que en gran medida salen del erario público). Pero, sobre todo, ha realizado un cambio cultural en las etapas primeras de formación y ha logrado mejorar la formación e incentivar y apalancar el espíritu emprendedor.

Es cierto que Volvo y Ericsson han servido de tractores, pero hoy son casi un riesgo por una posible deslocalización. Por eso se está realizando una enorme apuesta por la innovación y por la política industrial de *clusters*, apoyada por todos los grupos políticos. Esto permite lanzar programas de largo plazo (diez años) impensables en el sur de Europa. Dado que se busca un cambio cultural, el largo plazo es imprescindible.

El sistema sueco de innovación está muy fragmentado para lograr una mayor cercanía a las industrias, por lo que las plataformas de coordinación son imprescindibles.

Los programas presentan varias características en común:

- Creación de entornos innovadores.
- Basados en triple hélice (empresa, universidad, administración).
- Larga duración.
- Formación y aprendizaje.
- Crecimiento sostenible y competitividad internacional.
- Regiones funcionales. Las actuaciones se aplican a regiones económicas y no políticas.

Estos programas son marcos relativamente generales y las solicitudes de los proyectos se aprueban de forma específica.

**Finlandia.** Para entender el éxito de este país es necesario recordar que Nokia significa el 3% del PIB del país, el 20% de las exportaciones y el 40% del gasto en I+D.

Pero pese a esta concentración, no cabe duda de que Finlandia es un modelo de éxito en el ámbito de las políticas tecnológicas y de innovación. Los principales elementos que caracterizan el caso finés son:

- Apuesta decidida por el fomento de la investigación e innovación como elemento clave de crecimiento económico y de incremento del bienestar desde principios de los años noventa, saliendo así de una fuerte recesión. Esta apuesta se materializó en un importante volumen de fondos públicos y en la definición de políticas de largo plazo, así como en la priorización de sectores y en la definición de *clusters*.
- Visión común, definición de competencias y coordinación entre los organismos encargados de la política científica y tecnológica por el Science and Technology Policy Council of Finland, responsable de la coordinación y el desarrollo estratégico de la política científica y tecnológica.
- Fomento de la cooperación entre los agentes de la innovación. Finlandia es el país con el mayor número de proyectos cooperativos en I+D. Esta cooperación es tanto entre empresas, en especial las grandes con las pequeñas, como con la universidad y los centros de investigación. De igual modo se estimula la cooperación internacional.

**Dinamarca.** Es el país nórdico menos desarrollado en este campo, pero como veremos también se pueden sacar lecciones de las políticas de este país.

La economía danesa se caracteriza por pequeñas y medianas empresas, con poca relación tradicional con instituciones públicas y centros de investigación. Para incrementar su competitividad, el Ministerio, a través del Grupo de Innovación, tiene cuatro objetivos principales:

- Incremento de la movilidad e interacción entre el mundo de los negocios, las universidades y otros centros de conocimiento. Los “doctores industriales”, investigadores formados en entornos de negocio reales, son la iniciativa más representativa.
- Impulso a los emprendedores de alta tecnología.
- Acceso al conocimiento tecnológico por parte de las empresas.
- Estandarización.

Dinamarca apuesta por el desarrollo del sector biomédico y de las TIC. El apoyo por vía de estímulo fiscal es potentísimo: se puede desgravar hasta el 150% de la inversión en I+D.

## 2.7 Colaboración empresa-empresa

Los modelos alemán, escandinavo y norteamericano de cooperación entre la universidad y las empresas son distintos, pero parecen ser, cuando menos, más eficientes que el español. Pero no es sólo esta colaboración la que hace que fuera de nuestras fronteras se sea más eficiente. Existen buenos ejemplos de colaboración entre empresas, algo poco frecuente en España.

En Alemania las organizaciones sectoriales son también un motor de innovación. Un buen ejemplo, de nuevo, lo encontramos en el sector del automóvil.

La VDA (Verband der Automobileindustrie) es una asociación que engloba tanto a fabricantes de vehículos como a proveedores de componentes. Esta asociación, además de realizar un importante papel de *lobby*, tiene una potente comisión técnica que identifica problemas comunes a la mayoría de las empresas y les concede prioridad. Así se establece un presupuesto para iniciar actividades de investigación que permitan encontrar soluciones y/o respuestas a dichos problemas comunes. Todas las compañías de la VDA se benefician de los resultados obtenidos, hayan o no participado en esta comisión. Por tanto, la asociación persigue la potenciación de la industria alemana, más allá de la competencia entre sus asociados.

Esta asociación nacional se complementa con otras regionales. Un buen ejemplo de ello es Baika, la asociación del automóvil de Baviera, que se incardina en una muy interesante

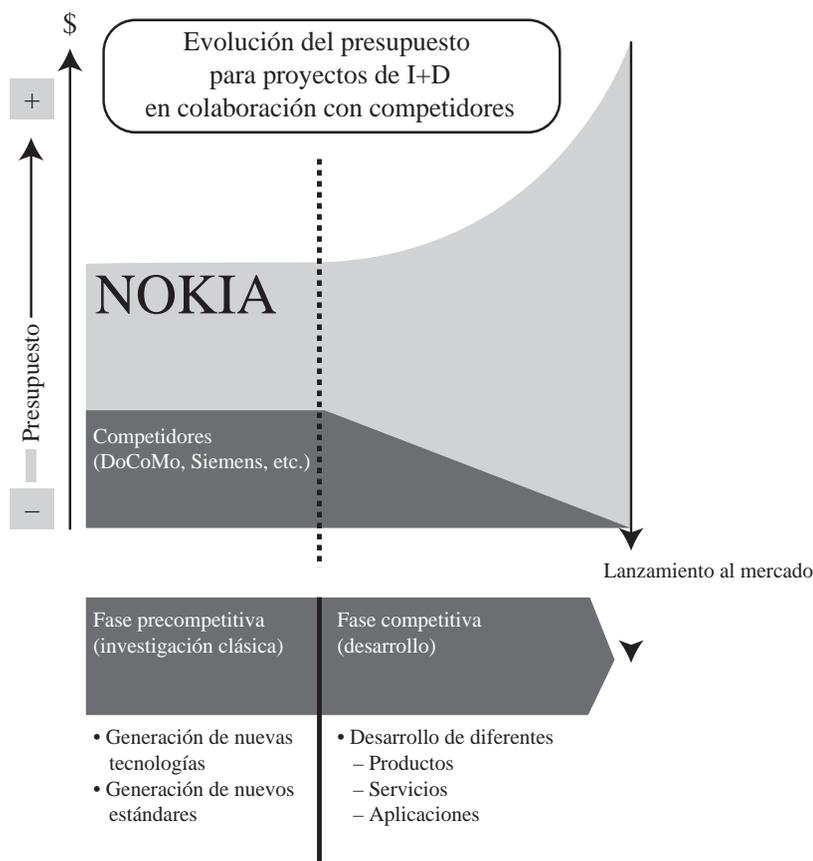
iniciativa del gobierno bávaro, Bayerische Innovative, un ejemplo de colaboración entre empresas con apoyo de la administración local.

A través de las asociaciones industriales sectoriales, las empresas son capaces de hallar puntos de interés común donde iniciar actividades de investigación, que, de otra forma, no se iniciarían por las limitaciones de presupuesto.

Las asociaciones sectoriales y los *clusters* territoriales pueden ser una herramienta muy eficaz para lograr que empresas de tamaño medio logren rentabilizar sus inversiones en I+D+i.

El mundo de la telefonía móvil nos muestra otro excelente ejemplo de cooperación entre empresas. Durante la fase precompetitiva, Nokia busca a socios de investigación para actividades de investigación conjunta (Gráfico 18).

**Gráfico 18. Modelo Nokia de colaboración entre empresas**



De esta forma Nokia y los socios de investigación logran:

- Generar conocimiento.
- Influir en nuevas regulaciones/estándares.
- Generar *momentum*.
- Lanzar al mercado nuevas tecnologías.

No deja de sorprender el número de ingenieros superiores graduados en los últimos años, entendiendo que esta es la carrera que más puede acercar la tecnología a la economía. España es el cuarto país europeo en número de ingenieros superiores licenciados en el quinquenio 1995-2000, y el tercero en densidad de estos profesionales, es decir, en número de ingenieros superiores por cada millón de habitantes, sólo superado por Francia y Suecia.

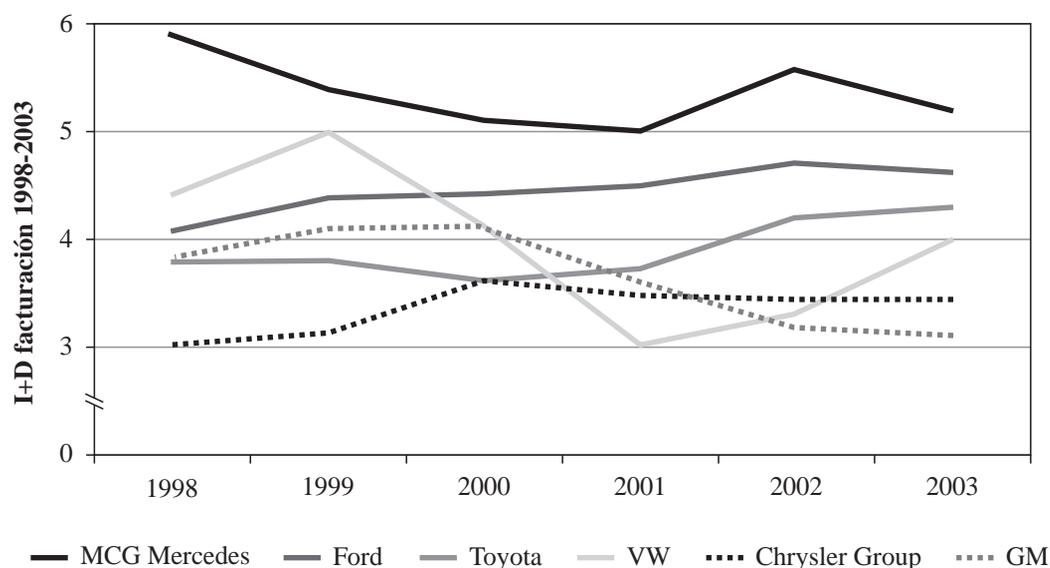
## 2.8 I+D+i en el sector del automóvil

El sector del automóvil es un sector maduro, pero es uno de los motores industriales de Europa. Las cifras que año tras año recoge la asociación europea de fabricantes (ACEA) muestran su relevancia para la economía del continente:

- Empleo directo: 2 millones.
- Empleo indirecto: cerca de 12 millones.
- Inversión en I+D: 20.000 millones de euros (5% de la facturación).
- Ingresos fiscales generados: 340.000 millones de euros.

Si los datos agregados son importantes, el esfuerzo en I+D+i (Gráfico 19) realizado por las principales empresas europeas del sector en 2004 es realmente impresionante:

- Daimler Chrysler: 5.600 millones de euros.
- Volkswagen: 4.100 millones de euros.
- Robert Bosch: 2.700 millones de euros.
- BMW: 2.600 millones de euros.
- PSA: 2.100 millones de euros.

**Gráfico 19. Esfuerzo en I+D+i de los fabricantes de automóviles**

De este sector pueden extraerse algunas lecciones interesantes que, tal vez, sean útiles para el sistema español.

La primera es, sin duda, el valor estratégico que se le confiere a la innovación. Los fabricantes y los proveedores saben que la única forma de garantizarse un lugar en el futuro es invirtiendo en I+D+i, sea cual sea el ciclo económico.

La media de la inversión en I+D+i del sector es del 4% en el mundo y del 5% en Europa y, como se puede ver, es relativamente estable sea cual sea el momento del ciclo económico, pues todo el sector entiende que sin inversiones en nuevos productos no hay futuro. Santana Motor y Rover son dos excelentes ejemplos; las empresas continuaron operando sin invertir en nuevos productos, pero su continuidad se quebró al tener que renovar su gama de productos. Sin llegar a los extremos de poner en riesgo la continuidad empresarial, la actual crisis de FIAT se debe fundamentalmente a no haber invertido en nuevos desarrollos en el momento en que era necesario.

La innovación se realiza, por tanto, para renovar la gama de productos. Cada vez se acorta más su ciclo, su vida útil, y se incrementan las variedades y opciones. El esfuerzo en el desarrollo es creciente, y vital para el éxito empresarial.

Si la inversión es necesaria para los fabricantes, también lo es para los proveedores de componentes, invirtiendo en I+D+i un importante porcentaje de su facturación:

- Robert Bosch: 12,0%-4.500 empleados en el área de I+D+i.
- Siemens VDO: 9,1%-2.000 empleados en el área de I+D+i.
- Visteon: 5,0%-2.500 empleados en el área de I+D+i.
- Valeo: 6,1%-2.600 empleados en el área de I+D+i.

Los proveedores, en general, invierten para defender su posición competitiva y ganar terreno a los competidores.

El automóvil es un inversor muy relevante en I+D+i. Por ser una industria madura, sometida a tremendas presiones de coste, busca sobre todo ser eficaz. Para ello se mueve en tres ejes fundamentales, que conforman siete tendencias:

**Red integrada de I+D+i.** Las grandes multinacionales tienen una visión integrada de sus recursos de I+D+i, estén o no centralizados. Se trata de evitar que dos centros trabajen en lo mismo sin estar coordinados. Por tanto, una red integrada supone:

- Especialización de centros de I+D+i: lograr economías de escala por gama de producto.
- Visión global: localización de algunos centros de ingeniería en mercados emergentes.

**Reorganización.** Dado que los recursos empleados son abundantes, se trabaja constantemente en optimizar su organización, lo que supone:

- *Front-loading*: anticipar problemas y decisiones a las etapas iniciales, cuando los cambios son más baratos tanto en coste como en calidad.
- Soporte de las capacidades de electrónica: refuerzo de las nuevas tecnologías en toda la organización.
- Adaptación a los clientes: estructura organizativa que trata de ser reflejo de la de los clientes.
- *Make or buy*: el sector de la automoción hace uso intensivo de las capacidades externas, sea de proveedores, sea de centros públicos (universidades, centros tecnológicos, etc.).

**Selección de actividades core** en las que invertir en competencias propias. En las áreas no estratégicas se subcontrata o se trabaja en colaboración. Por tanto:

- Integración de proveedores: evitar duplicar el trabajo de I+D, usando las capacidades de los proveedores.

Además de estas tendencias de futuro, hay unos valores “clásicos” en el desarrollo de nuevos productos en el automóvil que pueden ser útiles para impulsar la eficiencia en el sistema de I+D+i español. Entre ellos pueden destacarse:

- **Gestión de proyectos.** Los proyectos en automoción son, por propia naturaleza, complejos. Hay muchas empresas implicadas, se trabaja en paralelo, los proyectos abarcan muchas tecnologías y funciones diversas. Por ello es fundamental una gestión del proyecto rígida soportada por una sólida metodología.
- **Shelf-engineering.** Se trata de desacoplar, en la medida de lo posible, la I de la D, la investigación pura del desarrollo. Así se logra evitar la introducción de tecnologías inmaduras en nuevos productos.
- **Uso de herramientas avanzadas.** El automóvil ha sido pionero en el uso de herramientas sofisticadas en el desarrollo de nuevos productos tales como el Diseño Asistido por Ordenador o los prototipos virtuales. Es decir, ha estado abierto al uso de herramientas que aceleran y optimizan el desarrollo, tratando de mecanizar las tareas menos sofisticadas.

## 2.9 I+D+i en el sector de farmacia y biotecnología

Si el sector del automóvil es protagonista de un gran esfuerzo en I+D+i, el sector de farmacia y biotecnología no le anda a la zaga, como lo demuestra el gasto en I+D+i realizado por las primeras empresas del sector en 2004:

- Glaxo Smith Kline: 4.000 millones de euros.
- Aventis: 2.900 millones de euros.
- Astra Zeneca: 2.700 millones de euros.
- Sanofi-Syntelabo: 1.300 millones de euros.
- Boehringer Ingelheim: 1.200 millones de euros.

En este sector no se trata de renovar la gama de productos, como en el automóvil, sino de lanzar nuevas especialidades antes que la competencia. De esta forma, y gracias a la protección de las patentes, se consigue un diferencial de precio durante un periodo de tiempo, pues las administraciones tienden a fomentar el uso de genéricos una vez pasado un periodo de tiempo razonable para rentabilizar la inversión. Por tanto, el éxito en la investigación es, de nuevo, éxito empresarial. Su relevancia es tal que los grandes laboratorios invierten una

media del 15% de la facturación anual en I+D+i, siendo el 12% lo que invierte la media de la totalidad del sector.

Los plazos de desarrollo son, todavía, más largos que en el mundo del automóvil, pues al periodo de investigación en sí mismo se le añade un largo proceso de prueba hasta lograr la aprobación y homologación por las autoridades sanitarias. En farmacia no se admiten fallos, pues estos tendrían influencia directa en la salud de las personas. El proceso de desarrollo de una nueva especialidad puede llevar unos quince años, de los cuales unos seis son para la fase preclínica, siete para la fase clínica y dos para la homologación.

Tal vez la característica más relevante de la investigación en farmacia sea su especialización. Hay empresas y entidades especializadas en una u otra fase del proceso, dándose el caso de laboratorios que concentran su esfuerzo en un limitado número de especialidades y fases. A su vez, la relación con la universidad es muy frecuente, siendo una relación fluida y enriquecedora para ambas partes. De nuevo aparece la cooperación entre empresas y entre estas y la universidad.

Esta especialización lleva a la creación de multitud de relaciones entre distintas entidades de índole público y privado. De nuevo la gestión de proyectos y la adecuada combinación de *make or buy* son esenciales para el éxito de un proyecto.

En la investigación farmacéutica tal vez lo más complicado sea el abortar proyectos. En automoción (casi) todo proyecto que comienza termina con un vehículo en el mercado. No es el caso de la industria farmacéutica. El investigador se enfrenta a problemas no resueltos hasta ese momento y puede iniciar líneas de investigación que no logren el más mínimo éxito. Por tanto, la tarea de control y el concepto económico de la investigación es, probablemente, lo que distinga los laboratorios eficientes de los que no lo son.

La eclosión de la biotecnología o de la medicina regenerativa ha puesto de moda el sector y ha dado cabida a nuevas herramientas. De nuevo la informática se está utilizando masivamente para acelerar los procesos y simular reacciones. Por tanto, el uso de tecnología avanzada es también un elemento común con la industria del automóvil.

## 2.10 I+D+i en el sector TIC

Las tecnologías de la información y de la comunicación están cambiando nuestro entorno. La eclosión del PC y su popularización ha cambiado el día a día de las empresas y de los centros de investigación. Gracias a los ordenadores todo es más próximo y más rápido. Y las comunicaciones han hecho que todo sea inmediato y accesible. La popularización de Internet y la telefonía móvil están marcando estos últimos años en los que, de nuevo, se abre una

nueva brecha entre los (pocos) países desarrollados y el resto, ya que el acceso al conocimiento se está simplificando notablemente en los países desarrollados y en el resto las barreras siguen siendo prácticamente insuperables para la mayoría de la población. A largo plazo la combinación eficiente de innovación, inversión y producción de bienes TIC es fundamental para lograr el crecimiento sostenido de una economía. Por eso, también las administraciones tratan de potenciar su uso mediante el desarrollo de lo que se denomina Sociedad de la Información.

Es de señalar que, como en casi todas las revoluciones, España ha comenzado tarde. No es lo nuestro subirnos a un tren cuando arranca, parece que somos expertos en subirnos a los trenes en marcha y, en general, no lo hacemos mal.

Según datos del Banco de España para 2003, las ratios de la sociedad de la información española no son las mejores:

- El gasto en tecnologías de la información fue del 1,8% del PIB, frente al 3% de media en la UE y el 4,6% en Estados Unidos.
- Traducidos los porcentajes previos a euros *per cápita*, en España el gasto anual *per cápita* en tecnologías de la información fue de 338, 700 en la Unión Europea y 1.412 en Estados Unidos.
- En 2003 sólo el 25,2% de los hogares tenía acceso a Internet en España, 45,1% en la Unión Europea y más del 50% en Estados Unidos.

Es decir, el punto de partida no es bueno. Por eso es de entender, y de aplaudir, el esfuerzo de la mayoría de las administraciones autonómicas y de la administración central en potenciar nuestra sociedad de la información.

Es la innovación en el sector TIC lo que ha hecho posible el milagro de Silicon Valley, así como el crecimiento económico casi milagroso de finales de los noventa en Estados Unidos. La nueva economía es innovación TIC. Y finalmente no puede olvidarse que gran parte del crecimiento económico de los países nórdicos se debe a innovación en el sector TIC.

En la actualidad TIC se asocia a innovación. Informática y comunicaciones son los ejes de la economía del siglo XXI. Pero este sector tiene una característica diferencial. Hay sitio, mucho sitio, para empresas pequeñas. IBM, Microsoft o Nokia son los gigantes del sector, que invierten cantidades ingentes de dinero en I+D+i. Competir con ellos es prácticamente imposible. Pero en este sector el futuro está por descubrir y las innovaciones rompedoras suelen provenir de empresas pequeñas o de universidades.

La telefonía sobre IP tiene su máximo exponente en Skype, una empresa con sólo una facturación de 5 millones de dólares y que se compró por 5.000. El motor de Windows Media Player lo realizó un español mientras estudiaba en Stanford. El algoritmo de compresión multimedia que ha revolucionado la industria discográfica (MP3) es el fruto de la investigación de un matemático en una universidad de Alemania del Este. Los ejemplos son numerosos y sirven para una cosa: la carrera de la innovación en TIC no la va a ganar el más grande ni el más rico, sino el más ingenioso y perseverante. El resultado final puede ser que IBM, Microsoft o Nokia, entre otros, compren la innovación, pero por el camino se puede desarrollar una microempresa en una empresa mediana que puede hacer millonarios a sus fundadores.

Telefónica es una de las mayores compañías mundiales en su sector. En su entorno deberían generarse multitud de microempresas que realizasen innovación aplicada. Lamentablemente esto no es así. Una de las causas puede ser que los clientes de Telefónica no son, en general, pioneros en aplicaciones, como sí lo pueden ser los de Vodafone o las compañías niponas. Pero es mucho más probable que sea una cierta falta de espíritu emprendedor la que explique este fenómeno.

El modelo de trabajo en red es una herramienta imprescindible para el desarrollo de la innovación en este sector. Hoy en día empresas españolas colaboran con otras ubicadas a miles de kilómetros de aquí en tiempo real, lo que muestra la capacidad de estas tecnologías para romper barreras hasta ahora insalvables.

Hay dos características intrínsecas a la innovación en el sector TIC que pueden ser muy útiles para el sistema de I+D+i español en su conjunto:

- Posibilidad de innovar en empresas pequeñas. Las empresas de automoción, las farmacéuticas, las químicas, necesitan una dimensión mínima para poder innovar. Las empresas TIC no requieren una dimensión mínima. Muchas de las grandes ideas del sector nacen de microempresas. Google, Napster y Skype son innovaciones muy relevantes que, además, han hecho multimillonarios a sus creadores.
- Agilidad y volatilidad. Las empresas de este sector nacen, crecen, se fusionan, se escinden y desaparecen con gran celeridad. Es un sector donde el miedo al fracaso es mucho menor. Tal vez la intangibilidad de los activos de estas empresas hace que su transformación sea más sencilla que en otros sectores.

En resumen, se necesitan emprendedores más que sabios.

### 3. Valores a aplicar de los casos de referencia

Suecia no es California, ni Estados Unidos Alemania. Por eso no existe un modelo universal de éxito aplicable en todos los entornos. Y por eso no se puede pretender recrear en España ningún modelo externo para mejorar la eficiencia del sistema de I+D+i. Pero se pueden buscar elementos comunes que adaptados convenientemente pueden dar buenos resultados.

Los casos descritos en el capítulo anterior son, pretendidamente, variados, pero se pueden extraer varios elementos comunes.

- **Reconocimiento social:** en Suecia, Alemania o California ser científico o investigador de éxito tiene un reconocimiento social diferente a serlo en España. En Estados Unidos ser científico de éxito implica, antes o después, ser un empresario de éxito. No hay ciencia teórica, hay emprendedores con sustrato científico. Bill Gates es un empresario que nace del conocimiento. Y en Alemania el doctorado es garantía de éxito profesional. Los títulos académicos se exhiben con orgullo hasta en el pasaporte. No es extraño ver nombres precedidos de todos los méritos académicos. Por ejemplo, el presidente del Consejo de Vigilancia del Grupo Volkswagen es el Hon. Prof. Dr. techn. h. c. Dipl.-Ing. ETH Ferdinand Piech, según reza en la memoria anual del fabricante alemán de automóviles.
- **Relación empresa universidad:** de nuevo los modelos exteriores no son iguales, pero todos tienen en común el sentido práctico de las universidades, sea porque las empresas son grupos emanados de la propia universidad, como en Estados Unidos, sea por la existencia de instituciones de intercambio potentes y bien definidas, como en Alemania. Para las empresas colaborar con la universidad es práctico y rentable, y para la universidad es positivo colaborar con las empresas. La movilidad de los profesionales de la universidad a la empresa y viceversa es muy sencilla, cuando no incentivada.
- **Modelo de red:** el tercer elemento común a los modelos de éxito es el desarrollo de modelos de relación entre empresas. Los *clusters* o distritos productivos son un elemento en común en todos los casos. El éxito aislado sólo es posible si las compañías tienen una dimensión prácticamente imposible de alcanzar en el mercado español. Por ello el desarrollo de modelos de red es prácticamente una necesidad.
- **Proximidad de la investigación al mercado:** los referentes de éxito en la I+D+i también tienen en común su orientación práctica. No hay lugar en el momento económico

actual para la teoría pura. La investigación tiene que responder a necesidades reales de la sociedad o de lo contrario la distancia entre la investigación y la economía será insalvable.

- **Impulso de las administraciones:** en todos los modelos de éxito el papel de la administración es muy relevante, de forma explícita o no. En Europa la administración interviene como impulsor sin rubor. El modelo social de mercado asume que el Estado inyecta recursos públicos en el sistema de I+D+i. En Estados Unidos, con un capitalismo más puro, el Estado también invierte con programas concretos en las áreas de defensa, espacio o biotecnología. No aporta dinero estructural, pero sí con objetivos finalistas y, a fin de cuentas, el aporte de fondos de la administración norteamericana es superior a la aportación europea.

Dinero, mecanismos y cultura. No parece una fórmula muy compleja, pero en realidad se trata de cambios de largo plazo a los que, de momento, nuestro país no es muy aficionado. Cualquier plan de relanzamiento de la I+D+i debería revestirse del adjetivo “de Estado” para garantizar un horizonte estable para, por lo menos, diez años.

## 4. Conclusión: las propuestas concretas

En el primer capítulo se han analizado varios indicadores de la I+D+i nacional y la principal carencia identificada en el tejido español es la puesta en valor del esfuerzo en innovación. Poco a poco se invierte más dinero, el esfuerzo es mayor, pero los resultados no son todavía alentadores. La rueda de transmisión entre esfuerzo y resultado no acaba de arrancar. Seguimos siendo un país con una enorme diferencia entre la realidad macroeconómica y los resultados en I+D+i.

Caben dos lecturas:

- Al modelo económico español no le hace falta invertir en I+D+i. Tenemos una economía de presente, mañana será otro día. En parte es cierto. Nuestros motores de crecimiento son el consumo, la construcción y el turismo, sectores donde el porcentaje de I+D es escaso y la innovación se centra en los modelos comerciales. Además, el tipo de construcción que hace mover nuestra economía no requiere, por ejemplo, ni de desarrollo de nuevos materiales ni de aplicaciones domóticas. El esfuerzo en I+D+i se aplica, en general, en sectores que no mueven la economía real.
- La economía ha crecido más rápido de lo que se ha modernizado. Ha engordado, pero no ha desarrollado músculo. No es, todavía, capaz de digerir el esfuerzo inversor en I+D.

Sea por la causa que sea, tenemos un presente económico bueno y hemos de invertir en el futuro. La bonanza económica con el origen actual no puede prolongarse indefinidamente, y es necesario invertir en futuro, para lo que debemos construir un sistema que sea eficiente en el uso y la aplicación de esa inversión.

Pero no nos enfrentamos sólo ante un problema de eficiencia, ante un problema más o menos técnico. También nos enfrentamos a un problema cultural. El enriquecimiento rápido, el éxito a corto plazo son valores que predominan en nuestra sociedad. Y el mundo de la ciencia se quiere aislar de esos valores de corto plazo y casi parece que lo económico le moleste. Las universidades pelean por un presupuesto, pero pocos departamentos tratan de crear sus propias empresas. Economía y ciencia parecen estar absolutamente separadas. En España no nos creeríamos a los Bill Gates, Steve Jobs o a los fundadores de Google. Incluso a los que en España hicieron dinero rápido con los portales de Internet los catalogamos como simples especuladores sin distinguir a los que sí lo fueron de los empresarios con visión. En consecuencia, la gran mayoría de estos empresarios, aunque existen

honrosas excepciones, han dejado de invertir en el sector TIC en parte porque no se valoraba su éxito en un país donde, por ejemplo, una gran parte de los presidentes de clubes de fútbol, personas muy reconocidas por el gran público, han hecho grandes fortunas en tiempo récord. Parece que innovación y éxito económico son conceptos incompatibles.

Finalmente, la universidad española tal y como la conocemos hoy, con su autonomía y su democracia interna, es una institución relativamente joven, que ha tenido que crecer rápido, y la mejor forma de hacerlo ha sido de forma endogámica. La universidad tiene poco contacto con la economía real y a los profesionales de la universidad no les sirve de mucho para sus carreras académicas el trabajar para la industria privada. El organismo que debería servir de puente estructural entre la universidad y las empresas, el CSIC, es una prolongación del mundo universitario, centrado en la investigación pura y sin vocación empresarial.

A modo de resumen nos encontramos con barreras de tres tipos:

- Culturales. No hay un reconocimiento social para la investigación aplicada.
- Económicas. Invertir en actividades de corto plazo es mucho más rentable que en la de largo plazo.
- Académicas. No hay definidos puentes estructurales entre la universidad y las empresas. Los caminos de investigación de una y otra son paralelos y no se cruzan con facilidad.

Son causas, por tanto, muy arraigadas tanto en la sociedad como en las personas y de difícil solución en el medio plazo. Pero en el fondo todos estamos genuinamente convencidos de que necesitamos cambiar la tendencia. Lo demuestra el que el incremento de esfuerzo del Estado en I+D+i en el presupuesto para 2006 es del 25%, y ninguna fuerza política se ha opuesto a este incremento. Es cierto que recientemente algún representante de asociaciones empresariales ha propuesto centrar la competitividad en el mantenimiento de bajos salarios, pero, felizmente, son voces aisladas sin apoyo ni de empresarios ni de la administración. Apostar por salarios bajos es simplemente renunciar al progreso social de un país.

Asumimos que nunca seremos Alemania, Japón o Estados Unidos ni por tamaño de mercado ni por tradición. Pero deberíamos pensar qué tienen Irlanda o Finlandia que no tenga ya no España, sino alguna de nuestras comunidades autónomas. Si Finlandia ha sido capaz de impulsar una economía rural y nómada en un territorio francamente difícil hacia el siglo XXI, ¿por qué no España? En el mundo hay muchos ejemplos próximos en los que nos podemos mirar, no sólo Alemania, Japón o Estados Unidos.

Este estudio concluye proponiendo diez áreas de trabajo para tratar de mejorar la situación actual. Diez áreas que no son ninguna fórmula mágica, pero que pueden contribuir a realizar este cambio necesario. Tratan de cubrir aspectos de oferta, demanda y estructura estratégica.

1. Definición de una **visión estatal de la I+D+i**, identificando las líneas de investigación con futuro donde España puede ser líder para tratarlas con preferencia. España no puede aspirar a todo. En una economía tan abierta como la actual sólo tiene sentido intentar ser competitivo internacionalmente. No se puede inventar aquello que ya lo está, pues siempre encontraremos alguien mejor fuera de nuestras fronteras. También se debe dar prioridad a aquello donde hay mercado, la innovación que es realmente demandada por la economía real. Finalmente, el tercer elemento de priorización debería estar relacionado con los recursos o la realidad ya existentes. No se trata de dirigir la economía, no es ese nuestro modelo, pero sí de influir en ella. En un entorno de recursos limitados sólo cabe marcar prioridades.

Un plan de focalización de I+D+i debe realizarse con mucho cuidado y considerando todas las variables, pero no es muy difícil identificar áreas en las que de forma natural España podría invertir más de lo que hace, bien por contar con recursos, bien porque las empresas tractoras españolas pertenecen a esos sectores.

Sirvan las siguientes líneas como una simple lista no exhaustiva:

- Energías renovables: solar, eólica y de las mareas, biodiésel y otros combustibles renovables, industrialización de células de combustibles...
- Aplicaciones de la construcción: uso de materiales reciclables, domótica, uso de nuevos materiales...
- Optimización del ciclo del agua: desalinizadoras, depuradoras, almacenamiento avanzado del agua de lluvia...
- Medios de transporte ecosostenibles: potenciación de vehículos híbridos y con uso de la energía solar u otra energía renovable.
- Telecomunicaciones: desarrollo de la TDT, convergencia de plataformas.
- Ciencias del lenguaje: traductores automáticos.

2. Potenciar **economías de red** desarrollando entidades de colaboración entre empresas, universidades y centros tecnológicos. Silicon Valley, Kista City, Baika... son modelos de excelencia de las economías de red. En un mercado reducido, con empresas de un tamaño mediano o pequeño, la escala necesaria para invertir en I+D sólo se puede conseguir sumando esfuerzos de más de una empresa. Los límites de la empresa se quedan pequeños y por eso debe entenderse que colaborar para competir es el mejor esquema.

El asociacionismo no está, en general, en los genes de las empresas y empresarios españoles, por eso la chispa que inicie este tipo de asociaciones y de relaciones debe provenir,

en la mayoría de los casos, de las administraciones y de las instituciones más próximas, es decir, ayuntamientos y comunidades autónomas. Distritos productivos o *clusters* son una excelente vía para optimizar el uso de los recursos.

Estas asociaciones sectoriales territoriales en ningún caso se contraponen a las asociaciones empresariales nacionales. No se trata de descentralizar el poder, sino de optimizar los recursos.

3. **Coordinación autonómica** de las políticas de apoyo, tanto de oferta como de demanda, y en especial de los centros tecnológicos públicos. España es un país relativamente joven en su estructura política actual. Poco a poco ha ido completando un proceso de descentralización política y administrativa, aunque gran parte de la realidad económica se ha centralizado más de lo que estaba anteriormente.

Este proceso de descentralización, aún inacabado y con algún complejo para reconocer que el Estado español tiene una estructura pseudofederal, conlleva, necesariamente, ineficiencias. Ahora es necesario realizar un ejercicio de coordinación para evitar despilfarros. Si decimos que las empresas deben colaborar para que la suma sea superior a las partes, las administraciones, en especial las autonómicas y la estatal, deben realizar también un ejercicio de coordinación. No tiene sentido invertir dos, tres o cinco veces en instalaciones que luego están infrautilizadas. No tiene sentido que ocho comunidades autónomas identifiquen la aeronáutica como un área de desarrollo prioritario, cuando el mercado europeo sólo tiene una empresa, EADS. No tiene sentido pensar que en nuestro pueblo debe estar ubicada tal o cual instalación singular.

De igual forma que el sistema sanitario ha tenido que coordinarse para evitar la bancarrota, los organismos impulsores de I+D+i también deberían coordinarse. Un país federal sin complejos como es Alemania tiene centenares de organismos coordinadores (por cierto ubicados a lo largo y ancho de toda la geografía germana). Y la Sociedad Fraunhofer, sociedad totalmente descentralizada, cuenta con un organismo coordinador para buscar la eficiencia del gasto presupuestario.

4. Definición de un programa de **aproximación entre los intereses de las universidades y las empresas**, considerando introducir los méritos empresariales en los currículos de los docentes. No es bueno que las carreras docentes y empresariales sean excluyentes. Debe haber posibilidad de cambiar de un entorno a otro sin renunciar ni a retribución ni a carrera. No es bueno que un catedrático de ingeniería no haya pisado una fábrica en su vida ni que un responsable de I+D no pise la universidad desde su graduación.

Programas como los de los doctores industriales de Suecia o carreras docentes como las alemanas son modelos que, con las correspondientes adaptaciones, pueden plantearse en España. Sería muy positivo que para acceder a una cátedra de carreras como ingeniería,

arquitectura o medicina se demuestre una experiencia relevante en la industria privada, además de los méritos fundamentalmente académicos.

Apuntemos tres iniciativas en este sentido:

- Previo a conseguir el grado de ingeniero, arquitecto, farmacéutico o doctor en medicina, los estudiantes deberían cursar periodos de prácticas en empresas. Por ejemplo, los dos últimos años de estas carreras podrían intercalarse con prácticas. Es decir, el estudiante cursaría un año lectivo en la universidad, el siguiente en prácticas en una empresa, el siguiente de nuevo lectivo y uno nuevo en una empresa, tras el cual pasaría un examen de graduación o entregaría un trabajo. El modelo económico no es simple, pero el ejemplo alemán demuestra que es posible.
- El modelo de doctores industriales suecos se puede implantar en España. Este modelo consiste en poder lograr el título de doctor realizando investigación aplicada en empresas en combinación con cursos de doctorado teóricos.
- Para el acceso a catedrático en carreras técnicas debe establecerse un baremo de puntuación donde los méritos profesionales tengan la misma validez que los académicos puros.

Aparece aquí una problemática organizativa que comienza a dejarse sentir. ¿Tiene sentido unificar universidades con industria en un único ministerio? En teoría sí, pero con muchísimo cuidado y al mando del mismo tiene que estar un industrialista, no un universitario, alguien que haya vivido la realidad empresarial, no la académica. El fracaso de la implantación del Ministerio de Ciencia y Tecnología que abrió una etapa negra en el soporte de nuestra industria es un buen ejemplo. Las teorías que seguro que triunfarán en la segunda mitad del siglo XXI no pueden implantarse así como así hoy. Una gran parte de los puestos de trabajo de hoy en día requieren la cualificación que requieren y la economía no puede transformarse en un solo día. Por tanto, tan importante como el modelo es el plan de transición.

5. Fomentar el **registro de las patentes** y el acceso a sistemas internacionales. También la innovación debe poder medirse y protegerse. Un elemento del cambio cultural necesario tiene que ver con el propio respeto al trabajo intelectual. Un cambio positivo sería que los currículos de los profesores de universidad valorasen más el registro de patentes que las publicaciones. Una patente, normalmente, tiene un sentido práctico que antes o después será utilizable por el mundo empresarial.

6. Desarrollo de un **plan maestro de infraestructuras singulares**, tractoras de I+D+i, manteniendo e incrementando en la medida de lo posible el esfuerzo de las administraciones para la I+D+i. Una de las herramientas habituales de las administraciones para impulsar la economía es invertir en infraestructura. El caso de I+D+i no es distinto. Existen

instalaciones que la iniciativa privada no puede costear. Superordenadores, aceleradores de partículas, microscopios de barrido, túneles de viento, equipos de prueba... son infraestructuras de este tipo. Tal y como hay un plan director de infraestructuras de comunicación (carreteras, ferrocarril, aeropuertos...) podría definirse un plan de infraestructuras tecnológicas singulares con una finalidad tractora y, por supuesto, con un espíritu descentralizador. La realidad política y administrativa descentralizada debe tener un reflejo en el tejido tecnológico.

7. Creación de **mecanismos de apoyo mixtos** (públicos y privados). En todos los países, sean de corte absolutamente capitalista como Estados Unidos o más socialdemócratas como Suecia, un elemento clave de éxito es la coordinación entre iniciativa pública y privada. El dinero público debe ser multiplicador de la iniciativa privada. Por eso es necesario crear entidades mixtas de financiación y control donde administraciones y empresas sean capaces de coordinar esfuerzos en una única dirección.

8. Potenciar la **creación de empresas innovadoras** y ágiles, facilitando su interrelación global y la venta de sus servicios a compañías terceras. A lo largo de este estudio se ha repetido permanentemente el concepto de innovación con sentido práctico y la mejor plasmación se tiene en la creación de empresas. Si estamos de acuerdo de que en España no se impulsan suficientes empresas, debería ser extraordinariamente sencillo poder abrirlas, en especial aquellas que sean innovadoras. Promoción empresarial e innovación deberían avanzar en paralelo.

9. Potenciación de **mecanismos de incubación** de empresas generadoras de tecnología (capital semilla, *start-up* 's, etc.). El segundo componente de la innovación es el acceso a fondos para las empresas que comienzan. Uno de los factores de éxito de Silicon Valley es, precisamente, el acceso sencillo a fondos de capital riesgo. En España el capital riesgo es más capital desarrollo que riesgo. Cuando alguien ya tiene un tamaño considerable, el acceso al dinero para incrementar el capital es relativamente sencillo. Pero para el que empieza, no tanto. La mayoría de las instituciones de capital riesgo que operan en España sólo consideran inversiones de varias decenas de millones de euros. En esa dimensión las empresas, sean del sector que sean, ya no están empezando. De nuevo las administraciones pueden ser gestoras de fondos realmente de riesgo que apoyen a microempresas en sus inicios.

10. Mantener, consolidar e incrementar si es posible el actual **trato fiscal favorable** al I+D+i. España es uno de los países de la Unión Europea que mejor trato fiscal da al I+D+i. Debe continuarse en esta línea cuando no mejorar el trato concedido actualmente. Dinamarca desgrava el 150% de las inversiones en I+D+i. Por tanto, todavía hay recorrido en la generosidad fiscal. Pero donde hay mucho más recorrido es en hacer que la mayoría de las empresas se beneficien de los incentivos que hoy ya son posibles. En unas ocasiones es cierta falta de información, en otras complejidad administrativa, en otras simple inercia empresarial, pero desde luego los mecanismos de desgravación no se usan con la potencia que podrían.

Un organismo que podría ser clave en la transformación de la ciencia pura a la ciencia aplicada es el CSIC. Este podría estructurarse en una combinación del Max Planck Institute alemán para los elementos de ciencia pura y prolongación de la tarea investigadora de la Universidad, la Asociación Helmholtz para la gestión de activos de investigación singulares y la Fraunhofer Gesellschaft para establecer puentes entre empresa y universidad. De esta forma se podría lograr una financiación mixta y una gestión empresarial. Y siguiendo con el modelo alemán, también podría seguirse el modelo de la Fraunhofer para realizar una coordinación autonómica, voluntaria, pero eficiente. No se trata de copiar por copiar, se trata de no inventar lo que funciona desde hace más de 50 años. Además, el presupuesto y los medios del CSIC no son el problema, lo es su eficiencia y eficacia.

En resumen, podría establecerse una organización con, al menos, cuatro áreas de gestión:

- Investigación pura: prolongación de la universidad.
- Gestión de activos singulares.
- Investigación aplicada: en relación con la empresa y de financiación mixta.
- Coordinación autonómica: mediante la creación de “alianzas” entre centros tecnológicos y otros entes del sistema de innovación.

## Índice de Tablas y Gráficos

### Tablas

Tabla 1. Gasto en I+D en % de PIB (esfuerzo I+D) .....	8
Tabla 2. Gastos totales en innovación por industria (2003) .....	11
Tabla 3. Indicador de innovación. Valores y evolución (I) .....	13
Tabla 4. Síntesis del cuadro de indicadores de innovación de la Comisión Europea .....	20
Tabla 5. Esfuerzo de gastos en los sectores público y privado .....	22
Tabla 6. Inversión en I+D de los líderes europeos y españoles .....	23
Tabla 7. Vinnova: áreas de trabajo prioritarias .....	44

### Gráficos

Gráfico 1. Esfuerzo en I+D vs. crecimiento anual .....	9
Gráfico 2. Indicador de innovación. Valores y evolución (II) .....	14
Gráfico 3. Esfuerzo en I+D por comunidad autónoma .....	15
Gráfico 4. Autosuficiencia de las patentes .....	17
Gráfico 5. Cuota de mercado de exportaciones de alta tecnología .....	18
Gráfico 6. Valor y tendencia del índice sintético de innovación .....	21
Gráfico 7. Protagonistas del gasto en I+D .....	23

Gráfico 8. Sede de las empresas que invierten en I+D+i .....	24
Gráfico 9. Organización: departamentos de investigación corporativa .....	25
Gráfico 10. Externalización de I+D+i .....	26
Gráfico 11. Origen de los fondos de investigación .....	27
Gráfico 12. Distribución del gasto en I+D de la industria alemana .....	28
Gráfico 13. Cadena de generación y distribución del conocimiento (ejemplo alemán) .....	29
Gráfico 14. Evolución de las fuentes de financiación de la Sociedad Fraunhofer .....	34
Gráfico 15. Distintas instituciones de investigación en Alemania .....	36
Gráfico 16. Organización central de la Sociedad Fraunhofer .....	38
Gráfico 17. Órganos de gobierno de la Sociedad Fraunhofer .....	39
Gráfico 18. Modelo Nokia de colaboración entre empresas .....	49
Gráfico 19. Esfuerzo en I+D+i de los fabricantes de automóviles .....	51

## Documentos de trabajo publicados

- 1/2003. **Servicios de atención a la infancia en España: estimación de la oferta actual y de las necesidades ante el horizonte 2010.** María José González López.
- 2/2003. **La formación profesional en España. Principales problemas y alternativas de progreso.** Francisco de Asís de Blas Aritio y Antonio Rueda Serón.
- 3/2003. **La Responsabilidad Social Corporativa y políticas públicas.** Alberto Lafuente Félez, Víctor Viñuales Edo, Ramón Pueyo Viñuales y Jesús Llaría Aparicio.
- 4/2003. **V Conferencia Ministerial de la OMC y los países en desarrollo.** Gonzalo Fanjul Suárez.
- 5/2003. **Nuevas orientaciones de política científica y tecnológica.** Alberto Lafuente Félez.
- 6/2003. **Repensando los servicios públicos en España.** Alberto Infante Campos.
- 7/2003. **La televisión pública en la era digital.** Alejandro Perales Albert.
- 8/2003. **El Consejo Audiovisual en España.** Ángel García Castillejo.
- 9/2003. **Una propuesta alternativa para la Coordinación del Sistema Nacional de Salud español.** Javier Rey del Castillo.
- 10/2003. **Regulación para la competencia en el sector eléctrico español.** Luis Atienza Serna y Javier de Quinto Romero.
- 11/2003. **El fracaso escolar en España.** Álvaro Marchesi Ullastres.
- 12/2003. **Estructura del sistema de Seguridad Social. Convergencia entre regímenes.** José Luis Tortuero Plaza y José Antonio Panizo Robles.
- 13/2003. **The Spanish Child Gap: Rationales, Diagnoses, and Proposals for Public Intervention.** Fabrizio Bernardi.
- 13\*/2003. **El déficit de natalidad en España: análisis y propuestas para la intervención pública.** Fabrizio Bernardi.
- 14/2003. **Nuevas fórmulas de gestión en las organizaciones sanitarias.** José Jesús Martín Martín.
- 15/2003. **Una propuesta de servicios comunitarios de atención a personas mayores.** Sebastián Sarasa Urdiola.
- 16/2003. **El Ministerio Fiscal. Consideraciones para su reforma.** Olga Fuentes Soriano.
- 17/2003. **Propuestas para una regulación del trabajo autónomo.** Jesús Cruz Villalón.
- 18/2003. **El Consejo General del Poder Judicial. Evaluación y propuestas.** Luis López Guerra.
- 19/2003. **Una propuesta de reforma de las prestaciones por desempleo.** Juan López Gandía.
- 20/2003. **La Transparencia Presupuestaria. Problemas y Soluciones.** Maurici Lucena Betriu.
- 21/2003. **Análisis y evaluación del gasto social en España.** Jorge Calero Martínez y Mercè Costa Cuberta.
- 22/2003. **La pérdida de talentos científicos en España.** Vicente E. Larraga Rodríguez de Vera.
- 23/2003. **La industria española y el Protocolo de Kioto.** Antonio J. Fernández Segura.
- 24/2003. **La modernización de los Presupuestos Generales del Estado.** Enrique Martínez Robles, Federico Montero Hita y Juan José Puerta Pascual.
- 25/2003. **Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad.** Carme Miralles-Guasch y Àngel Cebollada i Frontera.
- 26/2003. **La salud laboral en España: propuestas para avanzar.** Fernando G. Benavides.
- 27/2003. **El papel del científico en la sociedad moderna.** Pere Puigdomènech Rosell.
- 28/2003. **Tribunal Constitucional y Poder Judicial.** Pablo Pérez Tremps.
- 29/2003. **La Audiencia Nacional: una visión crítica.** José María Asencio Mellado.
- 30/2003. **El control político de las misiones militares en el exterior.** Javier García Fernández.
- 31/2003. **La sanidad en el nuevo modelo de financiación autonómica.** Jesús Ruiz-Huerta Carbonell y Octavio Granado Martínez.

- 32/2003. **De una escuela de mínimos a una de óptimos: la exigencia de esfuerzo igual en la Enseñanza Básica.** Julio Carabaña Morales.
- 33/2003. **La difícil integración de los jóvenes en la edad adulta.** Pau Baizán Muñoz.
- 34/2003. **Políticas de lucha contra la pobreza y la exclusión social en España: una valoración con EspaSim.** Magda Mercader Prats.
- 35/2003. **El sector del automóvil en la España de 2010.** José Antonio Bueno Oliveros.
- 36/2003. **Publicidad e infancia.** Purificación Llaquet, M<sup>a</sup> Adela Moyano, María Guerrero, Cecilia de la Cueva, Ignacio de Diego.
- 37/2003. **Mujer y trabajo.** Carmen Sáez Lara.
- 38/2003. **La inmigración extracomunitaria en la agricultura española.** Emma Martín Díaz.
- 39/2003. **Telecomunicaciones I: Situación del Sector y Propuestas para un modelo estable.** José Roberto Ramírez Garrido y Juan Vega Esquerrá.
- 40/2003. **Telecomunicaciones II: Análisis económico del sector.** José Roberto Ramírez Garrido y Álvaro Escribano Sáez.
- 41/2003. **Telecomunicaciones III: Regulación e Impulso desde las Administraciones Públicas.** José Roberto Ramírez Garrido y Juan Vega Esquerrá.
- 42/2004. **La Renta Básica. Para una reforma del sistema fiscal y de protección social.** Luis Sanzo González y Rafael Pinilla Pallejà.
- 43/2004. **Nuevas formas de gestión. Las fundaciones sanitarias en Galicia.** Marciano Sánchez Bayle y Manuel Martín García.
- 44/2004. **Protección social de la dependencia en España.** Gregorio Rodríguez Cabrero.
- 45/2004. **Inmigración y políticas de integración social.** Miguel Pajares Alonso.
- 46/2004. **TV educativo-cultural en España. Bases para un cambio de modelo.** José Manuel Pérez Tornero.
- 47/2004. **Presente y futuro del sistema público de pensiones: Análisis y propuestas.** José Antonio Griñán Martínez.
- 48/2004. **Contratación temporal y costes de despido en España: lecciones para el futuro desde la perspectiva del pasado.** Juan J. Dolado y Juan F. Jimeno.
- 49/2004. **Propuestas de investigación y desarrollo tecnológico en energías renovables.** Emilio Menéndez Pérez.
- 50/2004. **Propuestas de racionalización y financiación del gasto público en medicamentos.** Jaume Puig-Junoy y Josep Llop Talaverón.
- 51/2004. **Los derechos en la globalización y el derecho a la ciudad.** Jordi Borja.
- 52/2004. **Una propuesta para un comité de Bioética de España.** Marco-Antonio Broggi Trias.
- 53/2004. **Eficacia del gasto en algunas políticas activas en el mercado laboral español.** César Alonso-Borrego, Alfonso Arellano, Juan J. Dolado y Juan F. Jimeno.
- 54/2004. **Sistema de defensa de la competencia.** Luis Berenguer Fuster.
- 55/2004. **Regulación y competencia en el sector del gas natural en España. Balance y propuestas de reforma.** Luis Atienza Serna y Javier de Quinto Romero.
- 56/2004. **Propuesta de reforma del sistema de control de concentraciones de empresas.** José M<sup>a</sup> Jiménez Laiglesia.
- 57/2004. **Análisis y alternativas para el sector farmacéutico español a partir de la experiencia de los EE UU.** Rosa Rodríguez-Monguió y Enrique C. Seoane Vázquez.
- 58/2004. **El recurso de amparo constitucional: una propuesta de reforma.** Germán Fernández Farreres.
- 59/2004. **Políticas de apoyo a la innovación empresarial.** Xavier Torres.
- 60/2004. **La televisión local entre el limbo regulatorio y la esperanza digital.** Emili Prado.
- 61/2004. **La universidad española: soltando amarras.** Andreu Mas-Colell.
- 62/2005. **Los mecanismos de cohesión territorial en España: un análisis y algunas propuestas.** Ángel de la Fuente.
- 63/2005. **El libro y la industria editorial.** Gloria Gómez-Escalonilla.
- 64/2005. **El gobierno de los grupos de sociedades.** José Miguel Embid Irujo, Vicente Salas Fumás.
- 65(I)/2005. **La gestión de la demanda de electricidad Vol. I.** José Ignacio Pérez Arriaga, Luis Jesús Sánchez de Tembleque, Mercedes Pardo.

- 65(II)/2005. **La gestión de la demanda de electricidad Vol. II (Anexos)**. José Ignacio Pérez Arriaga, Luis Jesús Sánchez de Tembleque, Mercedes Pardo.
- 66/2005. **Responsabilidad patrimonial por daño ambiental: propuestas de reforma legal**. Ángel Manuel Moreno Molina.
- 67/2005. **La regeneración de barrios desfavorecidos**. María Bruquetas Callejo, Fco. Javier Moreno Fuentes, Andrés Walliser Martínez.
- 68/2005. **El aborto en la legislación española: una reforma necesaria**. Patricia Laurenzo Copello.
- 69/2005. **El problema de los incendios forestales en España**. Fernando Estirado Gómez, Pedro Molina Vicente.
- 70/2005. **Estatuto de laicidad y Acuerdos con la Santa Sede: dos cuestiones a debate**. José M.<sup>a</sup> Contreras Mazarío, Óscar Celador Angón.
- 71/2005. **Posibilidades de regulación de la eutanasia solicitada**. Carmen Tomás-Valiente Lanuza.
- 72/2005. **Tiempo de trabajo y flexibilidad laboral**. Gregorio Tudela Cambroner, Yolanda Valdeolivas García.
- 73/2005. **Capital social y gobierno democrático**. Francisco Herreros Vázquez.
- 74/2005. **Situación actual y perspectivas de desarrollo del mundo rural en España**. Carlos Tió Saralegui.
- 75/2005. **Reformas para revitalizar el Parlamento español**. Enrique Guerrero Salom.
- 76/2005. **Rivalidad y competencia en los mercados de energía en España**. Miguel A. Lasheras.
- 77/2005. **Los partidos políticos como instrumentos de democracia**. Henar Criado Olmos.
- 78/2005. **Hacia una deslocalización textil responsable**. Isabel Kreisler.
- 79/2005. **Conciliar las responsabilidades familiares y laborales: políticas y prácticas sociales**. Juan Antonio Fernández Cordón y Constanza Tobío Soler.
- 80/2005. **La inmigración en España: características y efectos sobre la situación laboral de los trabajadores nativos**. Raquel Carrasco y Carolina Ortega.
- 81/2005. **Productividad y nuevas formas de organización del trabajo en la sociedad de la información**. Rocío Sánchez Mangas.
- 82/2006. **La propiedad intelectual en el entorno digital**. Celeste Gay Fuentes.
- 83/2006. **Desigualdad tras la educación obligatoria: nuevas evidencias**. Jorge Calero.



