

## ÍNDICE DE LA SECCIÓN

<b>IV.- GENERACIÓN Y APLICACIONES DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>205</b>
1.- EL NUEVO ESCENARIO DE LA INVESTIGACIÓN .....	205
1.1. <i>Introducción</i> .....	205
1.2. <i>Países de la Unión Europea</i> .....	206
1.3. <i>Tendencias</i> .....	210
2.- LA UNIVERSIDAD EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. ....	213
2.1. <i>La política de Ciencia y Tecnología</i> .....	213
2.2. <i>Sistema público de I+D</i> .....	216
2.3. <i>Sistema privado de I+D</i> .....	222
3.- LÍNEAS DE ACTUACIÓN .....	224
3.1. <i>Introducción</i> .....	224
3.2. <i>La convergencia del sistema español de ciencia y tecnología hacia las cotas promedio de la Unión Europea</i> .....	225
3.3. <i>Potenciación de las relaciones entre universidades y sector empresarial</i> .....	226
3.4. <i>El fomento público de la investigación básica</i> .....	230
3.5. <i>Potenciación de la política de transferencia tecnológica y de difusión de los resultados de la investigación</i> .....	240
3.6. <i>El fomento de nuevas iniciativas empresariales asociadas a las oportunidades que crean las nuevas tecnologías</i> .....	244
3.7. <i>Promover una mayor difusión territorial del esfuerzo de I+D</i> .....	249
3.8. <i>Una mayor potenciación de los esfuerzos de formación de nuevos investigadores: reforma de los estudios de doctorado</i> .....	251

## IV.- GENERACIÓN Y APLICACIONES DEL CONOCIMIENTO

### 1.- El nuevo escenario de la investigación

#### 1.1. Introducción.

1. Dos notas han definido los ideales de la universidad contemporánea: su carácter científico y su carácter crítico; ambos tienen como denominador común el ejercicio del rigor y de la racionalidad.

El ejercicio del rigor se adquiere a través de una formación basada en la investigación sistemática, en el estudio, en la reflexión, en el trabajo en equipo, en el contraste de las teorías elaboradas o de los resultados de la investigación, en la orientación y transmisión de conocimientos por parte de los maestros e investigadores.

Resulta paradójico que en la sociedad actual, denominada del conocimiento, sean aún tan poderosas las corrientes y actividades que expresan un rechazo, más o menos manifiesto, al conocimiento científico y tecnológico.

Los expertos en sociología científica aportan diversas razones para explicar esta adicción a la irracionalidad. La mayor parte de ellas tienen como denominador común los efectos nocivos que sobre la naturaleza y los seres vivos ha provocado el abuso de la utilización de nuevas tecnologías aplicadas sin la debida precaución. De ahí la importancia de contar con ciudadanos informados, con sentido crítico y capaces de analizar los problemas de la sociedad, buscar soluciones, colaborar en su aplicación y asumir compromisos y responsabilidades sociales.

2. Asimismo, es aceptado actualmente que la ciencia y la tecnología contribuyen en casi el 50% al crecimiento económico. En consecuencia, la actividad investigadora, generadora de nuevos conocimientos, cuya difusión debe tener expresión en la innovación de los procesos y de los productos es uno de los pilares sobre el que descansa el progreso económico de la sociedad.

Por ello, es importante que la Universidad sea capaz, primero, de captar y, después, de dar respuesta adecuada a las señales de las demandas procedentes del sector productivo. La Universidad no está sola en este proceso; otras entidades e instituciones públicas y privadas, centros públicos de investigación, laboratorios y centros de I+D de las empresas, fundaciones, etc., incluyen la prestación de servicios al sector empresarial entre sus fines.

Resulta, por tanto, que la formación de los recursos humanos y las actividades de I+D son piezas neurálgicas de la sociedad del conocimiento y constituyen elementos esenciales para garantizar su competitividad y para acceder al progreso económico y social y mantenerlo en el tiempo.

En consecuencia, el nuevo escenario en que la Universidad debe desarrollar su actividad es un espacio dominado por un sistema de relaciones fuertemente penetrado por el mercado, que condiciona y determina el quehacer de las distintas instituciones universitarias, más allá de su propia dinámica interna.

En este nuevo entorno, la Universidad, sin por ello abandonar su irrenunciable compromiso con la generación de saber en todos los ámbitos y con la formación de profesionales en la excelencia, debe concretar su actuación mediante la elaboración de su propia opción estratégica; debe conocer sus fortalezas y debilidades para potenciar aquéllos puntos fuertes que le permitan cierta diferenciación con respecto a las demás instituciones y entidades implicadas en los procesos de formación e investigación, con objeto de poder participar de modo competitivo en el concierto de la oferta de servicios y en la captación de demandas procedentes de los distintos entornos territoriales nacionales e internacionales.

## 1.2. Países de la Unión Europea

3. El contexto de la Unión Europea, cada vez más consolidado, y los cambios en la situación económica internacional, combinados con la emergencia de una nueva visión de los sistemas de ciencia y tecnología y su papel en la sociedad, están generando nuevas tendencias en las políticas europeas de investigación.

En primer lugar, la financiación pública, aportada directamente por los Estados, está experimentando cierto estancamiento; sin embargo, aumentan los recursos destinados a actividades de I+D en el presupuesto de la Unión Europea (véase IV-5). Con ello se busca no sólo mayor competitividad entre los investigadores para acceder a los fondos públicos, sino también mejorar la relación efectividad/coste. En este sentido, el propio informe Dearing, en el Reino Unido, ha propuesto que el gobierno sea más selectivo en la financiación de la investigación universitaria.

En segundo lugar, el rigor en la asignación y utilización de los recursos públicos destinados a la investigación, ha mejorado la valoración de la sociedad acerca del impacto socioeconómico de la investigación y de los potenciales beneficios sociales de la misma. Por ello, es una constante en las políticas europeas de investigación situar a la ciencia al servicio de la prosperidad y del bienestar. Ello ha generado iniciativas para desarrollar ámbitos de interés público como el medio ambiente, la sanidad, la calidad alimentaria, el transporte y las comunicaciones, entre otros.

Finalmente, con el fin de superar la denominada paradoja europea, una tendencia emergente en el marco europeo es el apoyo a la innovación tecnológica y a la transferencia de conocimientos y de tecnología desde el sistema público de I+D al sector empresarial. Tendencia que tiene un antecedente en la experiencia muy positiva de Finlandia que, durante muchos años, ha dedicado con éxito muchos recursos a la innovación y a la transferencia de tecnología.

Una dimensión de esta tendencia tiene su expresión en el apoyo a las relaciones entre las universidades y el sector productivo. Asimismo, la creación y desarrollo de parques científicos y tecnológicos, que representan espacios de concentración de innovación tecnológicas, han representado un estímulo para la innovación y la transferencia de tecnología.

4. Paralelamente, en los últimos años los países europeos han prestado atención creciente a la formación de los recursos humanos y a las relaciones entre la ciencia y la sociedad, para así conseguir una sólida y amplia base para el desarrollo de un sistema de I + D más sensible a las necesidades sociales.

La formación de recursos humanos necesita contemplar diversas vertientes: formar investigadores teniendo en cuenta las realidades industriales, explotar técnicas científicas por parte de la industria, favorecer la movilidad de los investigadores entre centros de excelencia y entre estos centros de excelencia y la industria y asegurar la formación de las futuras generaciones de investigadores. Esta última cuestión surge por la preocupación creciente acerca de la formación científica, especialmente en sus aspectos prácticos, en las etapas anteriores a la Universidad, incluida la educación primaria.

Las relaciones entre la ciencia y la sociedad están evolucionando en todos los países europeos de modo que la investigación, y especialmente la investigación pública, se está considerando como una actividad que debe orientarse hacia el beneficio de la sociedad, en sus dimensiones regional, nacional y mundial. Ello está generando la proliferación de actividades encaminadas a realizar predicciones sobre los campos que serán objeto de un desarrollo más acusado, estimulando las inversiones hacia ellos y, por lo tanto, las actividades de ciencia y tecnología. Ejemplos de este tipo de actividad son, entre otros, varios estudios "Delphi" (consultas regulares a expertos sobre un cuestionario conocido), realizados en Alemania; la determinación de las cien tecnologías clave para la industria, estudio emprendido en Francia o el realizado en el Reino Unido sobre la previsión de la tecnología que contiene varios informes sectoriales y aporta unas 360 recomendaciones. En España, una aproximación a esos estudios es el Informe COTEC, 1999, titulado "Innovación y tecnología en España".

Estrechamente ligada con la predicción está otra actividad -también en rápida expansión en la U.E.- que se propone la evaluación de las diferentes opciones en ciencia y tecnología indicadas por los gabinetes de predicción.

Se someten a examen, paralelamente, las consecuencias y los aspectos éticos de las actividades en ciencia y tecnología. La ética afecta, en primer lugar, a la propia investigación: los problemas morales en el trabajo de investigación, el fraude científico o tecnológico, las condiciones de experimentación con seres vivos, la utilización de los resultados, etc. En segundo lugar, la ética también concierne a la aplicación de la ciencia, especialmente en ámbitos como la biomedicina, la alimentación y la genética. Por ello, en muchos países han sido creados comités para considerar los aspectos éticos de la actividad investigadora y de la aplicación de los resultados, además del Comité Directivo sobre Bioética (CDB) creado por el Consejo de Europa.

5. La investigación en la U.E. es, cada vez más, una actividad cooperativa, sin fronteras, entre investigadores. Esta cooperación puede adquirir diferentes formas. Una de ellas es la cooperación bilateral, espontáneamente establecida por las universidades y los centros de investigación, basada en contactos personales previos.

En cambio, la cooperación multilateral tiende a ser más estructurada. Así, por ejemplo, hace unos años, y por iniciativa del CNRS francés, fue creada la Asociación de Laboratorios Europeos (AEL), que incluye varias instituciones de investigación y cuya actividad es cada vez más intensa. La cooperación también surge, desde los años cincuenta, merced a las iniciativas de los distintos gobiernos, de creación de instituciones internacionales, financiadas por el sistema de cuotas gubernamentales, para apoyar y estimular las actividades cooperativas en ciencia y tecnología, generalmente mediante la construcción de grandes instalaciones científico-tecnológicas.

España participa en un buen número de esas instalaciones, como las de la Agencia Europea del Espacio, o el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN), o el Laboratorio para la Utilización de Radiación Electromagnética (LURE). La suma de las cuotas aportadas anualmente por España a los programas internacionales de I+D asciende a 31.200 millones de pesetas, lo que representa, aproximadamente, la tercera parte de la cantidad disponible en las convocatorias públicas para proyectos de I+D, a las que concurren especialmente los investigadores universitarios y los investigadores de los centros públicos de investigación. Sería deseable que los retornos procedentes de esos programas internacionales aumentaran hasta alcanzar el nivel de las aportaciones, con lo

cual, prácticamente, se multiplicarían por 1,33 los recursos disponibles para actividades de I+D.

Además de las organizaciones internacionales asociadas a grandes instalaciones, varias instituciones europeas, también intergubernamentales, trabajan en forma cooperativa en proyectos de ciencia y tecnología que se desarrollan en universidades, centros de investigación y empresas, ligados orgánicamente a la UE. Entre estas iniciativas cabe citar las acciones COST (cooperación en el campo de la investigación científica y técnica), así como la acción EUREKA, que ha servido de plataforma para grandes proyectos industriales.

6. Junto a su interés intrínseco, las actividades de I+D han sido concebidas por la UE como un elemento importante para la integración europea. Por ello, desde sus orígenes, la U E ha llevado a cabo su propia política de investigación, estructurada bajo la forma de Programas Marco, orientada a complementar y apoyar los esfuerzos de los países miembros. Los cuatro primeros Programas Marco han tenido un presupuesto creciente: 3.700, 5.700, 6.600 y 13.200 millones de ecu, respectivamente. Para el V Programa Marco (1999-2002), la Comisión Europea ha propuesto destinar 16.300 millones de ecu. La aportación española a éste último Programa Marco será del 6,9 %, es decir, 190.000 millones de pesetas, aproximadamente.

La política de I+D de la U E no se limita a su ámbito geográfico, sino que favorece y estimula la cooperación científica con otras regiones: Europa Central y del Este, otros países mediterráneos, países en desarrollo tales como Brasil, China y las economías emergentes de la cuenca del Pacífico, otros países del Tercer Mundo y, por su puesto, con las potencias más importantes en ciencia y tecnología, Estados Unidos y Japón. Las razones que impulsan esta colaboración son naturalmente las políticas económicas y las medidas de orden científico-tecnológico adoptadas en los distintos países.

### 1.3. Tendencias

7. Pueden subrayarse algunas tendencias probables del entorno en que se mueve la investigación universitaria:

- La sociedad conocerá y valorará cada vez más las actividades vinculadas a la generación de nuevos conocimientos, a su difusión y a su proyección para un desarrollo tecnológico y para la innovación de los procesos de producción y de los productos.
- Tendrá lugar una internacionalización creciente de la investigación, que requerirá la cooperación transnacional y una mayor extensión de los flujos de intercambio de las actividades de investigación, desarrollo e innovación, favorecida por el desarrollo de las nuevas tecnologías. Ello repercutirá, en especial, en las universidades, que deberán integrarse en redes de ámbito internacional y deberán establecer alianzas estratégicas para competir en el espacio de la I+D y de la innovación.
- Desde el punto de vista de la financiación, aumentará la dependencia externa de la actividad investigadora. En estas condiciones parece probable que sólo perdure la actividad investigadora de calidad y competitiva; ello aconseja evitar la excesiva fragmentación de los grupos de investigación.
- La innovación será, como se ha dicho (véase II-13), el factor principal de la competitividad. Esta circunstancia deberá favorecer la interacción entre la investigación universitaria, el sector productivo y el entorno tecnológico.
- Recibirá mayor atención la política de apoyo al capital social, evitando asimismo los factores que tienden a la degradación de los recursos naturales y ambientales.
- Se considera un factor clave la formación de los recursos humanos, que deberá inducir a la iniciación en la formación científica, a la par que la formación humana, ya en la educación primaria; un mayor esfuerzo de formación del personal investigador en las universidades; una mayor incorporación de jóvenes investigadores a las actividades de I+D empresariales; una mayor movilidad de estudiantes, profesores e investigadores entre universidades, centros de investigación y empresas.



- La sociedad demandará nuevos profesionales y planteará nuevos retos en ámbitos diferentes del saber que requerirán, junto al impulso en la investigación básica, una mayor componente de aplicación a corto y medio plazo, mediante una relación más cercana entre el sistema de I+D, la innovación y el entorno empresarial e institucional.
- Se incorporará al organigrama del sistema de ciencia y tecnología, la acción de gabinetes de predicción de las necesidades tecnológicas futuras para el desarrollo de la sociedad, así como de evaluación de las diferentes opciones propuestas por aquéllos. Asimismo se estimará la labor de comités éticos referidos a las actividades de ciencia y tecnología.
- La consolidación de la sociedad global del conocimiento alentará la unidad del saber y la multidisciplinariedad de los equipos humanos.

8. El escenario que se ha dibujado afecta a la política científica y de innovación. Ésta tiene un desarrollo relativamente reciente en España. Antes de dibujar las líneas de actuación que se proponen, es aconsejable examinar el esfuerzo realizado hasta ahora para así comprobar, por un lado, la capacidad del sistema español de Ciencia y Tecnología para absorber las exigencias que imponen las tendencias que se han expuesto en el apartado anterior y, por otro, la especificidad de la aportación de las universidades en el marco de dicho sistema.

## 2.- La Universidad en el sistema español de Ciencia y Tecnología.

### 2.1. La política de Ciencia y Tecnología

9. La debilidad institucional en la organización del sistema de I+D español no empezó a paliarse hasta los años 80, más concretamente con la aprobación de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica del 14 de abril de 1986, también conocida como Ley de la Ciencia.

Sin olvidar el importante papel desempeñado por la Junta de Ampliación de Estudios, creada en 1907, en el ámbito de la investigación y de la formación de nuevos investigadores, la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en 1939, puede considerarse como la primera iniciativa en ciencia y tecnología y como un primer intento de organizar la investigación técnica e integrarla, a través del Patronato Juan de la Cierva, dentro de lo que hoy se conoce como sistema de ciencia - técnica - industria. A partir de los años cuarenta se crearon nuevos centros de investigación y desarrollo.

Los cambios socio-políticos originados por el desenlace de la segunda guerra mundial y el acuerdo suscrito con los Estados Unidos permitieron iniciar una serie de acciones – bajo la forma por ejemplo de créditos del Banco Mundial y de la Fundación Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos destinados a infraestructuras, programas de becas de formación de personal investigador y contratos de investigación de empresas estadounidenses con centros de investigación españoles- que supusieron un impulso extraordinario para el desarrollo del sistema español de ciencia y tecnología (SCT).

Desde el punto de vista institucional, cabe destacar la creación, en 1958, de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), adscrita a Presidencia de Gobierno, y concebida como instrumento para fomentar y coordinar las actividades de investigación y desarrollo.

A raíz de la reunión en París de la OCDE, en el año 1963, de la que surgieron una serie de instituciones, instrumentos y criterios definitorios del SCT, se crearon en España la

Comisión Delegada de Política Científica (1963) y el Fondo Nacional para el Fomento de la Investigación Científica y Técnica (1964). Se implantó, entonces, la modalidad del "proyecto de investigación", se introdujo la evaluación de los proyectos mediante ponencias de expertos - que, posteriormente, el Manual de Frascati cambió por la evaluación por pares- y se estableció el concepto de planes concertados de investigación, que son proyectos presentados por empresas y realizados en ellas, y que constituyeron el embrión del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI), que fue creado en 1977.

10. El año 1986 es, sin duda, un año de referencia en el impulso y la organización de la política de fomento de la I+D en España. En ello influyen dos circunstancias: la entrada del país en la Unión Europea y la promulgación de la Ley de la Ciencia.

“La investigación y el desarrollo tecnológico –se decía en la exposición de motivos de esta Ley- se han llevado a cabo tradicionalmente en España en un clima de atonía y de falta de estímulos sociales, de ausencia de instrumentos que garanticen la eficaz intervención de los poderes públicos en materia de programación y de coordinación de los escasos medios con que se contaba, de falta de conexión entre los objetivos de la investigación y las políticas de los sectores relacionados con ella, así como, en general, entre los centros de investigación y los sectores productivos”. Era preciso, pues, para evitar los “riesgos que en el inmediato futuro derivarán de la persistencia de este estado de cosas” corregir “los males tradicionales de nuestra producción científica y técnica básicamente centrados en la insuficiente dotación de recursos y en la desordenada coordinación y gestión de los programas de investigación”, así como, “asegurar que España participe plenamente en el proceso en que están inmersos los países industrializados de nuestro entorno”. Para hacerlo, la Ley de la Ciencia se remitía al mandato constitucional que atribuye a la Administración del Estado la competencia sobre el fomento y la coordinación general de la investigación científica y técnica (artículo 149, 1.15 de la Constitución española). Paralelamente, los diferentes Estatutos de autonomía han ido estableciendo las competencias de cada Comunidad Autónoma en esta materia.

En el periodo posterior a la promulgación de la Ley de la Ciencia aumentaron considerablemente los recursos públicos destinados a I+D, mediante incrementos de las

aportaciones estatales, de las Comunidades Autónomas y los retornos europeos. Además, se reforzó el entramado institucional de apoyo y promoción a la investigación.

En primer lugar, se creó el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (PNID), un instrumento público principal de planificación, coordinación y gestión del esfuerzo en I+D. La ley preveía que el PNID se financiase con fondos provenientes de los Presupuestos Generales del Estado y de otras administraciones públicas, así como de aportaciones públicas y privadas y con fondos procedentes de tarifas fijadas por el gobierno. Hasta el momento, han estado vigentes tres PNID; el primero, de 1988 a 1991, el segundo de 1992 a 1995 y el tercero de 1996 a 1999. Recientemente se han aprobado las directrices del cuarto PNID que ha de estar en vigencia durante el período 2000-2003.

Asimismo se creó la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, con la función de “programación de las actividades de investigación de los organismos dependientes de la Administración del Estado, a través del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico”.

A la estructura institucional anterior se añadió, también, la creación de dos consejos: el Consejo General de la Ciencia, encargado de facilitar la coordinación de las políticas de la administración central y de las administraciones autonómicas, y el Consejo Asesor para la Ciencia y Tecnología con la función de vincular la comunidad científica, los agentes sociales y los responsables de programar la actividad científico – investigadora, con el fin de garantizar que los objetivos de esta programación se adecuen a los diferentes intereses y necesidades sociales.

Finalmente, la propia Ley de la Ciencia establecía que el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) ejerciera, con relación al PNID, las funciones de “evaluación del contenido tecnológico y económico – financiero de los proyectos en los que intervinieran empresas, de contratación con las universidades, organismos públicos de investigación y empresas, la promoción de la explotación comercial de las tecnologías desarrolladas por ellas, y de colaboración con la CICYT en la obtención de los

adecuados retornos científicos, tecnológicos e industriales de los Programas Internacionales con participación española y gestionar los que aquella le encargue".

Algunos ministerios han desarrollado también actuaciones en materia de I+D que se integran o gravitan en torno al PNID: es el caso del Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Cultura, el Fondo de Investigaciones Sanitarias del Ministerio de Sanidad y el Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Otros ministerios, en cambio, han llevado a cabo actuaciones de promoción de la I+D y la innovación que no forman parte ni están vinculadas al PNID: es el caso de la iniciativa ATYCA del Ministerio de Industria y Energía (MINER) vigente durante el periodo 1997-99, que tiene como objetivo la promoción de la innovación tecnológica, la calidad y la seguridad industrial.

El 30 de enero de 1998, un Real Decreto de la Presidencia del Gobierno creó la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT), adscrita a la Presidencia del Gobierno, como unidad de soporte a la CICYT para la planificación, coordinación y evaluación de las actividades ministeriales y organismos públicos. La OCYT también tiene la función de coordinación con las CC.AA. y de coordinación y seguimiento de los programas internacionales de I+D con participación española.

## 2.2. Sistema público de I+D

11. El sistema público de I+D se refiere, según el libro blanco de la Fundación COTEC sobre el sistema español de innovación, "al conjunto de todas las instituciones y organismos de titularidad pública dedicados a la generación de conocimiento a través de la investigación y el desarrollo". Esta definición engloba esencialmente a los centros o unidades de investigación dependientes de las universidades públicas y los organismos públicos de investigación (OPI).

12. El sistema de educación superior español es mayoritariamente de titularidad pública. La parte del gasto en I+D ejecutada por las universidades privadas es muy reducida.

Hasta muy avanzado el siglo XX las universidades públicas españolas eran instituciones dedicadas esencialmente a la docencia y, en ellas, la actividad investigadora era comparativamente escasa. La creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de una parte, acentuó esta situación al concentrarse en él una gran parte de la investigación pública, si bien de otra parte contribuyó con su ayuda a las universidades a un despliegue progresivo de la investigación en ellas. Los grupos de investigación estables dentro de las universidades fueron creciendo en número y densidad de relaciones entre ellos a lo largo de la segunda mitad del siglo, consolidándose esta tendencia con la aprobación de la Ley de Reforma Universitaria (LRU) en 1983.

Como ya se ha señalado, la LRU estableció un modelo para la Universidad que la reconocía como centro docente y como centro de investigación. Asimismo, se estimulaba la posibilidad de realizar I+D con contrato o en colaboración con el sector empresarial.

En el año 1997, el origen principal de los recursos de la I+D del conjunto de las universidades públicas españolas eran los fondos generales universitarios que representaban, en una cifra superior a los 129 mil millones de pesetas, el 62,3% de los recursos totales. A mucha distancia se situaba la financiación procedente de las administraciones públicas –con un 15,5% del total- los fondos propios- con un 9,8%- y la financiación procedente de las empresas –con un 5,9%. El resto –un 6,5%- procedía del extranjero (esencialmente de los Programas Marco de la Unión Europea).

Según estimaciones del INE, este mismo año 1997 las universidades públicas españolas contaban con 87.600 personas dedicadas a I+D, cifra que equivalía a 35 mil personas a dedicación completa. Los investigadores eran unos 70 mil que suponían unos 30 mil a dedicación completa (véase el cuadro I-28).

El sistema de investigación en las universidades públicas españolas se caracteriza también por el alto porcentaje de investigadores que son doctores (más de la mitad de ellos) y la baja presencia de personal auxiliar de apoyo (una persona por cada 6 investigadores).

Las actividades de I+D en las universidades públicas españolas abarcan la totalidad del espectro científico, incluidas las ciencias sociales y humanas. Alrededor del 79% de las personas que las realizan se dedican a las áreas de mayor interés potencial para las empresas (ciencias exactas y naturales, ingeniería, tecnología, ciencias agrarias y ciencias médicas). Cerca del 65% de los investigadores trabajan en estas áreas.

Los gastos en I+D destinados a estas áreas suponen cerca de un 79% del total. Además, estas áreas absorben casi el 82% de los recursos provenientes de las empresas y el 77% de los procedentes de la Unión Europea (vía Programa Marco).

13. En los centros públicos de investigación no universitarios, el grupo principal lo constituyen los llamados Organismos Públicos de Investigación (OPI). Estos OPI son – según la definición que da de ellos el libro blanco de la Fundación COTEC- “instituciones públicas generadoras de ciencia y tecnología que, a diferencia de las universidades, no llevan a cabo actividades de educación superior reglada”. La Ley de la Ciencia de 1986 definió el marco jurídico y administrativo actual en el que los OPI tienen que desarrollar su actividad y les atribuyó un papel central en la promoción de las políticas públicas de ciencia y tecnología.

La “Estadística sobre las Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 1997” del INE da información de 183 organismos públicos no universitarios que realizan I+D. De estos, 59 pertenecen a la administración central, 110 a las administraciones autonómicas y 14 a las administraciones locales. En 1997, los grandes centros estatales efectuaban el año 1997, el 71,2% del gasto interno y externo en I+D (86.617 millones de pesetas), los centros dependientes de las administraciones autonómicas, el 17,1% de estos gastos (20.845 millones de pesetas), el resto de organismos de investigación de la administración central el 10,1% (12.293 millones de pesetas) y los centros públicos no universitarios dependientes de las administraciones locales el 1,6% (1.955 millones de pesetas).

Los OPI son, como se ha dicho, el grupo más importante de los centros públicos no universitarios de investigación, tanto por los recursos que movilizan como por el personal adscrito a ellos. Sus recursos provienen de aportaciones de los Presupuestos

Generales del Estado (considerando globalmente los 9 grandes OPI, el año 1997, estas aportaciones fueron de 85.922 millones de pesetas, un 69,2% de los recursos totales de los que aquéllos disponen) y de otras fuentes procedentes de entidades públicas y privadas (entre ellas, las empresas) mediante contratos y convenios (por un valor global, el año 1997, de 37.150 millones de pesetas, lo que supone un porcentaje de autofinanciación del 30,2%).

A su vez, el personal permanente de los 9 grandes OPI está constituido por 13.192 personas, de las cuales el 64,4% tiene el estatuto de funcionario civil del Estado y el 35,6% tienen contrato laboral.

14. Como ya se ha comentado anteriormente, la aplicación de la Ley de la Ciencia dio lugar en el año 1988 a la creación del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (PNID), los objetivos generales del cual eran subsanar las deficiencias históricas del sistema español de Ciencia, Tecnología e Industria. Estos objetivos se pueden resumir en tres: el fomento, la coordinación y la planificación de las actividades de I+D. Desde entonces se han sucedido tres PNID, el tercer de los cuales ha estado vigente hasta finales de 1999.

Globalmente considerado, el PNID presenta serias debilidades. En primer lugar, el número de empresas que participan en este tipo de proyectos es aún muy reducido; el PNID aporta de forma directa y en forma de créditos sin interés solamente el 1,3% del gasto en I+D de las empresas. Esto hace que sea un instrumento con poca capacidad de orientación de la política tecnológica de innovación. En segundo lugar, la aportación de recursos por parte de las empresas a los proyectos del PNID es asimismo muy escasa. Finalmente, el número de investigadores (en equivalentes a dedicación completa) del sistema público de I+D que participan en proyectos de PNID es solamente de poco más de un 20% del total.

15. Recientemente se ha aprobado el cuarto PNID, que ha de estar vigente durante el período 2000-2003. En el mismo se plantean los siguientes objetivos estratégicos:



- incrementar el nivel de la ciencia y la tecnología españolas, tanto en tamaño, como en calidad; al efecto, el gobierno se propone que el gasto en I+D en España en el año 2003 represente el 1,2% del PIB, y que la participación del sector empresarial en dicho gasto alcance el 60% del total;
- elevar la competitividad de las empresas y, para ello, fortalecer el carácter innovador del tejido productivo ya que la innovación es garantía de supervivencia futura de las empresas en un entorno cada vez más competitivo;
- mejorar el aprovechamiento de los resultados de I+D por parte de las empresas y de la sociedad española en su conjunto; en este sentido, se trata de apoyar la interrelación y vertebración entre los diversos agentes del sistema de ciencia y tecnología español, de manera que cada uno de ellos pueda aprovechar el esfuerzo de los demás y se haga así un uso eficiente y eficaz de los recursos públicos.
- fortalecer el proceso de internacionalización de la ciencia y tecnología españolas, incrementando la presencia española y su liderazgo en los programas internacionales de I+D, especialmente en aquellas actuaciones que susciten el interés tanto del sector público como del privado, o en las de investigación básica de carácter experimental, fortaleciendo asimismo la firma de acuerdos o convenios con otros países en organizaciones multilaterales o de carácter bilateral;
- incrementar los recursos humanos cualificados tanto en el sector público como en el privado; este incremento ha de conjugar la capacidad de absorción del sistema de ciencia y tecnología español con la necesidad de mantener las masas críticas requeridas;
- aumentar el nivel de la cultura científica y tecnológica de la sociedad española, dotando a los centros de investigación y a los organismos de interfaz de recursos para que puedan llevar a cabo actividades de divulgación y difusión cultural en su entorno y, de manera especial, entre estudiantes, empresarios y medios de comunicación;

- finalmente, mejorar los procedimientos de coordinación, evaluación y seguimiento técnico del PNID, en especial en lo que atañe a la coordinación temática entre áreas dentro de una concepción integrada del propio Plan.

16. La Comisión de la Unión Europea establece como objetivo de los Programas Marco “el fortalecimiento de la base científica y tecnológica de la empresa comunitaria para incrementar su competitividad internacional y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos”. Desde su incorporación a la Unión Europea, España ha participado en los II, III, IV y el recientemente aprobado V Programa Marco (véase IV- 6). En el finalizado IV Programa Marco, la contribución española ha equivalido al 6,5% del presupuesto del Programa, mientras que el retorno obtenido ha sido del 6,3%. Este porcentaje de retorno obtenido se ha mantenido en los últimos programas.

En lo que se refiere al IV Programa Marco, España ha ocupado el quinto lugar entre los países de la Unión Europea respecto al porcentaje de participación en el presupuesto total y el sexto respecto al número de programas aprobados. Los investigadores españoles han sido líderes en el 6,1% de los proyectos aprobados (frente al 4,2% del III Programa Marco), por encima del porcentaje de investigadores españoles en el total del número de investigadores de la Unión Europea.

Finalmente hay que aludir también a los Fondos Estructurales de Desarrollo Regional (FEDER). Éstos están diseñados para implementar la política de cohesión de la Unión Europea, en especial para paliar los desequilibrios entre las regiones europeas. Una parte de estos recursos se orientan a acciones de fomento de la innovación. Tradicionalmente, la CICYT ha gestionado la parte de los fondos FEDER destinados a infraestructuras científicas y tecnológicas y a proyectos de I+D que se asignan a las universidades y a los OPI que están situados en las Regiones Objetivo de estos fondos, y a las empresas que colaboren con estas instituciones.

17. Asimismo, el sistema público de I+D ha mostrado insuficiencias serias a la hora de comercializar los resultados de su investigación tecnológica. Una de las razones principales de este déficit era la inexistencia o debilidad de las infraestructuras de apoyo a la innovación.

Por infraestructuras de apoyo a la innovación se entiende –según la definición del libro blanco de la Fundación COTEC- “el conjunto de entidades de muy diversa titularidad concebidas para facilitar la actividad innovadora de las empresas, a las cuales proporcionan medios materiales y humanos para su I+D, tanto propios como de terceros, expertos en tecnología, soluciones o problemas técnicos y de gestión, así como información y toda una gran variedad de servicios de naturaleza tecnológica”. Estas infraestructuras “constituyen un poderoso instrumento de articulación del sistema de innovación, porque funcionan como interfaces entre las empresas, por una parte, y las administraciones públicas y los centros públicos y privados dedicados a la investigación científica y tecnológica, por otra”.

El Libro Blanco de la Fundación COTEC propone la siguiente tipología de infraestructuras de apoyo a la innovación:

- las Oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI),
- las Fundaciones Universidad – Empresa,
- los laboratorios de ensayo y medida,
- los Centros tecnológicos,
- los Parques tecnológicos,
- los Organismos y agencias de fomento de la innovación,
- los Centros de empresas y innovación.

### 2.3. Sistema privado de I+D

18. En España, como en la mayoría de países, el principal indicador utilizado para cuantificar el nivel de esfuerzo en innovación tecnológica de las empresas (y por ello de los países) ha sido el volumen de gasto interior en I+D, ya que se trata de un dato fácilmente disponible y del cual existen series históricas que permiten analizar su evolución. Sin embargo, aunque estas actividades en I+D sean muy importantes, esta visión olvida que para propiciar la innovación dentro de la empresa, también intervienen otros tipos de actividades (como son las de concepción, las de diseño o experimentación técnica, los estudios de mercado, etc.).

De los 305.309 millones de pesetas de financiación empresarial, sólo un 5,2% fue destinado a la I+D llevada a cabo por las universidades y otro 1,8% a I+D realizada en otros centros de la administración pública; aún así, el ritmo de aumento de estos recursos es considerable en los últimos años. Finalmente, un 8,5% de esta inversión fue destinado a la financiación de I+D fuera del país. Debería preocupar el carácter coyuntural de los gastos empresariales en I+D: de 1992 hasta 1996 las tasas de variación anuales del gasto empresarial en I+D fueron negativas, evolución que se refleja también en el porcentaje que el gasto empresarial en I+D representa respecto al PIB español. Así, mientras que, el año 1991, aquél suponía el 0,49% del PIB, el año 1997 era el 0,42%.

### 3.- Líneas de actuación

#### 3.1. Introducción

19. Se han indicado las características básicas del entorno en que las universidades deberán acometer, en un futuro inmediato, sus actividades, especialmente las relativas a investigación (véase IV-7). Además se han identificado las insuficiencias del sistema de I+D español (véase I-44 a I-48 y IV-12 a IV-18). Finalmente se han indicado las líneas de la actual política de fomento de la ciencia y al desarrollo tecnológico (véase II-27). Ello permite sugerir siete actuaciones prioritarias:

- **la convergencia a un ritmo razonable (véase a este respecto el último párrafo del apartado IV-20) del sistema español de ciencia y tecnología hacia las cotas de gasto que son promedio de la Unión Europea;**
- **la potenciación y mejora de las relaciones entre las universidades (y, en general, las de más instituciones del sistema de ciencia y tecnología del país) y el sector empresarial;**
- **el fomento (especialmente público) de la investigación básica;**
- **la potenciación de la política de transferencia tecnológica y de difusión de los resultados de la investigación;**
- **el fomento y apoyo de nuevas iniciativas empresariales asociadas a las condiciones y oportunidades que crean las nuevas tecnologías;**
- **una mayor difusión territorial del esfuerzo de I+D y de innovación;**
- **una mayor potenciación de los esfuerzos de formación de nuevos investigadores, en particular de los estudios de doctorado.**

3.2. La convergencia del sistema español de ciencia y tecnología hacia las cotas promedio de la Unión Europea

20. Tanto las Administraciones Públicas, como las empresas deberían hacer un mayor esfuerzo inversor en las actividades de I+D y, en general, de innovación. Al efecto, el objetivo de lograr un porcentaje de gasto en I+D respecto al PIB de 1,2% en 2003, que propone el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) parece ajustado.

Sin embargo, para alcanzar esta trayectoria de crecimiento del gasto en I+D se requeriría aumentar el esfuerzo inversor del sector público, pero aún más el del sector empresarial privado (véase I-44 a I-48).

Insistimos de nuevo en que las aportaciones del sector público y del sector privado, en España, están en una relación paritaria, mientras que en referencia al conjunto de la Unión Europea la aportación del sector privado se acerca a los 2/3 del gasto en I+D.

Al respecto, entre los objetivos estratégicos establecidos en el ya aludido Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica para el período 2000-2003, se incluye el de incrementar el porcentaje de gasto en I+D ejecutado por el sector empresarial del 49% del año 1998 al 60% en 2003. El logro de este objetivo requerirá, sin duda, un esfuerzo considerable tanto del sector público como, singularmente, del sector privado; esfuerzo que deberá traducirse, también, en un incremento sustancial del porcentaje de empresas innovadoras respecto al total de empresas, hasta alcanzar una cuarta parte de esta cifra total en el 2003 (actualmente, se estima que sólo un 12% de las empresas pueden ser catalogadas como empresas innovadoras). Este impulso precisará asimismo un importante incremento del número de investigadores en la población activa (pasando del 3,3%<sub>0</sub> actual al 4,5%<sub>0</sub> en 2003) y, en general, del personal dedicado a actividades de I+D (para aumentar el porcentaje del 5,5%<sub>0</sub> al 7%<sub>0</sub> en el mismo período).

**Un eslabón importante de este proceso para reforzar el sistema español de ciencia y tecnología y para subsanar, progresivamente, sus déficits históricos consiste en un mayor conocimiento mutuo entre el sector universitario y el sector empresarial, en**

**una más intensa movilidad de personas entre ambos sectores y en el desarrollo conjunto de proyectos, circunstancias que han de favorecer un mayor esfuerzo, aprovechamiento y compromiso del sector productivo con la investigación universitaria y viceversa.**

**Más específicamente, debería elaborarse un programa plurianual para incrementar el número de personas (científicos, tecnólogos y personal cualificado de apoyo) dedicadas a actividades de I+D tanto en el sector público como en el sector privado.**

**Sería necesario, igualmente, estimular el acceso a las fuentes externas de financiación de la investigación, especialmente de la Unión Europea y la de los organismos e instalaciones internacionales de investigación a los que España aporta anualmente la cuota que le corresponde. Para ello, hay que contar con la creación de nuevos grupos de investigación competitivos capaces de concurrir satisfactoriamente en las convocatorias de recursos de la Unión Europea y de los organismos internacionales.**

Hay que señalar aquí, con carácter general, que la preservación y mejora del sistema de I+D exige siempre un esfuerzo financiero sostenido por cuanto el sistema es incapaz de absorber de manera eficiente aumentos bruscos en la financiación. El largo periodo formativo de los investigadores es la causa de ello.

### 3.3. Potenciación de las relaciones entre universidades y sector empresarial

21. Desde inicios de los años 80, la frecuencia de las relaciones de colaboración entre las instituciones públicas de investigación científica (especialmente, de las universidades y centros de enseñanza superior) y las empresas ha ido en aumento.

La intensificación de las interacciones entre las universidades y el mundo empresarial, en especial en materia de investigación, se debe, fundamentalmente, a cuatro circunstancias interrelacionadas entre sí:

- En primer lugar, el propio desarrollo de la ciencia en ciertos campos (biología molecular, física de los materiales, ciencias de la computación, etc.) que se caracterizan por una mayor aplicación en el ámbito comercial. La reducción, en estos casos, de los plazos entre la fase de investigación exploratoria y la fase de desarrollo industrial favorece el incremento de las relaciones entre industria y universidad.
- En segundo lugar, hay que considerar las restricciones presupuestarias que desde hace dos décadas pesan sobre las instituciones universitarias de la mayoría de países. Esto ha forzado a muchas de ellas a buscar fuentes de financiación complementarias a las hasta entonces habituales, en gran medida las procedentes de la colaboración, en materia de investigación, con las empresas.
- En tercer lugar, el creciente contenido científico y tecnológico de la producción industrial y, también, de ciertas actividades de servicios (por ejemplo, los servicios sanitarios) hacen que muchos de los resultados de la investigación universitaria resulten ahora más valiosos para las empresas.
- Finalmente, la constatación de la creciente eficacia de los mecanismos de transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos generados en las universidades y en los centros públicos de investigación hacia las empresas y, asimismo, la mayor demanda por parte de las mismas de personal cualificado para llevar a cabo actividades de investigación aplicada en su seno. Asimismo, como ya se ha indicado antes, el número de investigadores ha aumentado considerablemente en la última década, muchos de los cuales se orientan hacia tareas de investigación aplicada.

En muchos países el reconocimiento de estas tendencias ha llevado consigo ya la implementación de iniciativas públicas de estímulo de los múltiples mecanismos de colaboración y de coordinación en materia de investigación entre las instituciones de enseñanza superior y las empresas. Sin embargo, en todos los casos, se reconoce que ambos mundos -el universitario y el empresarial- tienen sistemas de funcionamiento muy distintos entre sí. Difieren en sus sistemas de incentivos y en los mecanismos de selección y de confrontación. En particular, como muchos expertos han destacado, la ciencia -y,



por tanto, la investigación en las universidades y centros públicos especializados- se guía por un sistema de incentivos y prioridades que, en gran medida, determina la orientación y las prácticas habituales de investigación en esas instituciones y, singularmente, los sistemas de difusión de los descubrimientos y resultados científicos obtenidos. Estos sistemas de incentivos están, por supuesto, muy alejados de los que prevalecen en la empresa.

Por ello, si se desea intervenir, de forma acertada, en el fomento de una mejor comunicación y colaboración entre el mundo de la ciencia y el mundo de empresa es necesario reconocer y aceptar, en primer lugar, sus lógicas respectivas.

22. Pero también hay que reconocer que, si bien algunas de las barreras que separan ambos mundos son plenamente funcionales, otras, en cambio, son notoriamente disfuncionales; es decir, si éstas desaparecieran, ello redundaría en la consecución de un sistema de innovación, en general, más eficiente.

Las universidades cumplen muchas de las metas sociales que se les atribuyen por su contribución, de forma esencial, al incremento de la base de conocimiento de la sociedad y a la reproducción de los niveles de conocimiento preexistentes. Además cooperan en la creación -a largo plazo- de un flujo de competencias especializadas que la sociedad y, particularmente, el mundo empresarial requieren. Finalmente generan nuevos conocimientos y avances científicos que repercuten, directa o indirectamente, en la mayoría de los ámbitos tecnológicos. Una parte significativa de estos nuevos conocimientos se obtienen de manera “no intencional” -incluso, en ocasiones, por azar-, pero si condicionada, en última instancia, por un tipo de esfuerzo no guiado, directamente, por la intención de logros económicos.

23. Sin embargo, el propio ritmo de cambio en muchas esferas de las economías actuales tienden a hacer más notorios los aspectos “disfuncionales” de la relación entre el sistema científico y el mundo empresarial. Entre ellos, pueden citarse los siguientes:

- Una formación excesivamente especializada y orientada administrativamente por disciplinas puede ser inadecuada para las necesidades que, actualmente y en el futuro

inmediato, tengan las empresas. Estas requerirán, de forma creciente, colaboraciones interdisciplinarias fluidas para colaborar en la solución de problemas.

- Hay competencias (o especialidades) bien establecidas en las universidades que podrían ser más accesibles al mundo empresarial sin comprometer la autonomía universitaria si se establecieran unos sistemas de organización y de intermediación adecuados.
- En ciertas áreas industriales de alto contenido científico (como la electrónica o el software) puede darse un creciente desfase entre las competencias que requieren las industrias y las que estén en disposición de proveer las universidades.
- La orientación de la investigación académica puede alejarse excesivamente de las necesidades sociales si no se arbitran formas adecuadas de comunicación entre la misma y los distintos sectores sociales y económicos.
- En ciertos campos científicos en particular (como la biotecnología y el software), el acortamiento de la distancia entre el descubrimiento científico y la posibilidad de su desarrollo comercial, favorece la difusión de nuevas iniciativas empresariales, en cuya gestión la universidad no puede permanecer al margen.

**24. La Universidad española debería participar más activamente en el proceso innovador en el que están implicados los distintos sectores de la economía de nuestro país. Se proponen algunas iniciativas que pueden favorecer esta mejor relación entre el sector universitario y el sector empresarial:**

- **Mayor estímulo para programas de I+D compartidos entre la Universidad y la empresa.**
- **Creación de grupos pluridisciplinares que abarquen la totalidad de los eslabones del proceso innovador.**

- **Facilidades financieras y jurídicas para la creación de empresas que desarrollen y exploten los resultados de la investigación y cuyo personal participe en proyectos industriales.**
- **Reconocimiento y valoración de los parámetros de innovación (patentes, “know-how”, asistencia técnica, etc.) en la carrera profesional del personal docente e investigador.**
- **Participación en espacios de concentración de innovación tecnológica que favorezcan la transferencia de conocimientos y de tecnología (como la creación y desarrollo de parques científicos y tecnológicos (véase IV-38)).**

**25. Pero, para reforzar esta mayor implicación del sector universitario en los procesos de innovación que se den en los sectores productivos se requiere que el sector científico español (del que las universidades son pieza clave) aumente su peso internacional, para lo cual habría que tomar aquellas medidas que se propongan:**

- **Establecer y, en su caso, consolidar centros de investigación de excelencia tanto de ciencias básicas y aplicadas como de humanidades.**
- **Garantizar la financiación de la investigación universitaria de calidad, especialmente en los intervalos inter-proyectos y en los cambios de orientación, o de tema, de la investigación.**
- **Mantener y ampliar el sistema independiente de evaluación de la calidad de la investigación básica y aplicada, evaluación de proyectos y de publicaciones, patentes y “know-how” que se deriven de ellos. Ello es particularmente importante en el ámbito de las ciencias humanas y sociales, necesitado de métodos claros y objetivos de valoración de sus proyectos y actividades.**

#### 3.4. El fomento público de la investigación básica

26. Bajo la denominación de investigación básica se suelen incluir la investigación emprendida simplemente con la finalidad de adquirir nuevo conocimiento científico así como la investigación estratégica, es decir la emprendida con alguna finalidad de aplicación instrumental ulterior, aunque ni sus resultados, ni el propio proceso de investigación estén, “a priori”, completamente especificados.

Aunque, por supuesto, los resultados de la investigación científica tienen, habitualmente, beneficios de carácter social, medioambiental o cultural, han sido los beneficios de carácter económico los que han recibido mayor atención. En este sentido, cabe decir que la relación entre la investigación básica -financiada, esencialmente, por fondos públicos- y los resultados económicos de un país, y de su sector empresarial en particular, ha sido un tema importante y ampliamente debatido.

El crecimiento rápido de las actividades relacionadas con la investigación científica durante este siglo forma parte, sin duda, de un proceso más general de especialización y de profesionalización de las actividades productivas en los países más avanzados. El signo y la rapidez de este proceso ya fue advertido, con suma perspicacia, por A. de Tocqueville que en 1830 argumentaba que la ciencia conocería una gran expansión en Norteamérica, aparte de como consumo intelectual de alto nivel (financiado por las grandes riquezas que el sistema norteamericano produciría), como fundamento de las ciencias aplicadas que la modernización de la sociedad iba a exigir y como fuente de conocimientos básicos requeridos para facilitar y para guiar la resolución de problemas prácticos.

No es extraño que, en esta perspectiva, se haya consolidado -especialmente desde la finalización de la segunda guerra mundial- un modelo de financiación esencialmente pública de la investigación básica en los países económicamente más desarrollados.

27. Sin embargo, la justificación analítica del mismo ha variado en las últimas dos décadas y, con ello, se ha abierto un debate en torno a la reorientación de las políticas públicas de apoyo a este tipo de investigación.

La justificación tradicional de este apoyo público -aportada por Nelson y Arrow, a finales de los años 50 e inicios de los años 60- remitía, esencialmente, a tres tipos de razones: la imposibilidad de los operadores privados (las empresas) de apropiarse de los beneficios que puedan obtenerse de los resultados de la inversión en investigación básica, la incertidumbre de estos resultados (y de su ulterior aplicación comercial) y las indivisibilidades propias de la producción de conocimiento científico.

Estas tres circunstancias podían determinar un esfuerzo de inversión privada por debajo del nivel socialmente óptimo. En consecuencia, este “fallo de mercado” justificaba la actuación pública: sea facilitando una mejor apropiación privada de los resultados de la investigación (mediante los sistemas de patentes y de derechos de propiedad intelectual), sea mediante ayudas y subvenciones al sector privado para financiar actividades de investigación, sea llevando a cabo directamente este tipo de actividades.

28. Esta justificación del papel de los poderes públicos en el apoyo y financiación de la investigación ha empezado a revisarse, profundamente, en los últimos tiempos.

En efecto, las antes citadas razones (véase IV-27) se basaban, fundamentalmente, en dos supuestos.

En primer lugar, el conocimiento que se obtiene de las actividades de investigación se asimilaba a información; es decir, a conocimiento codificado, ampliamente transmisible y asimilable sin apenas coste.

En segundo lugar -y en la medida en que el conocimiento obtenido de los procesos de investigación es, esencialmente, conocimiento codificado- las interacciones entre los agentes que intervienen en los procesos de investigación se suponía que tenían lugar en el marco de mercados competitivos, donde los precios determinan los intercambios y transacciones de dichos conocimientos.

Progresivamente, estos supuestos se han considerado excesivamente simples y estrechos.

Mientras la consideración del conocimiento científico como conocimiento codificado (como piezas de información) conducía -con Arrow- a su tratamiento como un bien esencialmente público, la reflexión actual considera que dicho conocimiento no es, en ningún caso, reducible a una simple información compuesta de instrucciones codificadas. Por el contrario, la importancia de la dimensión tácita, intrínseca, de dichos conocimientos obliga a una profunda revisión de la visión tradicional de los procesos de investigación en lo que atañe tanto al tratamiento del comportamiento de aquéllos que producen dichos conocimientos, como al tratamiento del comportamiento de aquéllos que los reciben y los asimilan. En efecto, en numerosos casos, los conocimientos no son separables de su soporte humano y material. Adquirir un conocimiento requiere de su adquirente inversiones costosas y específicas: éste ha de identificar el conocimiento que necesita, localizar quiénes pueden proveérselo y aprenderlo. Asimilar verdaderamente nuevos conocimientos requiere, además, un conjunto de conocimientos (locales) complementarios. En consecuencia, no resulta factible -como se suponía hasta hace poco- una política pasiva, de “free riding” de los conocimientos generados en otros lugares.

Por otra parte, las interacciones entre los agentes que participan en un proceso de producción y difusión de nuevos conocimientos no pasan exclusivamente ni primordialmente por los mecanismos de mercado. Estos agentes interactúan directamente unos con otros recurriendo a formas de relación -contractuales y no contractuales- muy diversas, lo cual complica la actuación pública, si bien la hace estratégicamente aún más importante. En efecto, el contexto legal e institucional en el que actúan dichos agentes es determinante de la calidad de sus interacciones (y, por ello, del resultado obtenido de las mismas).

29. En suma, se abre paso una visión distinta de las relaciones entre la investigación básica y los procesos de innovación y, en consecuencia, del papel de los poderes públicos en la financiación y salvaguarda de aquélla.

A los resultados de la investigación básica raramente puede atribuírseles un valor económico intrínseco. Constituyen más bien elementos de partida, extremadamente importantes, para otros procesos de inversión que producirán otros resultados de

investigación y, quizás, innovaciones. La investigación básica es, en este sentido, un proceso de adquisición de conocimientos sobre el mundo que ofrece mejores informaciones para los procesos de investigación aplicada y de desarrollo. En lugar de producir resultados directamente comercializables, la investigación básica interactúa con la investigación aplicada de una forma compleja, que incrementa la productividad de ambos tipos de investigación.

30. Esta visión de la investigación básica, y de su papel en los procesos de innovación determina, de forma crucial, el papel de los poderes públicos en su apoyo. Así, estos poderes públicos, en primer lugar, han de entender las relaciones complejas que la investigación básica mantiene con los otros niveles de investigación aplicada y desarrollo que intervienen en los procesos de innovación. Especialmente, han de comprender la complementariedad de estas relaciones y, por consiguiente, la naturaleza asimismo esencialmente complementaria de las inversiones públicas y privadas destinadas a la investigación, las primeras fundamentalmente orientadas a la investigación básica, las segundas dirigidas, en mayor medida, a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico.

En segundo lugar, han de reconocer no sólo los beneficios directos de la investigación básica (derivados de su contribución a la obtención de nuevos y valiosos conocimientos científicos), sino también de sus beneficios indirectos. Entre éstos últimos pueden considerarse:

- La formación de personas con aptitudes y habilidades de investigación que, luego, han de tener una repercusión positiva tanto en la renovación del personal dedicado a las propias actividades de investigación básica, como, muy especialmente, para proveer personas capacitadas para llevar a cabo tareas de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, especialmente en el sector empresarial.
- La contribución a la elaboración de nuevos métodos y de nuevo instrumental que, asimismo, suelen tener una repercusión muy positiva sobre las actividades de I+D del sector empresarial.

- La contribución a la constitución o, más frecuentemente, a la entrada en redes de conocimiento científico de ámbito mundial. Aunque los beneficios económicos de participación en este tipo de redes son difíciles de evaluar, el valor de disponer de un acceso al stock mundial de conocimiento científico y tecnológico es, sin duda, muy elevado. Esta posibilidad de relación con grupos internacionales de investigación en distintos ámbitos es, también, una de las principales razones por las que los departamentos de I+D empresariales pueden aumentar su relación y cooperación con los centros (públicos) de investigación básica.
- La contribución a la resolución de problemas complejos que pueden plantearse en distintos sectores empresariales. Muchas firmas, en sectores tecnológicamente avanzados, necesitan combinar una gran variedad de tecnologías de una forma crecientemente más compleja. Los centros dedicados a la investigación básica, o el personal formado en ellos, suelen ser piezas clave en estas tareas.
- Finalmente, la investigación básica (universitaria o no) puede favorecer el desarrollo de nuevas iniciativas empresariales, especialmente en ámbitos de alto contenido científico y/o tecnológico.

En tercer lugar, los poderes públicos han de permitir eludir dos tipos de riesgo que tiende a favorecer el sistema de incentivos por el que se guía la financiación privada de las actividades de investigación:

- Por una parte, el horizonte excesivamente a corto plazo en el que acostumbran a asentarse las decisiones empresariales de inversión en I+D basadas, en gran medida, en las anticipaciones de los rendimientos que se obtendrán de los resultados (esperados) de dicha investigación. Compensar los efectos negativos de esta visión temporalmente limitada es una de las responsabilidades de los poderes públicos.
- Por otra parte, el riesgo de que el desarrollo científico y tecnológico quede “encerrado” en trayectorias excesivamente uniformes que unos resultados favorables en el mercado pueden acentuar aún más. Los poderes públicos, en este sentido, han



de ser la salvaguarda de la diversidad en cuanto a las opiniones y orientaciones que puedan desarrollarse en dichos ámbitos.

En cuarto lugar, los poderes públicos han de fomentar y garantizar la colaboración interdisciplinar y a través de redes, en muchos casos de ámbito internacional, especialmente en la investigación básica. Gran parte de los avances del conocimiento científico y tecnológico parecen situarse en las fronteras entre las disciplinas ya establecidas. Muchas de estas han entrado en un proceso de convergencia e intercambio que, sin duda, los poderes públicos han de favorecer.

Finalmente, a diferencia de los restantes agentes económicos, los poderes públicos están, asimismo, en disposición de estimular una demanda cualificada de estos avances científicos-tecnológicos. Es estratégicamente clave lograr que, en todas las áreas, la calidad de la base científica y tecnológica refleje, en gran medida, la calidad de la demanda.

La existencia de usuarios cualificados favorece que la comunidad científica se exija al máximo. Por ello, el desarrollo de iniciativas públicas que mejoren las capacidades de los usuarios de los conocimientos y resultados científicos es una parte muy importante de una política científica orientada a la innovación.

31. La Universidad es una institución fundamental desde el punto de vista de la actividad investigadora, generadora de nuevos conocimientos sin los que la innovación tecnológica terminaría por estancarse, lo que implica un esfuerzo permanente de creación y recreación del saber.

Como ya se ha mencionado, la investigación ha experimentado un notable desarrollo en la Universidad española en épocas recientes. Además, es muy meritorio el grado de desarrollo alcanzado en el sector científico del sistema de ciencia y tecnología, cualquiera que sean los parámetros utilizados. Por vía del ejemplo señalemos que las publicaciones científicas españolas representan el 2,5% de las publicaciones científicas del mundo, y el 6,5% si nos referimos a la Unión Europea. La universidad es el principal generador de publicaciones científicas con el 57% del total, y si son consideradas las publicaciones

científicas surgidas de las colaboraciones Universidad-CSIC y Universidad-Hospitales, ese porcentaje se eleva al 71%.

A tenor de todo lo anterior habrá que volver a subrayar que el acceso de la universidad española al modelo universitario, nacido de las reformas de Humboldt y de Napoleón, vigente en la mayor parte de Europa desde hacía más de un siglo, tiene lugar cuando discurren las últimas décadas del siglo actual cuando, paralelamente, la sociedad está experimentando un cambio social, económico y cultural que plantea nuevos retos a la Universidad. Resulta, en consecuencia, que el modelo universitario logrado se ha visto desbordado por el nuevo entorno social y económico en que aquél debe desenvolverse.

En España, la distribución del gasto en I+D considerando el tipo de investigación en el que éste revierte permite comprobar que -en 1997- el porcentaje de recursos destinados a la investigación básica era de un 22,8%, en contraste con el 38,8% destinado a la investigación aplicada y otro 38,4% a las actividades de desarrollo de productos. Aunque no haya información precisa al respecto, la mayor parte de los recursos que se destinan a la investigación básica se concentran en el sector público de I+D: el sistema universitario y los organismos públicos de investigación.

**Por las razones expuestas anteriormente, es recomendable un incremento relativo de los fondos que financian actividades de investigación básica. Más aún, cuando tras un período de incremento notable de estos recursos (en 1990 representaban el 18% del total y en 1995 sumaban ya el 25,3%), esta trayectoria parece haberse invertido en los últimos años.**

32. Pero este incremento relativo de los recursos -esencialmente públicos- asignados a la investigación básica ha de ir acompañado por unas medidas que favorezcan su mejor utilización.

Por supuesto, la libertad de investigación, que no es sino una prolongación de la libertad de pensamiento, es, sin duda, uno de los pilares sobre los que descansa la ampliación de las fronteras del conocimiento. En consecuencia, la investigación libre debiera ser incluida, con la correspondiente aplicación presupuestaria, en todas las programaciones

plurianuales que se realicen con respecto a las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

**33. Más concretamente, la investigación universitaria (singularmente la investigación básica) deberá aspirar al mayor grado de excelencia y calidad. Para ello, deberían favorecerse iniciativas destinadas a elaborar, con la colaboración de sectores externos, programas de cooperación y coordinación con los sistemas universitarios español y europeo. Este plan debería proponerse el apoyo y la ayuda a las universidades para:**

- **favorecer programas de movilidad de profesores, investigadores y técnicos entre universidades, centros públicos de investigación y empresas (véase también IV-41); esta movilidad debería ser transnacional;**
- **seleccionar el profesorado y, en particular, el personal investigador y contratar personal para proyectos de investigación (véase VI-18); potenciar la carrera investigadora, en el marco de lo propuesto en VI-23 que permita la incorporación de jóvenes investigadores y de becarios post-doc a la Universidad;**
- **mejorar la preparación del personal técnico de apoyo a la investigación, incrementar su número y definir el marco jurídico correspondiente;**
- **promover la incorporación de doctores en el sector productivo, y otras actividades profesionales mediante programas en cuya ejecución se incorporen representantes de los grupos sociales y económicos interesados.**
- **flexibilizar el sistema de obligaciones docentes de los profesores universitarios, modulándolo según la calidad y las oportunidades de la investigación desarrollada en cada caso.**

**El plan podría establecer sistemas de evaluación de carácter sectorial**

34. La ayuda a la investigación debe también apuntar a su difusión en la sociedad. A este fin debe contarse con la colaboración del sector no universitario, incluidos el sector productivo, el sector público y los centros públicos de investigación. De este modo, por un lado, se difumina la línea de separación demasiado estricta entre investigación básica e investigación aplicada al quedar ambas orientadas de forma finalista y, por otro lado, la organización de la investigación adquiere formas de relación con los sectores económico y social, de transferencia de conocimientos y de tecnología y de activos intangibles, se opera en laboratorios de control y homologación y se comparten los campus.

**De ahí que progresivamente la investigación tiende a constituirse en grupos –a veces transitorios-, institutos universitarios pluridisciplinares, centros de investigación y tecnología, etc. (con independencia de la estructura departamental), y en redes integradas por universidades, centros públicos de investigación y centros de I+D de empresas, tanto españoles como extranjeros.**

**Para el logro de este objetivo, han de emprenderse iniciativas como:**

- **el fomento de la utilización de las tecnologías favorecedoras de la colaboración entre grupos de investigación distantes geográficamente o proveedoras de datos e información, sobre experiencias que se están realizando en otro lugar;**
- **el estímulo en la cooperación y coordinación entre universidades a fin de optimizar los recursos destinados a la investigación y potenciar sus posibilidades para atraer recursos procedentes de fuentes nacionales e internacionales financiadoras de la investigación;**
- **la elaboración de un mapa de la investigación universitaria (grupos de investigación, equipamiento disponible de coste superior a un umbral determinado, colaboraciones nacionales e internacionales, etc.).**

### 3.5. Potenciación de la política de transferencia tecnológica y de difusión de los resultados de la investigación

35. La incidencia de la innovación tecnológica sobre una economía está estrechamente relacionada con la capacidad de difusión y de absorción de esta innovación entre sus diferentes sectores de actividad (véase II-19 a II-22).

Por otra parte, también es cierto que la importancia y la capacidad -absoluta y relativa- de crear y difundir conocimientos tecnológicos no son, en absoluto, idénticas en todos los sectores de actividad. Esta capacidad de difusión puede depender del hecho de que estos conocimientos sean más fácilmente codificables o, por el contrario, sean mayoritariamente específicos (o tácitos), del régimen de apropiación de los rendimientos que pueden reportar estos conocimientos, incluso de las políticas estructurales y macroeconómicas.

El hecho de que, en gran medida, los conocimientos científicos no se creen ni se intercambien mayoritariamente en mercados hace que los mecanismos propios de éstos sean habitualmente insuficientes para garantizar una difusión óptima de aquellos conocimientos. Por tanto, la intervención pública parece justificada en este terreno.

36. Durante los años 70 e inicios de los 80, el apoyo de los poderes públicos a la difusión de las tecnologías estaba guiado, fundamentalmente, por la oferta y estaba orientado, especialmente, al sector industrial. Este tipo de política se justificaba en la consideración de que el crecimiento del empleo y de la productividad era mayor en las empresas manufactureras con una mayor intensidad tecnológica que en el resto de los sectores industriales y económicos. En este sentido, un gran número de países crearon bancos de datos tecnológicos, organismos de transferencia y de concesión de licencias y centros de vulgarización industrial (siguiendo las trazas del modelo que, en ciertos países, ya había sido aplicado anteriormente para modernizar el sector agrícola), con la finalidad de promover la adopción de tecnologías específicas (como, por ejemplo, la microelectrónica y los sistemas de concepción y de fabricación asistidos por ordenador).

Sin embargo, muchas evidencias concretas condujeron a la conclusión de que un buen número de obstáculos a la difusión de las tecnologías eran internas a la propia empresa y que eran el resultado de las insuficiencias de éstas en el terreno del nivel de cualificación de la mano de obra y de las capacidades organizativas y de gestión. Es por ello que, en la última década, las políticas públicas en materia de difusión de las tecnologías se han orientado más hacia la instrumentación de medidas tendentes a superar estos obstáculos internos y a desarrollar más la capacidad de absorción de conocimientos y habilidades tecnológicas por parte de las empresas.

La difusión de las tecnologías supone costes irrecuperables por parte de aquellas empresas que las adoptan. Por ello, la dirección principal de las políticas públicas en esta materia consiste, actualmente, en iniciativas tendentes a la reducción de estos costes. Así, desde inicios de los años 90, muchos países del área de la OCDE han llevado a cabo programas de demostración de nuevas tecnologías y de fomento, servicios de asistencia técnica y asesoramiento a las empresas, mecanismos de constitución de redes y, especialmente para las pequeñas empresas, programas de formación y valorización de los recursos humanos con el fin de mejorar su capacidad de absorción de los avances tecnológicos.

En suma, se ha producido, progresivamente, una transición de políticas de difusión que encaraban un tipo de transferencia en sentido único de los resultados de la investigación (pública, básicamente), hacia políticas que consideran la innovación y su difusión como procesos altamente interdependientes. Estas políticas se esfuerzan en mejorar la capacidad general de las empresas para asimilar la tecnología (por medio de instrumentos de formación de personal y de asistencia técnica y de servicios de divulgación y vulgarización industrial). A otro nivel, estas políticas sostienen iniciativas tendentes a crear una capacidad global de innovación de las empresas recurriendo, especialmente, a instrumentos como las políticas de marca a escala del sector y los mecanismos de diagnóstico y de “benchmarking” que pueden ayudar a las empresas a desarrollar una asimilación más estratégica de la tecnología que emplean.

37. Como se ha indicado (véase I-45) la balanza tecnológica española es fuertemente deficitaria. El sistema de ciencia y tecnología español posee una capacidad muy reducida

de innovación. La empresa española continúa, lógicamente, innovando con tecnologías importadas en su mayor parte. De hecho la empresa española dedica el 1,2% del PIB al desarrollo de innovaciones, aunque únicamente la tercera parte de este gasto es destinado a actividades de I+D.

La capacidad endógena de innovación requiere fluidez en la transferencia de resultados desde los sectores científico y tecnológico al sector productivo, y necesita instrumentos adecuados que faciliten la articulación y la comunicación entre los sectores del SCT.

La eficacia en la consecución de los objetivos anteriores aumenta si el propio sector productivo participa en el proceso de generación, difusión y, por supuesto, explotación de la innovación. Por ello, además de las iniciativas ya consolidadas como son las Oficinas de transferencia de resultados de investigación o los Centros Tecnológicos, parece conveniente impulsar nuevas formas de cooperación, además de intensificar aquéllas que están proporcionando resultados más satisfactorios, que redunden en una mejor y más rápida aplicación de los resultados de la investigación para la obtención de nuevos productos y la mejora de los procesos de producción y comercialización.

**Dos modalidades de iniciativas que se han revelados muy eficaces, a tenor de la experiencia tanto española como internacional, son: los consorcios Administración-Empresas de un determinado sector productivo y las asociaciones de empresas de idéntica, o complementaria, actividad, establecidas en zonas geográficas que ya gozan de cierta tradición en un sector productivo determinado, o inician su andadura.**

En el primer caso, la Administración encauza el apoyo al desarrollo tecnológico a través de los programas elaborados por los consorcios establecidos. Esta modalidad ha sido el referente de la política tecnológica desarrollada por la Administración Clinton a partir de enero de 1993, articulada a través de diferentes consorcios (Consortium on Semiconductor Technology; Technology Reinvestment Project; Cooperative Research and Development Agreement; Manufacturing Extension Program; Small Business Investment in Research, etc.).

Otro tipo de iniciativas consiste en promover la asociación de empresas cuya actividad es desarrollada en el mismo sector productivo, o en sectores muy relacionados, ubicadas en la misma comarca o región (industrias agroalimentarias, industrias conserveras, manufacturas de la piel, etc.). Estas asociaciones pueden tener expresión en centros de tecnología e innovación, laboratorios industriales, asociaciones para la investigación y el desarrollo, etc. a los cuales podrían incorporarse becarios post-doctorado, jóvenes investigadores y tecnólogos que en el presente desarrollan su actividad en España o en el extranjero e investigadores o tecnólogos de los centros públicos de investigación.

38. Para que la Universidad española participe más activamente en los procesos de innovación deberá ampliar su participación en el Sistema de Ciencia y Tecnología a través de formas mixtas, como las antes mencionadas (véase IV-24 y IV-34) y fijar una política de selección de nuevos investigadores y tecnólogos de acuerdo con la demanda y desarrollo previsible de los diferentes ámbitos científicos y tecnológicos.

El conjunto de las denominadas infraestructuras de apoyo a la innovación en España tienen una historia aún demasiado breve y un desarrollo desigual para considerar que estén plenamente asentadas. Como mecanismos de mediación más frecuentes entre el sistema público de investigación y el sector empresarial y de las administraciones públicas, suelen citarse:

- **Los parques científicos tecnológicos que desempeñan un papel importante como difusores y catalizadores del proceso de innovación, especialmente con relación a las pequeñas y medianas empresas (PYMES). En los hasta ahora creados, la Universidad tiene una presencia activa importante, como miembro de consorcios Administración-Empresas-Universidad, como proveedor de recursos humanos cualificados o como ejecutora de contratos de investigación y desarrollo suscritos con empresas instaladas en ellos.**
- **Los campus de incubadoras de iniciativas innovadoras y empresariales. En ellas, los nuevos graduados, dispondrían, durante un intervalo de tiempo determinado, de la infraestructura física necesaria para verificar su idea o**



**proyecto, como etapa previa a su implantación en el sector productivo y empresarial.**

3.6. El fomento de nuevas iniciativas empresariales asociadas a las oportunidades que crean las nuevas tecnologías

39. Una cuestión muy relevante, relacionada con la extensión de los procesos de innovación y difusión de las nuevas tecnologías, es la emergencia de una nueva capacidad emprendedora. Numerosos estudios confirman el desarrollo, en muchos países, de un segmento de empresas (mayoritariamente pequeñas o medianas empresas) de alto contenido tecnológico que tienen, asimismo, una contribución importante en la propia creación de nuevos conocimientos, en su difusión y en las mejoras de productividad y en la creación de nuevos puestos de trabajo.

Más concretamente, estas nuevas empresas juegan un papel cada vez más importante en las sociedades avanzadas, ya que directamente, generan un flujo de nuevos productos, servicios y conocimientos, e indirectamente, sirven de agentes centrales en el estímulo de sinergias de conocimiento dentro de los propios sistemas de innovación. Suelen ser, en gran medida, complementarias a las grandes firmas en los procesos de renovación y ampliación de los fundamentos tecnológicos de la expansión económica.

40. Naturalmente, las grandes empresas y estas nuevas empresas se caracterizan por operar en condiciones de riesgo y de rentabilidad muy diferentes. Las primeras tienen a su disposición muchos más recursos financieros, tecnológicos y de producción y tienen acceso más fácil a las redes de distribución. Al disponer de un mayor poder de mercado para rentabilizar su actividad de innovación están, en general, en disposición de limitar los riesgos en materia de I+D, diversificando sus proyectos. Sin embargo, estas grandes empresas acostumbran a tener asimismo unos importantes costes fijos irrecuperables comprometidos en estructuras tecnológicas preexistentes y, por eso, se muestran, a menudo, reticentes a invertir en los sectores demasiado alejados de sus propias competencias de base, sobre todo si los mercados de estos sectores no son aún demasiado importantes para garantizar una amortización rápida de aquellas cargas fijas.

En cambio, las nuevas empresas de alto contenido tecnológico se especializan en nuevas actividades que no requieren inmobilizaciones importantes en I+D, pero que se benefician de un gran dinamismo, flexibilidad interna, capacidad de adaptación a la evolución de los mercados y de unas elevadas capacidades en dominios tecnológicos altamente especializados. Por esto responden directamente a necesidades de sus clientes; en consecuencia, se ven más inducidas por la demanda que en el caso de las grandes empresas.

Son más activas que ellas en los procesos de intercambio de conocimiento entre las empresas, amplían el ámbito de desarrollo de relaciones de “partenariado” y aceleran, por ejemplo, los procesos de “spin off” y de fertilización cruzada. En particular, estas empresas juegan un papel importante en las redes de innovación, ya que cubren el déficit de información y de transmisión de conocimientos tecnológicos existentes, en muchos casos, entre las grandes organizaciones del conocimiento y las empresas de los sectores tradicionales.

Europa -y España, por supuesto- muestra, hasta ahora, un déficit importante de este tipo de empresas, sobre todo en comparación con los Estados Unidos. Las razones que suelen darse pueden calificarse en los cuatro grupos siguientes:

En primer lugar, el acceso insuficiente e inadecuado a la financiación externa. La financiación de sus actividades puede ser un grave problema en este tipo de empresas en diferentes momentos de su ciclo de vida: en la fase de preproyecto; y en la fase de lanzamiento (lo cual compromete, a menudo, la consolidación y desarrollo ulterior de la empresa). Además, tras unos años de actividad, estas nuevas empresas suelen encontrarse frente a una alternativa estratégica: permanecer en una escala modesta, o llevar a cabo una trayectoria duradera de fuerte crecimiento, lo cual exige inversiones más importantes que pueden ser difíciles de financiar si quieren mantener su propia autonomía de decisión.

En este caso, el capital-riesgo debería jugar un papel clave, tanto como circuito de financiación más adecuado a las necesidades de estas empresas de alto contenido

tecnológico, cuanto como mecanismo de selección del mercado más generador de valor añadido y favorecedor del crecimiento.

En segundo lugar, el déficit de informaciones, de recursos humanos cualificados y de competencias de gestión. En muchos casos, la energía y el esfuerzo llevados a cabo por las nuevas empresas de alto contenido tecnológico hace que éstas no presten suficiente atención y recursos a los aspectos propiamente comerciales de un proceso de innovación. Su éxito depende, en gran medida, de la cantidad, calidad, coste y accesibilidad a las informaciones sobre los mercados. En consecuencia, el desarrollo de estas nuevas empresas puede verse neutralizado por la falta de recursos humanos suficientemente capacitados en las competencias de gestión adecuadas. Este déficit de personal cualificado en estos menesteres es, habitualmente, el resultado de: retrasos o inadaptaciones de los sistemas de formación frente a las nuevas exigencias de los mercados; falta de movilidad de estos trabajadores más cualificados, y en la mayoría de países europeos, de la existencia de reglamentaciones del mercado de trabajo y de tratamientos fiscales que tienden a incrementar los riesgos asociados al crecimiento de las empresas, y a desincentivar la inversión en la mejora de cualificaciones.

En tercer lugar, las barreras a la entrada de los mercados y otros obstáculos reglamentarios. En Europa, además del propio clima empresarial, uno de los principales factores que frenan la creación de estas empresas de alto contenido tecnológico tiene que ver con las reglamentaciones que prohíben o complican las iniciativas de “spin off” de las grandes empresas, de las universidades y de los organismos públicos de investigación, o que limitan las posibilidades para ofrecer incentivos apropiados al personal más cualificado.

Los obstáculos reglamentarios a la entrada al mercado (o una política de la competencia poco rigurosa) son también dificultades para la creación y el crecimiento de estas empresas. Entran en esta consideración: el coste excesivo de constitución de una sociedad, la penalización económica (y social) excesiva de los procesos de quiebra, las diferencias en las reglamentaciones medioambientales y sanitarias entre los países europeos, el coste y los plazos de obtención de derechos de propiedad intelectual, etc.

Finalmente, en cuarto lugar, las nuevas empresas de alto contenido tecnológico casi nunca pueden sobrevivir aisladas de los demás agentes del sistema de innovación. Son, por tanto, muy tributarias de aquellas condiciones que favorecen su interacción con estos otros agentes (a nivel local, nacional e internacional). Así, actúan como factores favorables para su creación y desarrollo: la propensión de las grandes empresas en establecer relaciones de “partenariado” con estas nuevas empresas; la eficacia de intercambios entre estas empresas y las instituciones o centros de investigación (públicos o privados); la disponibilidad de marcos adecuados para la interacción con otras empresas del mismo perfil tecnológico (parques, viveros y centros tecnológicos) y que les ofrecen servicios compartidos, y las iniciativas públicas de estímulo a la integración en redes de difusión del conocimiento científico y tecnológico.

41. Hay gran coincidencia en estimar que el nuevo escenario favorece iniciativas empresariales de nuevo tipo, al calor del desarrollo de las nuevas tecnologías (informática y electrónica, nuevos materiales, biotecnología). Las universidades y la investigación que se lleva a cabo en ellas pueden ser un caldo de cultivo apropiado para el surgimiento de estas iniciativas. Ahora bien, para favorecerlo han de eliminarse algunas de las restricciones -internas y externas a las propias universidades- que dificultan dicho proceso y que se acaban de enunciar. Al efecto se sugiere:

- **Favorecer, en primer lugar, la consolidación de grupos o centros de investigación de calidad con la suficiente entidad para poder integrarse en redes internacionales, con una dimensión multi e interdisciplinar que puedan optar a realizar proyectos estratégicos que requieren de un número elevado de científicos y tecnólogos. En el primer volumen del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) se señala que, “desde un punto de vista estructural, el sistema público español de I+D, tiende a perpetuar la existencia de grupos pequeños, por la necesidad de promoción individualizada y la ausencia de incentivos para la creación de grupos mayores o fuertemente relacionados entre sí, dificultando la realización de proyectos de I+D que requieren una masa crítica elevada. Por ello, existe una falta de adecuación entre la oferta de los grupos de I+D del sector público (y en particular de las universidades) y la demanda tecnológica que las**

empresas requieren de ellos”. En general, muchos grupos de investigación - básica, pero también aplicada- de las universidades llevan a cabo su actividad excesivamente a espaldas de las necesidades de las empresas.

- En segundo lugar, introducir, el reconocimiento y valoración de los parámetros de innovación (patentes, “know-how”, asistencia técnica y profesional, etc.) en la carrera profesional del personal docente e investigador, con el fin de facilitar la participación de dicho personal en proyectos industriales.
- En tercer lugar, promover las capacidades de gestión y de conocimiento del mercado por parte del personal investigador y de apoyo de los grupos de investigación universitarios.
- Favorecer, en cuarto lugar, una mayor movilidad entre el personal investigador de las universidades y el personal investigador en las empresas. Al respecto, deberían eliminarse los obstáculos reglamentarios que complican o impiden las iniciativas de “spin off” desde las universidades. En particular, debería permitirse y estimularse la permanencia de personal investigador (con estatuto de funcionario y no sólo de personal en período de formación) de las universidades en los departamentos de I+D -o en otros departamentos de diseño, concepción, etc.- de las empresas, garantizándoseles, si lo desean, su regreso en las mismas condiciones anteriores a sus funciones docentes e investigadoras en los centros universitarios una vez terminadas estas estancias.
- Apoyar, en quinto lugar, la creación de empresas por los propios investigadores o grupos de investigación universitarios para desarrollar y explotar los resultados de sus investigaciones. Al respecto, es interesante la regulación de estas iniciativas establecida por la Ley de 12 de julio de 1999 sobre innovación e investigación de Francia, que establece las condiciones en que funcionarios civiles (entre ellos personal universitario) pueden ser autorizados a participar a título personal, en calidad de asociados o de directivos, en la creación de una empresa cuyo objeto sea asegurar la valoración de las tareas de investigación que hayan realizado en el ejercicio de sus funciones.

- **En sexto lugar, mejorar las condiciones de financiación de estas iniciativas empresariales con el fomento de sociedades de capital-riesgo o de otras actuaciones que favorezcan la obtención de financiación especialmente en las fases de preproyecto y de lanzamiento (véase IV-40).**
- **En séptimo lugar, ampliar y consolidar la dotación de infraestructuras de apoyo a la investigación universitaria (véase IV-24 y IV-34) en su proyección hacia el mundo empresarial.**
- **Finalmente, esforzarse por difundir dentro y fuera de la Universidad una nueva cultura que reconozca los valores sociales de la iniciativa empresarial y de gestión, y la capacidad de asumir riesgos.**

### 3.7. Promover una mayor difusión territorial del esfuerzo de I+D

42. Al programar el esfuerzo público para realizar actividades de investigación, desarrollo e innovación, así como al establecer incentivos para que el sistema de ciencia y tecnología alcance mayor desarrollo, será conveniente hacerlo de modo que aumente su difusión interterritorial.

La falta de cohesión también acompaña a algunos sistemas de ciencia y tecnología de otros países de la Unión Europea. Así, la región Ile-de-France concentra el 40% del potencial investigador de Francia, y las regiones de Lisboa y de Estocolmo atraen el 53% y el 42%, respectivamente, de las actividades nacionales de investigación y desarrollo. Sin embargo, en otros países estas actividades están distribuidas de modo más uniforme. Un ejemplo es Alemania, donde los centros de excelencia tienden a estar diseminados de forma más equilibrada.

La Unión Europea, para promover el progreso de las regiones menos avanzadas, ha desarrollado políticas encaminadas a este fin. Los fondos estructurales, instrumento de apoyo financiero para el desarrollo regional, facilitan el aumento de la capacidad y

potencial investigadores: infraestructuras, parques tecnológicos, apoyo a proyectos de innovación y tecnología, y formación de recursos humanos en ciencia y tecnología.

43. En España, el panorama de su sistema de ciencia y tecnología, considerado desde la óptica territorial, ha mejorado con la ampliación de la red universitaria, mediante la creación de nuevas universidades o el desarrollo de campus universitarios en poblaciones donde no existían hasta ahora. Estos han sido elemento catalizador, impulsor y aglutinador de actividades de investigación y desarrollo, y han representado una ampliación de dicho sistema. Resultado que hubiera sido mejorable si, en la creación de las nuevas universidades, la diversificación de la oferta y las potencialidades del entorno hubieran tenido mayor peso.

Las actividades de I+D antes comentadas se han revelado como soporte indispensable para los planes estratégicos transnacionales, nacionales y regionales, e instrumento óptimo para explotar las potencialidades de las diferentes comarcas, pues aportan valor añadido -expresado en innovación, atracción de capital inversor, puestos de trabajo cualificados, actividad económica, fijación de la población, etc.- de los productos y de las actividades tradicionales de la zona.

El resultado conseguido con la ampliación de la red universitaria y con el estímulo y apoyo de las universidades a las actividades de I+D, puede servir de referencia para la programación y desarrollo de nuevas iniciativas, alentadas por la Administración del Estado y/o por las Administraciones Autonómicas, con especial atención a la creación de centros, de marcado carácter tecnológico, vinculados a la actividad productiva y a la explotación de nuevas potencialidades del entorno.

**Se recomienda, pues, la creación de una red de instalaciones medias, es decir, instalaciones que por su naturaleza, servicios y presupuesto no alcanzan la entidad y proyección de las denominadas grandes instalaciones, que superan las posibilidades individuales de las instituciones y de la mayor parte de las empresas, y sirven de apoyo a los centros de investigación y a las empresas.**

**La ampliación de esta red de centros cuya finalidad consista en el desarrollo de tecnología, la aceleración de la difusión y comercialización de las técnicas, y mejora de los procesos de producción, fortalecerá el sector tecnológico del sistema de ciencia y tecnología y facilitará la innovación del sector productivo, particularmente de las PYMES.**

**En este empeño debe existir coordinación entre los programas de la UE, del Estado y de las Comunidades Autónomas para optimizar la utilización de los recursos y para obtener mayores beneficios sociales de las actividades de I+D.**

3.8. Una mayor potenciación de los esfuerzos de formación de nuevos investigadores: reforma de los estudios de doctorado

44. Si la Universidad, como se ha evidenciado más arriba, contribuye al esfuerzo de investigación de los países más avanzados, juega un papel aún más relevante en la formación del personal investigador. Este adiestramiento de nuevos investigadores tiene su piedra angular en el doctorado.

El doctorado ha formado parte de los grados académicos -bachiller, licenciado y doctor- otorgados por la universidad desde sus orígenes. En la actualidad, el grado de doctor es conferido sólo por la Universidad, para lo cual es necesario haber superado los cursos de doctorado y realizado un trabajo de investigación (tesis doctoral). La función neurálgica del doctorado en las facetas antes evocadas y el carácter de exclusividad de la Universidad para su colación le convierten en elemento fundamental que debe polarizar la atención de esta institución.

La consideración social de los estudios de doctorado es actualmente insuficiente, aunque precisamente son estos estudios los que abren la vía a la carrera académica. Al haberse restringido el acceso a muchos estudios universitarios de licenciatura y de ingenierías, el número de estudiantes de mejor nivel con estímulos para seguir en la Universidad ha descendido considerablemente en aquellos casos, como sucede por ejemplo en medicina. En estos estudios, y en particular en los campos científicos de las ciencias médicas



básicas, ya empiezan a notarse carencias significativas en cuanto a licenciados en medicina que cursen doctorados.

Por otra parte, sorprende que, mientras para lograr una plaza en la Universidad, en titulaciones con limitación de plazas existe una selección muy exigente que discrimina notablemente en función de las calificaciones, para acceder a los estudios de tercer ciclo y posterior doctorado en algunas áreas no existe ninguna exigencia ni hay apenas competencia.

45. Tradicionalmente, el modelo de doctorado en Europa se ha conformado como un ciclo de introducción a las tareas de investigación, que se asocia al desarrollo personal y a la formación especializada del doctorando. Este proceso debe culminar con la realización y defensa de una tesis doctoral (basada en una investigación original), orientada y dirigida por un profesor. La obtención del título de doctor, en la mayoría de los casos, marca el inicio de la carrera académica en la Universidad (véase VI-23).

Sin embargo, en las últimas décadas el doctorado ha sido objeto de una profunda reformulación en muchos países. Estas reformas se han traducido en la emergencia de nuevas estructuras de formación para la investigación (tales como las “Ecoles doctorales” en Francia o las “onderzoekscholen” de Holanda), que se aproximan más a las escuelas de tercer ciclo norteamericanas, y también en una modificación de los objetivos y contenidos de los estudios de doctorado. Esta reorientación, en todos los casos, se ha visto sustentada por la percepción creciente de que hay que diversificar la finalidad esencial (y casi única) que hasta ahora tenía el doctorado: la formación de futuros docentes e investigadores para la propia Universidad.

Los futuros doctores deben ser capaces, actualmente, de cumplir otras funciones en la sociedad. Por ello, deben incorporarse en sus procesos de formación otras competencias que puedan requerir las empresas y otras organizaciones al margen de las propias universidades.

46. La importancia del doctorado reside en la adquisición de nuevas capacidades para enfrentarse a problemas, buscar soluciones, parciales o totales, analizarlas, exponerlas,

defenderlas y transmitir las adecuadamente. A lo largo de esta etapa, el doctorando practica el proceso de pensamiento crítico, adquiere conciencia del esfuerzo que supone alcanzar cualquier tipo de objetivos, aprende a rectificar sus equivocaciones y a formular y expresar sus ideas, discutir las y defenderlas racionalmente, incorpora y desarrolla nuevas técnicas, se habitúa a una metodología de trabajo y combina, a menudo, estancias en distintos centros de investigación.

El retraso en innovación que tiene Europa frente a los EE.UU. o el Japón, de causas complejas, se manifiesta en parte por el déficit de la presencia de investigadores en las empresas: en EE.UU. y Japón el número de investigadores de una empresa por cada mil empleados es seis, en Europa es de sólo dos. En los EE.UU. el 17% de los científicos doctores y el 21% de los ingenieros doctores en activo están desempeñando funciones de dirección y de administración en las empresas.

47. En España, el doctorado no acaba de beneficiarse de las distintas normativas que en los últimos quince años se han producido. Es cierto que ha crecido de modo notable el número de estudiantes que cursan doctorado, aunque también es verdad que el porcentaje de los que abandonan sin haber concluido la tesis doctoral es tremendamente alto (del orden del 87%). Y es también cierto que las motivaciones de quienes inician estudios de doctorado son diversas, pero posiblemente no sea la mayoritaria la de quien contempla estos estudios superiores como puerta para seguir en la docencia y la investigación. Así, por ejemplo, suele iniciarse la preparación al doctorado para mejorar el curriculum profesional, o para sustituir la carencia de cursos de tipo C (véase III-27).

La escasa presencia de doctores en el sector productivo español, problema común a otros países europeos, se ha intentado paliar mediante la formación de los investigadores sobre las realidades industriales, la explotación de técnicas científico-instrumentales por la industria y el apoyo económico a las empresas que contraten a doctores. En este sentido se han estructurado dos programas para alentar la cooperación entre las universidades y la industria en la formación de doctores. El primero implica completar la realización de la tesis doctoral mediante una estancia en una industria; el segundo está basado en la concesión de becas a jóvenes investigadores para realizar su tesis doctoral participando en el desarrollo de un proyecto de investigación definido por la empresa.

Los programas anteriores, que es necesario intensificar, seguir y valorar, recogen la filosofía que impregna otros programas de colaboración universidad-industria tales como “Conventions industrielles de formation pour la recherche”, en Francia y, en el Reino Unido, el “Teaching Company Scheme”, la “Post graduate Training Partnership”, etc.

**En cualquier caso, los dos programas citados para la incorporación de doctores a la industria atañen a un número de doctorandos relativamente pequeño y parece, pues, que podría ser completado con programas de prácticas en empresas, durante o inmediatamente después del doctorado, de manera similar a como se hace con los graduados.**

48. Actualmente, en los países de la Unión Europea se debaten dos cuestiones esenciales relativas a los estudios de doctorado: en primer lugar, su grado de adecuación a las necesidades de la investigación y de la sociedad en general y, en segundo lugar, las pautas de reforma de contenidos, programas y duración de dichos estudios.

En todos los casos, parece haber una coincidencia general en las dos líneas que deberían sustentar esta modernización del doctorado:

**En primer lugar, mayor diversificación en la preparación de los doctorandos (a través de los estudios de tercer ciclo) y una mejor adecuación de sus objetivos de investigación a las necesidades de la sociedad, sin que ello suponga renunciar a las exigencias de originalidad de la propia investigación.** Como se ha dicho, en Europa, la preparación de un doctorando suponía los primeros pasos hacia una carrera universitaria. Contrariamente a las instituciones universitarias norteamericanas, las europeas se han preocupado menos por el proceso de formación de los doctorados y han confiado más en la supervisión de la calidad del producto final de la investigación (la tesis doctoral). Actualmente, se abre camino una posición intermedia al respecto. Así, en el Reino Unido, el “Committee of Vice Chancellors and Principals”, considera que hay que valorar tanto el producto -que consiste en una contribución original al progreso de los conocimientos- como el proceso -es decir, la propia formación del investigador. La valoración de ambos aspectos puede tener, asimismo, una ponderación específica según el tipo de investigación de que se trate, de forma que en las áreas de ciencias humanas y

sociales podría privilegiarse el producto de la investigación, mientras que en las áreas de ciencias experimentales podría otorgarse valor particular al proceso de formación de los doctorandos integrados en equipos de investigación.

**En segundo lugar, se pretende poner a los doctorandos bajo la dirección y supervisión de una institución y no exclusivamente bajo la de un profesor (doctor). Este es, por ejemplo, la función de las denominadas “Ecoles doctorales”.** En Francia, éstas se conciben como el conjunto de cursos de estudios, de formación y de investigación que conduce a la redacción y defensa de una tesis doctoral. Estas “Ecoles doctorales” deben ser el lugar privilegiado de coordinación de sus componentes, equipos de enseñantes y laboratorios de investigación, que aseguren el encuadramiento científico del doctorando. En la medida que sólo una parte proporcionalmente decreciente de los doctores encontrarán, en un futuro, su inserción profesional en el propio mundo universitario y en los organismos públicos de investigación, estas instituciones deben tener como parte importante de su misión, además de las ya expuestas, la de facilitar el futuro profesional de los doctores en otros ámbitos ajenos a la propia Universidad: facilitando información sobre estos ámbitos, sensibilizando y sirviendo de puente a las empresas, proponiendo enseñanzas complementarias a las que constituyen el núcleo central de la formación de los investigadores y que puedan ayudarles a incorporarse con mayor facilidad a sus futuros trabajos.

Asimismo, hay quienes preparan su doctorado en los laboratorios de empresas industriales bajo la supervisión de investigadores debidamente autorizados por las universidades. La preparación de tesis doctorales en los laboratorios públicos -el CNRS o el INSERM en Francia o el CSIC en España- es práctica ya muy antigua en Europa. Sin embargo la expedición del título de doctor continua siendo potestad exclusiva de las universidades.

49. En España, los estudios de doctorado han sido modificados recientemente y no existe, por tanto, perspectiva temporal para analizar los resultados.

En consecuencia, considerando la importancia del doctorado es necesario cuidar su desarrollo con esmero tanto en lo relativo al profesorado que lo ha de impartir, a la

infraestructura física y a los medios económicos necesarios como a la admisión de estudiantes.

**Se sugiere llevar a cabo modificaciones en el diseño del tercer ciclo, de manera que se prestigie el título de doctor, como garantía de formación de calidad para acceder a puestos cualificados y también como fase previa para quien pretenda seguir después la carrera académica. Esta reforma del tercer ciclo debería desarrollar con precisión las líneas básicas anteriormente expuestas (véase IV-48) en consonancia con las pautas que, respecto al doctorado, se siguen en muchos países de la Unión Europea, tratando de converger con ellas en lo que atañe a armonización de la duración, a los requisitos académicos y a la denominación de las titulaciones.**

**Para mejorar la programación de cursos de doctorado por parte de las universidades, podrían incorporarse exigencias externas a la institución por la vía de la contractualización, para evitar que se ofrezcan como programas de doctorado lo que no son sino meras adiciones de contenidos teóricos en un departamento (según lo que antes de la vigencia de la LRU constituían los denominados cursos de doctorado).**

**Las universidades deberían colaborar entre sí y con otras instituciones y personas externas para desarrollar programas comunes de doctorado.**

**Debería además contarse con medios suficientes para la ampliación de los programas de becas destinadas a estudiantes extranjeros y otorgar el debido reconocimiento académico a la dedicación de los profesores universitarios al doctorado.**

**Podría estudiarse el establecimiento de un sistema de valoración intermedia que pudiera conducir a una certificación similar a la que emplean otros sistemas, como el francés DEA que se propone como cursos de tipo C (apart. III-27).**