

# ACCIÓN CRECE

**Comisiones  
de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España**



---

Confederación de Sociedades Científicas de España

Junio 2005

Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), 2005  
Vitruvio, 8. 28006 Madrid  
[www.cosce.org](http://www.cosce.org)

Depósito Legal: B-30.855-5-05  
Producción editorial: Rubes Editorial  
Impreso en Cargraphics

*Acción CRECE* ha contado con la ayuda de una Acción Especial  
del Ministerio de Educación y Ciencia.



# Sumario

<b>Prólogo</b>	5
<b>Directorio</b>	7
<b>Ponencias</b>	
Estructuras e instrumentos de la política científica	11
Recursos humanos en la investigación	45
Ciencia y empresa: hacia un ecosistema dinámico para la innovación en España	69
España en Europa	91
Ciencia y sociedad	123
<b>Anexo</b>	
Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)	165

## Prólogo

España se encuentra actualmente en una encrucijada en la que debe decidir si su futuro se construirá sobre una economía basada en el conocimiento, siguiendo los acuerdos de la cumbre europea de Lisboa de 2000 o, por el contrario, si renuncia a ese camino y, con él, a ejercer un papel de liderazgo en Europa y en el mundo de las próximas décadas.

La comunidad científica española, consciente de la necesidad de mejorar el sistema español de ciencia y tecnología, determinó integrar sus sociedades científicas más representativas en una entidad superior: la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE). La Confederación inició formalmente su camino a mediados de 2004 con los objetivos de contribuir al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, actuar como interlocutor cualificado y unificado de los científicos ante la sociedad civil y ante sus poderes públicos representativos, promover el papel de la ciencia y contribuir a su difusión como ingrediente necesario de la cultura. En la actualidad, agrupa a medio centenar de sociedades científicas que representan a más de 30 000 científicos españoles.

A su capacidad de interlocución, fundamentada en su representatividad, la COSCE añade su voluntad de aportar conocimiento que pueda ser útil a los distintos agentes económicos, sociales y políticos. Los objetivos que la COSCE se ha impuesto no contemplan la ciencia desde una perspectiva meramente académica o especulativa, sino global, capaz de generar conocimiento útil para promover, colaborar y apoyar de forma activa las iniciativas que, tanto desde el sector público como desde el privado, procuren el fortalecimiento de la ciencia en España como factor de progre-

so económico y social. Ante lo cual, la COSCE se constituye en un instrumento corporativo capaz de fomentar la investigación, mejorar la enseñanza de la ciencia, difundir el espíritu científico y promover la apreciación social por los valores de la ciencia. Estamos convencidos que los líderes europeos estaban en lo cierto cuando afirmaron en Lisboa que Europa debe convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva del planeta si no quiere perder su posición de privilegio. Para que esto ocurra, la sociedad en su conjunto debe ser consciente del valor de la educación y de la ciencia como factores impulsores del crecimiento económico.

La ciencia en España ha progresado de forma muy significativa en los últimos 20 años. Sin embargo, un análisis somero de la situación actual sugiere que esa evolución tan positiva ha encontrado techos que aconsejan una reconsideración profunda del propio sistema y un análisis cuidadoso de las nuevas circunstancias en que debe aplicarse cualquier reforma del mismo. Esta afirmación puede apoyarse fácilmente con datos cuantitativos, disponibles entre la gran cantidad de información elaborada por los ministerios implicados y por las distintas entidades dedicadas a la evaluación y al seguimiento de la investigación. Sin embargo, faltan las propuestas de acción que deberían ser la consecuencia de esos estudios. Por ello, la COSCE puso en marcha la primera de sus grandes líneas de acción, auspiciando la creación de cinco grandes ponencias de expertos para llevar a cabo la **Acción CRECE** (Comisiones de Reflexión y Estudio de la Ciencia en España).

Estas comisiones se han encargado de evaluar la situación de la ciencia en nuestro país desde

una posición totalmente independiente. A partir de su reflexión sobre la documentación existente y el significado de los parámetros observables proponen actuaciones que deben contribuir a fortalecer el sistema científico-técnico español y sus vínculos con todos los agentes sociales. La **Acción CRECE** ha dado lugar a unas conclusiones que se concretan en propuestas de actuación claras y prácticas para revitalizar, reformar y, en su caso, introducir cambios estructurales en nuestro sistema científico, tanto en sus aspectos fundamentales como en los relativos a su repercusión económica y social. Obviamente, los destinatarios de las conclusiones y propuestas de **CRECE** son los ministerios implicados en el sistema español de I+D, como organismos responsables de seleccionar las prioridades de actuación y de diseñar instrumentos de financiación y métodos de evaluación que aseguren una correcta asignación de los recursos, y también los propios científicos, como creadores y ejecutores de la investigación científica y gestores directos de las inversiones realizadas. Asimismo, se pretende hacer llegar un mensaje nítido a los restantes agentes implicados en el sistema, en particular a los empresarios, educadores, y a la sociedad en general, para que el progreso científico y la innovación tecnológica tengan una presencia mayor en todos los ámbitos.

En el proyecto **CRECE** participan científicos, profesionales y expertos que, por sus conocimientos, experiencia y prestigio en distintos ámbitos

profesionales relacionados con la ciencia, han enriquecido sus contenidos y proporcionado la solidez y amplitud que los objetivos requerían para asegurar el apoyo y la colaboración de los sectores público y privado. Por su capacidad de acción y liderazgo representan el más formidable equipo de trabajo que se haya constituido desde la comunidad científica.

El primer éxito de semejante empresa lo constituye el haber conseguido que el conjunto de los científicos, en colaboración con la sociedad, se hayan organizado para ofrecer soluciones prácticas al candente problema de la modernización de nuestro sistema de ciencia y tecnología. Sin embargo, la **Acción CRECE** va más allá: aborda una tarea ambiciosa y atrevida, de gran importancia estratégica para el desarrollo sostenido de nuestro país en un contexto de gran competencia internacional: el fortalecimiento de la ciencia como factor cultural y motor económico de España.

Todos aquellos que nos hemos implicado en este proyecto, y la COSCE en primer lugar, somos conscientes de que plantear y proponer un horizonte de semejante amplitud no está exento de riesgo, no sólo por su alcance y complejidad, sino, también, por su trascendencia. No es, sin embargo, menos cierto que el mayor riesgo sería cerrar los ojos a la necesidad perentoria de este estudio.

JOAN J. GUINOVART  
*Presidente de la COSCE*

# Directorio

## COORDINACIÓN DE LA ACCIÓN

---

### **Guinovart, Joan J.**

Presidente de la COSCE.  
Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Barcelona. Director del Institut de Recerca Biomèdica-Parc Científic de Barcelona.

### **Tiemblo, Alfredo**

Vicepresidente de la COSCE.  
Director del Instituto de Matemáticas y Física Fundamental del CSIC. Madrid.

### **Espinet, Pablo**

Secretario general de la COSCE.  
Catedrático de Química Inorgánica, Universidad de Valladolid.

### **Vázquez, Juan Luis**

Tesorero de la COSCE.  
Catedrático del Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid.

### **Modrego Rico, Aurelia**

Secretaría Ejecutiva de CRECE.  
Profesora Titular del Departamento de Economía y Directora del Laboratorio de Análisis y Evaluación del Cambio Técnico del Instituto Flores de Lemus, Universidad Carlos III de Madrid.

## PARTICIPANTES

---

Han participado en las ponencias, los debates y en los trabajos de elaboración de este documento:

### **PONENCIA: «ESTRUCTURAS E INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA»**

#### **Presidente:**

#### **Mas-Colell, Andreu**

Catedrático del Departamento de Economía y Empresa, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.

#### **Miembros:**

#### **Álvarez-Junco, José**

Director del Centro de Estudios Políticos y Constitucionales (CEPC), Ministerio de la Presidencia.

#### **Baselga, Josep**

Profesor Titular de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona. Jefe del Servicio de Oncología Médica, Hospital de la Vall d'Hebron, Barcelona.

#### **Blasco, María**

Directora del Programa de Oncología Molecular, Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO).

#### **Carmona, Ernesto**

Catedrático de Química Inorgánica, Centro de Investigaciones Científicas Isla de La Cartuja, Universidad de Sevilla-CSIC.

#### **Goñi, Félix M.**

Director de la Unidad de Biofísica, Universidad del País Vasco-CSIC.

#### **Marín Parra, Oscar**

Investigador de la Unidad de Neurobiología del Desarrollo, Instituto de Neurociencias de Alicante, Universidad Miguel Hernández-CSIC.

#### **Rojo Alaminos, Juan M.**

Catedrático del Departamento de Física de los Materiales, Universidad Complutense de Madrid.

#### **Verdejo, Felisa**

Catedrática y Directora del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, UNED.

**PONENCIA: «RECURSOS HUMANOS EN LA INVESTIGACIÓN»**

**Presidente:**

**Oro, Luis**

Catedrático del Departamento de Química Inorgánica, Universidad de Zaragoza.

**Miembros:**

**Belmonte Martínez, Carlos**

Director del Instituto de Neurociencias de Alicante, Universidad Miguel Hernández-CSIC.

**Briones, Fernando**

Profesor de Investigación del CSIC, Instituto de Microelectrónica de Madrid.

**Gomis de Barbarà, Ramon**

Profesor Titular de Medicina, Universidad de Barcelona. Director de Investigación, Hospital Clínic de Barcelona.

**López-Pérez, Manuel J.**

Catedrático del Departamento de Bioquímica, Biología Molecular y Celular, Universidad de Zaragoza.

**Macho-Stadler, Inés**

Catedrática de la Unidad de Fundamentos de Análisis Económico, Departamento de Economía e Historia Económica, Universidad Autónoma de Barcelona.

**Mato, José María**

Director general del Centro de Investigación Cooperativa en Biociencias, CIC bioGUNE, Parque Tecnológico de Bizkaia, y Director general del Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales, CIC biomaGUNE, Parque Tecnológico de San Sebastián.

**Montero Gibert, José Ramón**

Catedrático de Ciencia Política, Universidad Autónoma de Madrid, y profesor de Ciencia Política, Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Sociales, Instituto Juan March, Madrid.

**Ribas de Pouplana, Lluís**

Investigador ICREA (Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats) en el Institut de Recerca Biomèdica-Parc Científic de Barcelona.

**Zuazua, Enrique**

Catedrático de Matemática Aplicada, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid.

**PONENCIA: «CIENCIA Y EMPRESA: HACIA UN ECOSISTEMA DINÁMICO PARA LA INNOVACIÓN»**

**Presidenta:**

**Moraleda, Amparo**

Presidenta de IBM España y Portugal.

**Miembros:**

**Banegas, Jesús**

Presidente de AETIC (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España).

**Corma, Avelino**

Director del Instituto de Tecnología Química de Valencia, CSIC-Universidad Politécnica de Valencia.

**De Orleáns-Borbón, Álvaro**

Patrono a título personal de COTEC.

**Garrido Martínez, José Antonio**

Vicepresidente del Consejo de Administración y de la Comisión Ejecutiva de Iberdrola, y Vicepresidente de COTEC.

**Rubiralta, Màrius**

Catedrático de Química Orgánica. Rector de la Universidad de Barcelona.

**Urrutia Elejalde, Juan**

Presidente del Consejo Editorial de *Expansión y Actualidad Económica*.

**Valentí, Eduard**

Director de Gestión de I+D de Laboratorios Esteve, S.A.

**Valero, Mateo**

Director del Departamento de Arquitectura de Computadores, Universidad Politécnica de Cataluña. Director del Centro Nacional de Supercomputación.

**PONENCIA : «ESPAÑA EN EUROPA»**

**Presidente:**

**Mayor Zaragoza, Federico**

Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular. Presidente de la Fundación Cultura de Paz.

**Miembros:**

**Banda, Enric**

Director de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI).

## Acción CRECE

### **García Arroyo, Arturo**

Director de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).

### **García Barreno, Pedro**

Catedrático de Cirugía, Universidad Complutense de Madrid, Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

### **García de Yébenes, Justo**

Presidente de la Fundación para Investigaciones Neurológicas y responsable del Banco de Tejidos para Investigaciones Neurológicas, Madrid.

### **Heller del Riego, Christine**

Profesora del Departamento de Electrotecnia y Sistemas, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI), Universidad Pontificia de Comillas, Madrid.

### **León Serrano, Gonzalo**

Catedrático de Ingeniería Telemática. Vicerrector de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid.

### **Miras-Portugal, María Teresa**

Catedrática del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad Complutense de Madrid.

### **Sanz Menéndez, Luis**

Director de la Unidad de Políticas Comparadas, CSIC.

### **Sanz Solé, Marta**

Catedrática del Departamento de Probabilidad, Lógica y Estadística, Universidad de Barcelona.

## **PONENCIA: «CIENCIA Y SOCIEDAD»**

### **Presidente:**

#### **Pardo, Rafael**

Profesor de Investigación del CSIC. Director de la Fundación BBVA.

### **Miembros:**

#### **Acuña, Ulises**

Profesor de Investigación, Instituto de Química-Física, CSIC.

### **Aguirre de Cárcer, Alberto**

Jefe del Área de Sociedad y Cultura de ABC.

### **Armentia, Javier**

Director del Planetario de Pamplona.

### **Catalán, Gustavo**

Corresponsal medioambiental de *El Mundo*.

### **De Pablo, Flora**

Profesora de Investigación, Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC.

### **De Semir, Vladimir**

Comisionado para la Difusión de la Cultura Científica del Ayuntamiento de Barcelona.

### **Delibes, Miguel**

Profesor de Investigación, Departamento de Biología Aplicada, Estación Biológica de Doñana, CSIC.

### **Echenique, Pedro Miguel**

Catedrático de Física de la Materia Condensada, Universidad del País Vasco.

### **Estruch, Jaume**

Editor científico y director de Rubes Editorial.

### **Molina, Tomás**

Presidente de la Asociación Internacional de la Radiodifusión de la Meteorología, IABM. Jefe de Meteorología de Televisió de Catalunya.

### **Núñez Centella, Ramón**

Director de Museos Científicos Coruñeses (mc2).

### **Ruiz de Elvira, Malen**

Corresponsal científico de *El País*.

### **Sols, Fernando**

Catedrático de Física de la Materia Condensada, Universidad Complutense de Madrid.

### **Tellería, José Luis**

Catedrático de Ecología, Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

### **Úbeda, Joan**

Responsable de Media 3.14, Grupo MediaPro.



# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## Estructuras e instrumentos de la política científica

Resumen

La financiación pública de la investigación

La política de proyectos

Las instituciones públicas ejecutoras de investigación

Promoción de programas singulares y de grandes instalaciones

La interrelación entre la Administración central y las Administraciones autonómicas

Los Planes Nacionales y la organización de la Administración central del Estado en lo referente a la política científica

La Agencia (o Comisión) de Evaluación y Financiación de la Investigación (AEFI)



## Resumen

En esta ponencia se examinan las estructuras y los instrumentos de la política científica española. La ponencia se organiza en siete apartados, en los que se presentan muchas sugerencias de mejora. Un total de 19 de las mismas quedan formuladas explícitamente como propuestas.

En el primer apartado se discuten las grandes cifras de la financiación pública de la investigación. Las propuestas son:

- Mantenimiento de los compromisos adquiridos y aumento, por tanto, del 25 % en los presupuestos de I+D de la Administración central. Uso moderado del capítulo 8.
- Propiciar acuerdos amplios entre las distintas fuerzas políticas que provean estabilidad a la política científica.
- Necesidad de evaluación *ex-post* (trienal) del esfuerzo público en I+D.

En el segundo apartado se analiza la política de proyectos, uno de los instrumentos básicos de la actuación pública sobre el tejido de la investigación. Las propuestas son:

- Incremento mínimo del 25 % anual de los fondos de proyectos para los próximos cuatro años.
- Conveniencia de introducir mejoras substanciales en la política de proyectos mediante el aumento del rigor de la evaluación *ex-ante* y *ex-post*, la mayor estabilidad y publicidad de las convocatorias, la vinculación de la financiación a la dimensión y calidad de los grupos, el incremento de los *overheads*, la flexibilización de la gestión de los fondos por parte de los grupos, el estímulo a la interdisciplinariedad, y el fomen-

to de la coordinación europea e internacional.

- Conveniencia de nuevas tipologías de programas de naturaleza más estructural: financiación estratégica de grupos consolidados, de centros y redes de (verdadera) excelencia, así como de programas doctorales de alta exigencia.
- Conveniencia de un programa extraordinario de renovación de infraestructuras de investigación.
- Fomento de programas específicos que combinen la investigación con la innovación empresarial.

En el tercer apartado, consideramos las instituciones públicas ejecutoras de la investigación, incluyendo el CSIC, los hospitales y las universidades. Las propuestas son:

- Conveniencia de una reforma del CSIC orientada a favorecer su fortalecimiento científico y su interrelación con los restantes agentes del sistema español de ciencia y tecnología (en particular, con las universidades). Es indispensable, por un lado, la agilización administrativa de las estructuras centrales del CSIC, y, por otro, una descentralización importante de autoridad y capacidad de gestión hacia los centros e Institutos. Éstos deberían disponer de personalidad jurídica propia, contar con patronatos, y estar dotados de planes estratégicos y de direcciones científicas claras y potentes. También deberían estar sujetos a evaluación periódica por parte de comités científicos externos. Se debería permitir la contratación laboral indefinida de investigadores del CSIC (por supuesto, de cualquier nacionalidad).

- Necesidad de potenciar la investigación en los grandes hospitales universitarios del sistema nacional de salud, en particular de la investigación clínica. Conveniencia de definir e implantar una carrera científica en los hospitales, de desarrollar programas de financiación de la investigación clínica, de fomento de la filantropía, de creación de institutos de investigación temáticos y de institutos de investigación conjuntos con la industria farmacéutica, así como de incrementar el papel de la universidad especialmente en la formación de posgrado y doctorado.
- Por lo que se refiere a la investigación en el contexto universitario, conviene compatibilizar de forma eficiente la docencia y la investigación, flexibilizar las formas de organización, incrementar los *overheads*, y atender a las especificidades de las actividades de consultoría y de los temas referentes a la propiedad intelectual.
- Conveniencia de atender los aspectos de financiación de los parques científicos.

En el cuarto apartado, proponemos el impulso a una política de programas singulares y de grandes instalaciones. Las propuestas son:

- Conveniencia de definir y desarrollar una política de programas singulares a largo plazo en temas científicos y tecnológicos que sean estratégicos y de gestión compleja.
- Conveniencia de una línea presupuestaria propia para el programa general de grandes instalaciones.
- Conveniencia de revitalizar e impulsar el Comité de Grandes Instalaciones.

En el quinto apartado se examinan de forma muy sumaria algunos de los temas de importancia para

la coordinación de las políticas de I+D de la Administración central y de las Administraciones autonómicas.

En el sexto se contemplan los Planes Nacionales y los temas relativos a la organización de la Administración central del Estado en lo concerniente a la política científica. Las propuestas son:

- Considerar la adscripción de la CICYT a presidencia del Gobierno, y, a la vez, introducir una vicepresidencia ocupada por el/la ministro/a de Educación y Ciencia (es decir, del ministerio con responsabilidades predominantes en investigación).
- A medio plazo debería ensayarse la creación de un Ministerio de Ciencia, Tecnología y Universidades.
- Propuesta de creación de una Oficina Parlamentaria Asesora de Ciencia y Tecnología.

Finalmente, en el séptimo apartado, con el propósito de evitar el estrangulamiento de la gestión de la política científica y siguiendo modelos internacionales, se propone la creación inmediata de la Agencia –o Comisión– de Evaluación y Financiación de la Investigación. Más explícitamente, la propuesta es:

- Desarrollar a la máxima brevedad posible una Agencia (o Comisión) de Evaluación y Financiación de la Investigación, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, que incluya a la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), y toda la política de proyectos y de recursos humanos del Plan Nacional hoy gestionados directamente desde el Ministerio de Educación y Ciencia, así como las nuevas iniciativas en estos ámbitos.



# La financiación pública de la investigación

## Las cifras de la I+D en España

Las actividades englobadas con las siglas de I+D se perfilan en el conjunto de los países más desarrollados como uno de los motores del crecimiento económico. El crecimiento de un determinado país depende, en buena medida, de su potencial científico y tecnológico. Este potencial puede ser medido utilizando distintos indicadores internacionalmente estandarizados. Por lo general, estos indicadores tienen en cuenta tanto los insumos como los resultados de dichas actividades de I+D. Entre los primeros –indicadores de *input*– figuran la inversión total en I+D, el esfuerzo relativo en I+D (medido como la proporción de fuerza de trabajo que representan científicos y técnicos), o la inversión en I+D como porcentaje del PIB. Por otro lado, entre los indicadores de *output* científico figuran los documentos y productos científicos (en particular, artículos en revistas científicas homologadas internacionalmente) así como las patentes.<sup>1</sup>

El instrumento óptimo para valorar el potencial investigador de un determinado país vendría

dado, por lo tanto, por una lista de indicadores que, en su conjunto, reflejaran bien el nivel y la variabilidad de los factores de *input* y de *output* científico.

## La inversión en I+D

El Instituto Nacional de Estadística es el encargado de elaborar los datos oficiales sobre las actividades de I+D en España. Para ello, publica con regularidad, desde 1964, una «Estadística sobre actividades en I+D», ajustada a los criterios recomendados por la OCDE en el *Manual de Frascati*.<sup>2</sup>

A continuación se presenta un esquema general de las grandes cifras de la inversión en I+D en España, a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). Se ha considerado preferible simplificar algunas de estas cifras, aunque sea con merma de la precisión y del detalle, y ofrecer solamente un número reducido de gráficos y tablas.

La tabla 1 y la figura 1 se refieren a las cantidades realmente ejecutadas mientras que la figura 2

**TABLA 1.** Inversión total en I+D (2003), por sector de ejecución y por origen de los fondos (en millones de euros)

Ejecución de los fondos	Origen de los fondos					Total
	Empresas	AAPP	Universidades	Extranjero	IPFSL	
Empresas	3 708 164	494 544	941	232 586	7 204	4 443 438
Universidades	160 221	1 739 011	438 394	134 332	20 000	2 491 959
AAPP	97 163	1 053 703	3 342	102 903	4 652	1 261 763
IPSFL	5 873	3 551	70	957	5 425	15 876
<b>TOTAL</b>	<b>3 971 421</b>	<b>3 290 809</b>	<b>442 747</b>	<b>470 778</b>	<b>37 281</b>	<b>8 213 036</b>

*Fuente:* INE. *Observaciones:* Las siglas AAPP incluyen el conjunto de la toda administración pública. Las siglas IPSFL corresponden a las Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro<sup>2</sup>

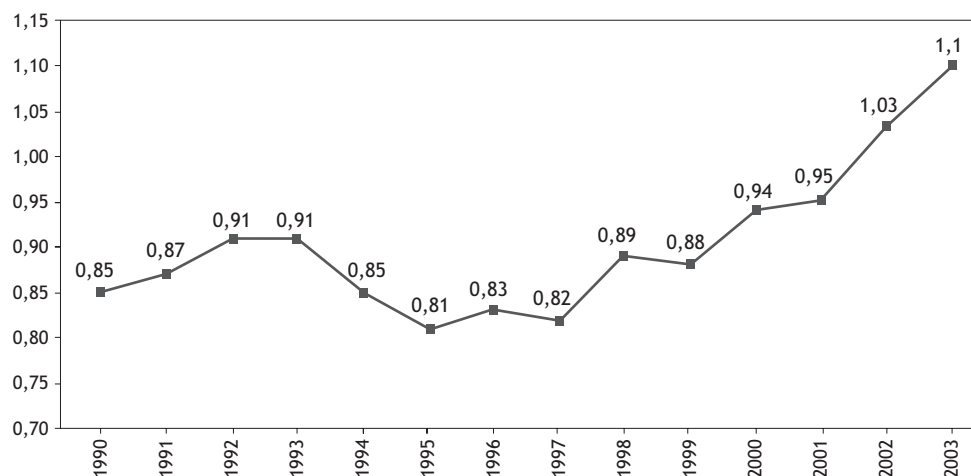


FIGURA 1. Evolución de la inversión en I+D, como fracción del PIB (1990-2003)

Fuente: INE

y la tabla 2 se refieren a los fondos presupuestados de la Administración central.

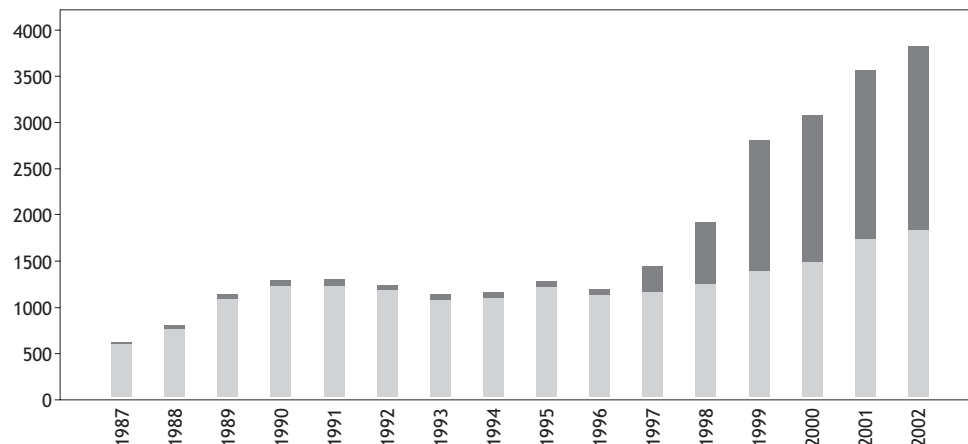
La tabla 1 presenta el total de la inversión (preferimos este término al de «gasto» utilizado por el INE) en I+D correspondiente al año 2003, último año disponible. En esta tabla 1 se diferencia entre el sector de ejecución de los fondos (empresas, universidades, centros de investigación) y el origen de dichos fondos (empresas, administraciones públicas, universidades, instituciones no españolas).

La tabla 1 muestra cómo, por sector de ejecución de los fondos, las empresas realizan el mayor porcentaje del gasto total en I+D (un 54 %, lo que representa casi el 0,60 % del PIB). A continuación, aparecen las Universidades con un porcentaje del 30 %. La Administración pública representa un 15,4 %, mientras que las Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro, con menos del 0,2 %, suponen un porcentaje marginal.

La figura 1 ofrece una visión dinámica de las cifras de I+D, al presentar la evolución de la inver-

TABLA 2. Presupuestos de I+D por actividades en los Presupuestos Generales del Estado (2002) (en millones de euros)

Partidas	Cifras totales		Capítulo 8 (préstamos)	
	M euros	% total	M euros	Cap. 8/cifra total (x100)
Fondo Nacional para I+D	340	9,0	< 1	no significativo
CSIC y otros OPI del MCYT	490	12,9	< 1	no significativo
Defensa (incluye INTA)	314	8,3	< 1	no significativo
Sanidad (incluye Carlos III)	121	3,2	< 1	no significativo
Otros Departamentos	103	2,7	< 1	no significativo
I+D Tecnológico	1944	51,3	1640	84,4
I+D Sociedad de la Información	412	10,9	349	84,7
Dirección y Servicios generales C+T	68	1,8	< 1	no significativo
<b>TOTAL</b>	<b>3792</b>	<b>100</b>	<b>1990</b>	<b>52,5</b>



**FIGURA 2.** Evolución de la Función 54 (I+D) en los Presupuestos Generales del Estado y evolución de la repercusión en la misma del capítulo 8 (Préstamos) para el período 1987-2002 (en millones de euros)

Fuente: MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2004). *Memoria de Actividades de I+D+I 2002* (datos fuente de los Presupuestos Generales del Estado e Intervención General de la Administración del Estado del Ministerio de Hacienda)

sión total en I+D como porcentaje del PIB para el período 1990-2003.

La tabla 2 presenta los presupuestos de I+D de la Administración central, divididos por partidas, tal como figuran en los Presupuestos Generales del Estado para 2002.

Por último, la figura 2 presenta otra visión dinámica de las grandes cifras de la I+D de España. En concreto, se ha reproducido la evolución de la Función 54 (I+D) de los Presupuestos Generales del Estado, es decir, el apartado de dichos Presupuestos en que aparecen detallados todos los fondos que la Administración dedica a la investigación, así como la evolución de la repercusión en esta función del capítulo 8 –préstamos– para el período 1987-2002, tal como se desprende de los datos del último informe (2004) sobre las actividades de I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología

Las cifras y los gráficos merecen algunas observaciones:

a) Debe tenerse presente la distinción, conceptual y real, entre las cantidades presupuestadas y las finalmente ejecutadas. En algunas partidas (especialmente, las que implican el capítulo 8), estas últimas pueden ser muy inferiores a las primeras.

b) El porcentaje español de inversión en I+D respecto del PIB representa, aproximadamente, la mitad del porcentaje europeo (Europa de los 15). Las oscilaciones experimentadas en la serie temporal (tal como se deduce de la figura 1) no permiten afirmar todavía una convergencia clara hacia ese valor medio a corto o medio plazo. La figura 1 permite apreciar también que el crecimiento de la inversión total en I+D en España se ha producido «a saltos», con puntas que corresponden a momentos de bonanza económica o de existencia de una clara determinación política.

c) La partida correspondiente al capítulo 8 –es decir, los préstamos– ha crecido en los últimos años de forma claramente desproporcionada, tal como se puede observar en la figura 2 (la situación el año 2005 no ha sido mejor). En el último año indicado en la figura, este concepto representa más de la mitad del presupuesto I+D. Si prescindimos del capítulo 8, los presupuestos de I+D en 2002 no superan, en euros constantes, las cifras de 1991.

d) Adicionalmente a los datos de las figuras, conviene subrayar que la fracción del I+D correspondiente a los fondos generados por la parte empresarial es comparativamente pequeña

frente a la media europea. Mientras que en el año 2003, el 0,57 % del PIB correspondiente a la financiación pública española no estaba muy lejos, por ejemplo, del porcentaje de Dinamarca, el 0,53 % correspondiente a la parte empresarial española representa menos de la mitad del porcentaje danés.

e) En los últimos 25 años, las administraciones de las comunidades autónomas han ido asumiendo un papel coprotagonista en el estímulo de las actividades de I+D. Las administraciones territoriales españolas han desarrollado en estos años una infraestructura administrativa notable dedicada específicamente a la gestión de la política científica y tecnológica.

Las cifras disponibles sobre inversión en I+D de las administración central y autonómicas no son fácilmente comparables. Pero podría estimarse que, sin contar las universidades y los hospitales, la inversión autonómica en I+D se aproximaría al 25 % del valor de la Función 54 de la Administración central.

### Publicaciones

Las actividades de I+D, que a largo plazo contribuyen a la mejora tecnológica, tienen a corto plazo unos resultados mucho más tangibles en forma de publicaciones científicas (además de patentes, creación de *spin-offs* y otros).

Por lo general, para medir y evaluar la cantidad y la calidad de la producción científica se utilizan diversos indicadores bibliométricos. Estas técnicas también pueden ser utilizadas como instrumentos de prospectiva, al permitir la identificación de los campos más innovadores y comprobar la repercusión e interés de los resultados científicos.

Así, por ejemplo, podemos ver en la tabla 3 que la producción científica española correspondiente al año 2003, medida en términos de artículos en revistas científicas internacionales presentes en la base de datos *National Science Indicators (NSI)* del *Institute for Scientific Information (ISI)* de Filadelfia, representa casi el 3 % del total mundial.

### Propuestas

En los últimos años se ha acrecentado el debate sobre el papel de la inversión en I+D en el crecimiento económico de un país determinado. Existe un acuerdo muy amplio en la literatura especializada que, esta inversión, a pesar de representar porcentajes relativamente pequeños en el conjunto del PIB, constituye un elemento estratégico decisivo en el incremento de la productividad y de la competitividad de un país.<sup>3</sup>

La financiación pública de la investigación –que en el caso de España constituye un porcentaje muy significativo del total de la financiación de la I+D– procede de fuentes diversas, principalmente de la Administración central y de las distintas administraciones autonómicas. El papel de las comunidades autónomas ha ido en aumento, lo que, a todas luces, es un factor muy positivo. Con todo, la responsabilidad principal es del Estado, tanto por las magnitudes financieras implicadas, como por el

**TABLA 3.** Producción científica de España (1990-2003)

	Número de artículos	% producción mundial
1990	10 688	1,6
1991	11 903	1,7
1992	13 824	1,9
1993	15 309	2,0
1994	16 214	2,0
1995	18 283	2,1
1996	20 080	2,2
1997	22 077	2,4
1998	23 783	2,5
1999	25 109	2,6
2000	24 984	2,5
2001	26 428	2,7
2002	28 526	2,8
2003	29 605	2,8

Fuente: INE

mandato constitucional asignado a la Administración central sobre el fomento y coordinación general de la investigación (artículo 149 de la Constitución). A la vista de los análisis citados en el párrafo anterior, en la estela de los compromisos de Lisboa y de Barcelona,<sup>4</sup> estando la proporción del PIB invertida en I+D en un escaso 1,1 % (datos del INE para el 2003), y aun reconociendo que la debilidad del compromiso privado es aún mayor, parece evidente que la financiación pública procedente de la Administración central debe aumentar muy sensiblemente.

El compromiso del Gobierno en su programa electoral fue de un incremento del 25 % en cada año de la legislatura presente. Es natural y debido insistir en el cumplimiento de este compromiso ineludible. Añadamos que, a diferencia del año 2005, este objetivo no debe alcanzarse con incrementos desproporcionados del capítulo 8.

### PROPUESTA 1

*Mantenimiento de los compromisos adquiridos y aumento, por lo tanto, del 25 % en los presupuestos de I+D de la Administración central. Utilización moderada del capítulo 8.*

Además de aumentar, es verdad de perogrullo defender que los incrementos en los fondos de investigación públicos deban asignarse y gastarse bien, así como la conveniencia de mejorar la gestión, justificación y evaluación de la inversión en I+D.

Una coyuntura de aumento presupuestario ofrece una gran oportunidad: la de innovar en la implementación de la política científica. No sería lo más sensato propiciar aumentos lineales en todos los programas existentes. Se deberían introducir nuevos programas e instrumentos catalizadores que sirviesen para arrastrar, mediante un efecto-demonstración, al resto del sistema de ciencia y tecnología. Es por estas sendas que hay que enviar los fondos adicionales. Añadamos que los fondos adicionales deberían ser invertidos estrictamente en auténticos programas de I+D, y no en «proyectos de defensa».

Las líneas fundamentales de la política científica deberían concretarse a corto y a largo plazo con mucha claridad. Ello comporta la definición de unos objetivos concretos a medio plazo, no sólo sobre la provisión de fondos, sino también sobre el diseño y tamaño del sistema de ciencia y tecnología (especialmente, sobre el número de investigadores con el que se desea contar, lo que es de importancia capital para definir la carrera científica). (Véanse las conclusiones de la ponencia *Recursos humanos en la investigación*.) Sobre estos puntos, véanse las observaciones contenidas en los apartados dedicados a la promoción de programas singulares y de grandes instalaciones, y a los Planes Nacionales y la organización administrativa del Estado en lo referente a la política científica.

Para conseguir esta cierta estabilidad en la política científica se debería propiciar que en esta materia se llegasen a acuerdos entre las fuerzas políticas del Gobierno y de la oposición. Mediante estos acuerdos, que podrían, quizá, tomar la forma de mociones parlamentarias ampliamente respaldadas, se garantizaría que la política científica no experimentase transformaciones traumáticas con cada cambio de gobierno.

### PROPUESTA 2

*Propiciar acuerdos amplios entre las distintas fuerzas políticas que provean estabilidad a la política científica.*

Una parte de estos acuerdos deberían referirse a los aumentos de fondos públicos, con previsiones a medio plazo y tendencia estable. Idealmente, un aumento de un 12 % anual en ésta y en las próximas dos legislaturas (junto con un uso moderado de los fondos del capítulo 8), podría ser lo más apropiado. Sin duda, faltos de este acuerdo, nuestra recomendación es la de un aumento del 25 % en esta legislatura (propuesta 1). Sería sin embargo una gran lástima si en la próxima legislatura la tendencia expansiva se truncase. Un porcentaje de aumento significativo, sostenido y estable durante

12 años es seguramente mejor que cuatro años de grandes aumentos seguidos de una congelación a la que no se vea fin.<sup>5</sup>

Paralelamente al crecimiento de fondos, sería muy deseable efectuar una evaluación trienal para analizar la eficacia del esfuerzo público y, muy en

particular, si las empresas han llevado a cabo un crecimiento paralelo.

**PROPUESTA 3**

*Necesidad de evaluación ex-post (trienal) del esfuerzo público en I+D.*

# La política de proyectos

## Introducción

Los instrumentos básicos de la actuación pública sobre el tejido de la investigación científica y tecnológica se encuentran en las políticas de recursos humanos y de proyectos. La ponencia *Recursos humanos en la investigación* cubre los aspectos generales de la política científica en relación a los recursos humanos, por lo que la presente ponencia se centrará en la temática relativa a la política de apoyo y promoción de proyectos. Debe entenderse que las observaciones que aquí se formulan se hacen extensibles a todas las convocatorias de investigación financiadas con fondos públicos.

Por lo que respecta a la política de proyectos, entendida como una política de fomento general de las actividades de investigación mediante convocatoria pública, debemos empezar por constatar y reconocer que su introducción en los años ochenta del pasado siglo, significó una innovación radical en el sistema español de ciencia y tecnología. Además, gracias a esta política y a la creación de la ANEP –una de las estructuras institucionales en que dicha política se plasmó–, se ha desarrollado en España una saludable cultura de convocatorias competitivas, bien evaluadas por dicha agencia, que constituyen la fuente casi exclusiva de la financiación pública de la investigación. En esta política de convocatorias competitivas y con evaluación rigurosa no debe darse ningún paso atrás. Sólo cabe progresar.

En concordancia con lo expuesto en el apartado anterior, debemos afirmar la necesidad de un crecimiento importante de fondos. Pero hay que recalcar, también, que los incrementos que se recomiendan no se proponen para justificar unas ci-

fras «místicas», sino que tienen un fin bien determinado. En efecto, en España hemos alcanzado, aunque todavía se detecten carencias importantes, un nivel «de flotación» aceptable en la investigación que corresponde al sector público, como hemos podido comprobar en el apartado anterior utilizando los parámetros habituales de publicaciones científicas. Pensamos que es el momento de dar el salto cualitativo necesario para alcanzar, por un lado, los niveles de excelencia del «pelotón de cabeza» europeo al tiempo que, por otro lado, se mejore sustancialmente la aportación de la investigación pública al sector productivo real. Para conseguir este objetivo se necesita –insistimos en ello una vez más– un incremento sustancial del presupuesto de la política de proyectos hasta equipararlo con sus equivalentes del área europea de investigación (por ejemplo, Alemania y Reino Unido). Este incremento es una condición necesaria para llegar a ser competitivos a escala europea.

Sean cuales fueren los escenarios globales de financiación discutidos en el apartado anterior, pensamos que los incrementos para las convocatorias de proyectos debería ser, como mínimo, del 25 % anual durante los próximos cuatro años.

### PROPUESTA 4

*Incremento mínimo del 25 % de los fondos de proyectos para los próximos cuatro años.*

## Mejoras necesarias

En esta sección presentaremos un buen número de sugerencias y de recomendaciones encaminadas a la mejora del funcionamiento de la política de proyecto así como al incremento de su eficacia.

### ***Rigor en la evaluación ex-ante y ex-post***

A fin de garantizar un control estricto del aprovechamiento de los fondos, es fundamental que se realice una evaluación rigurosa tanto con anterioridad a la concesión de dichos fondos (evaluación *ex-ante*) como después de la concesión y de la realización del proyecto de investigación (evaluación *ex-post*).

Para asegurar la consecución de este objetivo, se debería fortalecer el papel y la responsabilidad de la ANEP (nos referiremos a este tema en el apartado sobre la Agencia de Evaluación y Financiación de la Investigación). En particular, las evaluaciones deberían ser más informativas de lo que son en la actualidad: los proyectos deberían recibir críticas mucho más específicas, detalladas y constructivas que las que se han venido vertiendo hasta ahora.

### ***Estabilidad y publicidad de las convocatorias públicas***

Las convocatorias deben ser estables, con una agenda fija en la convocatoria de proyectos, independiente de los cambios políticos y de los avatares presupuestarios. Si la fecha límite para pagar impuestos es fija, la de la convocatoria de proyectos también lo debería ser. Esta observación es extensible a todo el calendario de ayudas. Conveniría que los proyectos de investigación fuesen convocados dos veces al año.

### ***Asignación de fondos por grupos***

En la implantación específica de la política de proyectos debería evitarse trocear la financiación en partidas minúsculas, así como la repartición plana. Pensamos que, en mucha mayor medida que en la actualidad, el nivel de financiación de los distintos proyectos debería depender del tamaño, la calidad y la producción de los grupos de investigación.

Asimismo, deberían eliminarse algunas rigideces actualmente presentes, como, por ejemplo, la restricción de un solo proyecto por investigador principal. Debería permitirse la presentación de varios proyectos –dos, o incluso tres– por parte de un mismo investigador si estos son realmente independientes. Además, en la evaluación de proyectos, debería reconocerse la trayectoria completa de todos los investigadores que participen en el proyecto y no solamente el historial del investigador principal. De esta manera, se evitaría que los grupos de investigación se partieran y se estimularía (o, en todo caso, no se desestimularía), la formación de grupos de investigación con numerosos miembros.

### ***Mejora de la política de overheads***

Parece claro que las partidas destinadas a este concepto deben aumentarse (¡con fondos adicionales!). El incremento de fondos debe servir fundamentalmente para que las universidades y los centros de investigación sean plenamente conscientes de la importancia de contar con grupos de investigación de altísimo nivel, capaces de ser competitivos a nivel nacional e internacional. Estas instituciones deben facilitar la aparición de dichos grupos, ayudando a superar las dificultades iniciales de los grupos emergentes, así como facilitando y consolidando la labor de los grupos ya reconocidos.

Por supuesto, la política de *overheads* también debe conducir al establecimiento de un compromiso real por parte de las universidades y centros de investigación de cubrir las necesidades de funcionamiento de los equipos de investigación. Por ejemplo, corresponsabilizándose de los gastos de mantenimiento de equipos.

### ***Flexibilidad y mayor eficiencia en la gestión de los fondos***

Debe aumentarse considerablemente la libertad de gestión de los fondos por parte de los recepto-

## Estructuras e instrumentos de la política científica

res de las ayudas mediante, por ejemplo, la eliminación de las partidas cerradas o la flexibilización de las partidas de gasto. La situación actual es tan altamente rígida que, a veces, es muy difícil ejecutar el gasto adecuadamente. Por descontado, esta mayor flexibilidad no iría en menoscabo de una estricta fiscalización (preferiblemente *ex-post*) del gasto. También aquí quisiéramos recoger la inquietud de la comunidad científica ante la Ley de Subvenciones de 2003, que no parece ser en absoluto sensible a las características y las necesidades propias de la investigación científica y tecnológica. O bien debería modificarse o bien debería desplegarse de forma que recogiese con sensibilidad, sentido común y apertura de miras estas características.<sup>6</sup>

### **Estímulo de la interdisciplinariedad**

El fomento de la colaboración interdisciplinaria sería muy importante. Sobre todo en el caso de nuevas áreas que involucran temas relacionados con ciencia, tecnología, ciencias sociales y humanidades. Y no sólo a nivel de investigadores, sino también de personal técnico.

### **Fomento de la coordinación europea e internacional**

Debe promoverse la complementariedad entre el sistema español de ciencia y tecnología y los programas europeos, mediante, por ejemplo, una mayor incidencia en la articulación de los programas marco europeos, un estudio en profundidad de la participación de los grupos españoles en programas europeos, y la promoción de acciones que mejoren la «calidad» de la participación, y no sólo la «cantidad» del retorno. Sobre este tema, véanse las propuestas de la ponencia *España en Europa*. Conviene también fomentar la coordinación –mediante la firma de acuerdos institucionales– para facilitar la ejecución de proyectos conjuntos con

equipos externos a la Unión Europea (Estados Unidos, Japón,...) así como el análisis de los planes y la financiación de la cooperación iberoamericana (CYTED).

### **PROPUESTA 5**

*Conveniencia de introducir mejoras sustanciales en la política de proyectos mediante el aumento del rigor de la evaluación ex-ante y ex-post, la mayor estabilidad y publicidad de las convocatorias, la vinculación del nivel de financiación a la dimensión y calidad de los grupos, el incremento de los overheads, la flexibilización de la gestión de los fondos por parte de los grupos, el estímulo de la interdisciplinariedad, y el fomento de la coordinación europea e internacional.*

### **Nuevas tipologías de programas**

Después de la experiencia de más de 20 años de política de proyectos, pensamos que la política de convocatorias públicas podría extenderse a la asignación de financiaciones más estructurales.

### **Financiación estratégica para los grupos y para los centros de excelencia muy consolidados**

Es claro que la financiación de grupos de excelencia muy consolidados plantea una problemática especial. Parecería oportuno que estos grupos de excelencia pudieran disponer (siempre mediante convocatorias competitivas) de una financiación que les permitiera una planificación estratégica, a medio y largo plazo, de su actividad.

Una observación similar podría extenderse a centros de excelencia (de naturaleza pública, incluyendo los que sean del CSIC, de otros Organismos Públicos de Investigación, de otros centros públicos de investigación, de las universidades o de

las comunidades autónomas). Nos referimos a centros públicos de investigación de gran calidad y de un tamaño actual o potencialmente significativo, es decir, los centros que pueden llegar a ser protagonistas de nuestro impacto europeo.

En estos casos, los *overheads* de los proyectos obtenidos por los investigadores de estos grupos o centros pueden no ser ni suficientes ni suficientemente condicionados al fortalecimiento del grupo o centro como tal. Sería, por lo tanto, de interés que se iniciase, quizás en colaboración con las administraciones autonómicas, una política de convocatorias cuyo objetivo fuese la financiación a medio y largo plazo (por medio, presumiblemente, de contratos-programas) de la infraestructura de investigación de estos grupos o centros de excelencia.

Vale la pena repetir que parte esencial de esta política debe ser su carácter competitivo y abierto, en combinación con un proceso de evaluación exigente y riguroso.

### ***Promoción de la coordinación entre grupos de investigación***

Se trataría de profundizar, y mejorar, algunas experiencias recientes (en el ámbito de la investigación sanitaria) o más antiguas (en el ámbito de la física, por ejemplo) y establecer, de forma sistemática, redes temáticas que permitan conocer y rentabilizar la producción de los grupos españoles, crear afinidades y aumentar la movilidad a nivel español (terminando con el absurdo de que, a veces, sea más fácil visitar una universidad o centro europeo que uno español). Ello podría hacerse, por ejemplo, mediante intercambios de personal, escuelas de verano, programas de becas, talleres de trabajo, etc. Sin embargo, debemos realizar una advertencia: la formación de redes no debe ser una excusa, como lo es a menudo actualmente, para no evaluar o no seleccionar. El núcleo de una red debe estar formado por los grupos y centros de excelencia de la sección anterior.

### ***Ayuda a los grupos e investigadores realmente emergentes e innovadores***

Las medidas hasta ahora sugeridas no excluyen que, a su vez, también se estimule la investigación por parte de grupos de nueva creación (es decir, realmente emergentes). En efecto, conviene expandir nuestro sistema de ciencia y tecnología, aún pequeño, y conviene hacerlo no de forma indiscriminada, sino atendiendo a la valía científica de los investigadores que, con nuevas ideas y proyectos, se han incorporado recientemente a las universidades y centros de investigación gracias a la implantación de programas competitivos. Así, pensamos que se podría establecer una partida presupuestaria específica para grupos de nueva creación, que permitiera asignar fondos de forma inmediata para los dos primeros años de vida del grupo. La dotación debería ser razonable, aunque su cuantía precisa dependerá del ámbito de conocimiento. Este primer proyecto sería menos competitivo que los normales, pero permitiría al grupo de investigación iniciarse de forma eficiente y rápida, y conseguir los datos, o resultados, preliminares necesarios para obtener un proyecto competitivo.

### ***Ayuda a programas de formación doctoral***

La formación doctoral es parte esencial de la política de fomento a la investigación y como tal se ha tratado en la ponencia *Recursos humanos en la investigación*. Aquí sólo quisiéramos recoger que más allá de una indispensable política de becas debería también existir una política decidida (más que en la actualidad) de apoyo infraestructural y estratégico –es decir, como mínimo a medio plazo– a programas doctorales potentes y con posibilidades de impacto internacional. Por supuesto, estos deberían ser determinados competitivamente a partir de convocatorias públicas. Conviene advertir aquí que las características de estos programas son distintas para las ciencias sociales y las humanidades, por un lado, y las ciencias experi-

mentales por otro. En los primeros, cuentan mucho la disponibilidad de cursos; en los segundos, seguramente cuenta más el trabajo de laboratorio. Esta distinción debe tenerse presente, así como que para las ciencias sociales y las humanidades ésta es seguramente la forma de ayuda infraestructural más importante.<sup>7</sup>

### PROPUESTA 6

*Conveniencia de nuevas tipologías de programas de naturaleza más estructural: financiación estratégica de grupos consolidados, de centros y de redes de excelencia, así como de programas doctorales de alta exigencia.*

### Renovación extraordinaria de infraestructuras

Conviene resolver las deficiencias todavía existentes en la financiación, sobre todo de mantenimiento, de las infraestructuras de universidades y centros públicos de investigación, deficiencias que no pueden cubrirse por la vía de las convocatorias de proyectos ordinarias.

Para ello, sería conveniente reforzar las infraestructuras científico-tecnológicas de estas entidades, mediante la implantación de un plan de choque –una especie de Plan Renove– que permitiese actualizar una parte significativa del equipamiento científico y tecnológico.

### PROPUESTA 7

*Conveniencia de un programa extraordinario de renovación de infraestructuras de investigación.*

### Potenciación de la investigación y desarrollo tecnológico en los sectores económicos

Mediante una actuación coordinada entre los distintos ministerios y las distintas administraciones deberían promocionarse acciones selectivas encaminadas a potenciar la investigación y desarrollo tecnológico en las empresas, con una financiación realista y seguimiento y evaluación de los resultados. Hay que hacer una apuesta decidida que combine la investigación con la innovación empresarial en sectores estratégicos (software, proteómica, nanotecnología, química sostenible,...) mediante programas específicos. Sobre este tema véase también el apartado titulado «Interrelación entre la Administración central y las Administraciones autonómicas».

### PROPUESTA 8

*Fomento de programas específicos que combinen la investigación con la innovación empresarial.*

# Las instituciones públicas ejecutoras de investigación

## Consideraciones generales

Los dos grandes pilares de la ejecución de la investigación son las universidades y los centros de investigación. Hay un solapamiento muy significativo entre los mismos que seguramente se incrementará, y también una porosidad creciente. Es importante, por lo tanto, que los principios básicos de la política científica dirigida a ambos pilares sean los mismos. La vieja contraposición entre universidades y centros de investigación debe superarse.

Algunos principios que podrían recomendarse para los centros de investigación de todo tipo (incluidos los universitarios) serían:

- Es conveniente que dispongan de personalidad jurídica propia. La excepción sería cuando el centro sea de un tamaño muy reducido, en cuyo caso las fundaciones-paraguas podrían ser útiles. Ésta es una situación frecuente en entornos universitarios, donde, efectivamente, la existencia de centros pequeños puede ser válida y útil.
- Es conveniente que dispongan de patronatos (por este u otro nombre). Evidentemente, los patronatos pueden incluir una diversidad de instituciones responsables, o simplemente interesadas, en el centro de investigación en cuestión (por ejemplo, las universidades).
- El director del centro debería ser nombrado por el patronato tras procesos amplios y abiertos de búsqueda y ser responsable de la política científica a medio plazo.
- El personal de un centro podría ser de todo tipo: laboral, funcionario asignado, adscripciones de otro tipo, visitante, etc. Lo realmente importante

es que el centro disponga de un núcleo de personal estable de la dimensión y masa crítica apropiados para con sus objetivos.

- Debería profesionalizarse la gestión administrativa en los centros a través del contrato laboral de verdaderos profesionales en gestión (por ejemplo, gerentes).
- La contratación de nuevos investigadores debe basarse en procesos de contratación abiertos y públicos. Preferentemente los contratos deberían ser laborales.
- La revisión externa periódica debería ser una exigencia fundamental de todo centro de investigación de cierta magnitud. De hecho, todos los centros deberían poder disponer de un «consejo científico externo» al que se pudiese apelar periódicamente para un análisis de la situación del centro en relación a la evolución del contexto internacional de su campo de dedicación.
- La gestión económica debe ser ágil y no estar sujeta a intervención previa. Por supuesto, el rendimiento de cuentas debe ser estricto.
- La financiación básica debería estar a cargo de las instituciones presentes en su patronato (a su vez, esto implica que es bueno que cualquier institución que colabore en la financiación básica sea miembro de dicho patronato). La financiación básica podría estar sujeta a incentivos (vía contratos-programa). Aun si una política de aumento de los *overheads* dejase en manos de un centro científicamente potente cantidades importantes de fondos, la financiación básica debería cubrir, como mínimo, los gastos del personal permanente de todo tipo. Aunque, preferiblemente, sería conveniente que ésta tuviese mayor alcance.

## El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

### Introducción

El CSIC es, de lejos, la principal organización de investigación en España. Tiene, además, la característica de estar presente en todo el territorio español. El CSIC es, por lo tanto, una organización indispensable y de altísimo valor.

Esta Comisión no puede pretender llevar a cabo una evaluación precisa, o presentar una propuesta detallada, para una reforma del CSIC. Pero sí puede aspirar a plantear algunas reflexiones sobre el mismo y a sugerir algunas medidas para su mejora y para su mejor articulación en el sistema global de ciencia-tecnología español.

### El CSIC y las universidades

Las universidades en su conjunto (incluyendo los hospitales universitarios) realizan más investigación que el CSIC y su capacidad de influencia social y política es muy considerable. Se sigue que el desarrollo del sistema español de ciencia y tecnología debe basarse en la confianza y la colaboración entre universidades y CSIC. No nos podemos permitir la pérdida de oportunidades que representaría tener subsistemas aislados, cerrados sobre sí mismos y dominados por la desconfianza mutua. El CSIC, desde su propia autonomía y personalidad, debería aspirar a transformarse en un activo y una oportunidad para las universidades. El día que las universidades reivindiquen el fortalecimiento del CSIC se habrá llegado a una situación óptima.

Más concretamente, recomendaríamos que se estimularan programas de colaboración (e interpenetración) universidad-CSIC como los siguientes:

- Posibilitar la asignación de científicos del CSIC, a título individual, a las universidades (departamentos, institutos y centros de investigación vinculados a las mismas, etc.), y con alguna

obligación docente. El modelo en este caso se inspira en los *attachés* del Centre National pour la Recherche Scientifique (CNRS) francés.

- Posibilitar que profesores-investigadores queden asignados por períodos, que podrían ser cortos o largos, a los institutos vinculados al CSIC.
- Posibilitar la creación de centros de investigación conjuntos, con personalidad jurídica y patronatos, que superen el modelo actual de centros mixtos.

Todo lo anterior facilitaría también la articulación de auténticas carreras conjuntas, con profesores-investigadores con doble afiliación y con una modulación, durante toda la carrera, de la dedicación investigadora y docente.

### Los recursos humanos del CSIC

En esta dimensión, el reto principal es abrir las puertas, sin reticencias, a la contratación laboral indefinida (también la contratación temporal, pero la gran innovación no estaría ahí sino en la contratación laboral indefinida). Es importante que la contratación laboral no sea de segunda categoría (evidentemente, ahí hay implicaciones sobre la estructura de salarios). Sobre recursos humanos, véase la ponencia correspondiente.

### La necesaria descentralización: el papel de los centros

En primer lugar, una clarificación terminológica: la expresión «descentralización» no tiene, en sí misma, implicaciones geográficas. Se refiere, en este apartado, a la descentralización de la capacidad de dirección y de iniciativa hacia los centros. Pensamos que los centros e institutos actuales del CSIC carecen de una capacidad suficiente de autodirección y responsabilidad y que la idea que el CSIC pueda funcionar bien como una organización única y extraordinariamente homogénea está condenada al fracaso (por más que la organización central

se agilice, lo cual es, evidentemente, necesario). En la actualidad, los centros del CSIC son inflexibles organizativa y administrativamente, carecen de autonomía presupuestaria (no disponen, por ejemplo, de financiación que les permita la contratación de nuevos grupos), suelen carecer de planes estratégicos (en este aspecto estamos observando una mejora significativa y felicitamos al CSIC por ello) y, muy a menudo, carecen también de una dirección científica clara.

Idealmente, los distintos centros del CSIC deberían tener las siguientes características (en este caso, la propuesta se inspira en el modelo alemán):

- a) Disponer de personalidad jurídica propia, como tales centros, o, si ello plantea dificultades jurídicas insalvables, dotarse de instituciones de apoyo, fundaciones, por ejemplo, que sí la tengan. Merece señalarse que, recientemente, se han creado en España nuevos centros de investigación que siguen un modelo más libre e independiente que los tradicionales del CSIC. La mayor parte están administrados como fundaciones lo cual les permite la contratación de personal, y también tienen una dirección científica clara, normalmente personalizada en un científico de prestigio. Pensamos que esta fórmula de fundaciones científicas debería constituir un modelo para la creación de nuevos centros de investigación, o para la reconversión de los ya existentes.
- b) Disponer de órganos de dirección que respondan frente a patronatos y que tengan, y ejerzan, una capacidad efectiva de liderazgo científico.
- c) Deberían ser evaluados cada cinco años por un Consejo Científico Externo internacional compuesto por científicos de primera línea en el área de investigación del centro. Las conclusiones de estas evaluaciones deberían ser tenidas en cuenta por patronato y dirección e incidir sobre planes estratégicos y sobre la composición científica del centro.

En muchos casos, los nuevos centros del CSIC serían conjuntos con las universidades y superarían

en la forma sugerida por *a*, *b* y *c* a la fórmula ahora prevaleciente de centro mixto.

### **La organización administrativa: ex-post vs ex-ante**

El funcionamiento del CSIC –tanto en sus estructuras centrales como en los institutos– debería agilizarse desde el punto de vista de la gestión administrativa y económica. Si debiéramos sintetizar la dirección de las reformas necesarias diríamos que hay que avanzar hacia un sistema de mucha mayor autonomía y auto-responsabilidad (por ejemplo, el CSIC debería disponer de la capacidad de endeudarse, al menos por lo que respecta a la posibilidad de utilización del capítulo 8), complementado con sistemas rigurosos de control y de rendición de cuentas que no se basen, sin embargo, en la metodología de la intervención previa (*ex-ante*), sino de la auditoría *ex-post*.

### **Relaciones con las comunidades autónomas**

La colaboración del CSIC con las comunidades autónomas debe ser fluida y puede ser mutuamente ventajosa. Para las comunidades autónomas como una fuente de conocimiento experto y como ventana al mundo. Y para el CSIC como una fuente de oportunidades para el despliegue de su misión. Afortunadamente, las comunidades autónomas cada día son más activas, y comprometen mayores presupuestos, en la promoción de la investigación. También merece destacarse que una política de colaboración con las universidades necesariamente, y más o menos automáticamente, va a implicar el diálogo y la colaboración con las comunidades autónomas. Además, el CSIC, como única organización de investigación implantada en las distintas comunidades autónomas, podría jugar un papel muy importante a la hora de desarrollar y coordinar a escala nacional programas de investigación conjuntos con las universidades y, en su caso, con las empresas.

### PROPUESTA 9

*Conveniencia de una reforma del CSIC orientada a favorecer su fortalecimiento científico y su interrelación con los restantes agentes del sistema español de ciencia y tecnología (en particular, con las universidades). Es indispensable, por un lado, la agilización administrativa de las estructuras centrales del CSIC, y por otro, una descentralización importante de autoridad y capacidad de gestión hacia los centros e institutos. Éstos deberían disponer de personalidad jurídica propia, contar con patronatos, y estar dotados de planes estratégicos y de direcciones científicas claras y potentes. También deberían estar sujetos a evaluación periódica por parte de comités científicos externos. Se debería permitir la contratación laboral indefinida de investigadores del CSIC (por supuesto, de cualquier nacionalidad).*

### Otras organizaciones estatales recogidas como OPI en la Ley de la Ciencia

La Ley de Fomento y Coordinación General de la Ciencia de 1986 confiere el estatus de Organismos Públicos de Investigación a varias organizaciones científicas y tecnológicas que dependen de la Administración del Estado. Es evidente que los principios generales que se han presentado anteriormente pueden aplicarse a los mismos, y más específicamente a los centros de investigación que de ellas dependen. Pero en este texto, que no pretende ser exhaustivo, no vamos a examinarlas en detalle. Sólo haremos la observación de que tienen historias distintas y son muy diversas entre sí. Tiempo atrás se planteó la posibilidad de su unificación con el CSIC. No creemos que ésta sea una buena idea. Constituiría una distracción importante para unos y para otros y no es claro que el cálculo de pérdidas y ganancias para unos y para otros sea positivo. Ahora bien, sí sería altamente positivo aumentar la permeabilidad entre el CSIC y los otros OPI.

Muchos de estos OPI desarrollan una investigación estrechamente vinculada a las necesidades

específicas de determinados sectores: la pesca o la energía, por ejemplo. Cabe preguntarse si es preferible un modelo en el que tales OPI dependan administrativamente de los ministerios más afines temáticamente o si, por el contrario, es deseable que todos ellos dependan del ministerio responsable de la ciencia. Ambos modelos presentan pros y contras por lo que no es obvio decantarse por uno o por otro. Un posible modelo de doble dependencia podría ser como sigue: cada OPI dependería del ministerio temáticamente más afín, pero sus presupuestos serían aprobados anualmente por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (véase más adelante el bloque de dedicado a los Planes Nacionales y a la organización de la Administración), en la que el ministerio responsable de la ciencia desarrolla un papel preponderante. Esto debería asegurar la coordinación con el resto de los fondos y el mantenimiento de un nivel científico-técnico adecuado, evitando la tendencia, a veces observada, de desviar el centro de gravedad de estos OPI hacia una especie de gabinete técnico de los ministerios de tutela. Un caso singular lo constituyen los OPI relacionados con la sanidad que siempre han permanecido en el Ministerio de Sanidad y Consumo: el modelo de doble dependencia (y supervisión) que se sugiere debería también incluir a estos OPI.

### Otros centros públicos de investigación

Existen en España una variedad de centros públicos de investigación, formalizados bajo diversas figuras jurídicas, que dependen del Estado, de las comunidades autónomas, incluso de las diputaciones. Su presencia en el sistema ha sido recogida en el Plan de la Ciencia vigente, bajo la denominación de Centro Público de Investigación (CPI).<sup>8</sup> Estos centros constituyen una riqueza importante del sistema y no deberían ser tratados en ninguna circunstancia (convocatorias, etc.) de forma distinta a las universidades y los OPI de la Ley de la Ciencia.

## Hospitales

La investigación biomédica en hospitales es de enorme importancia y constituye una parte fundamental del sistema de ciencia y tecnología español. Ciertamente, la misión de los grandes hospitales públicos es la de proporcionar excelencia asistencial a los ciudadanos, pero también, y de manera inseparable, la de ser centros generadores de conocimiento. La investigación debería ser vista y valorada en los sistemas hospitalarios (no necesariamente en cada hospital, pero sí necesariamente en, por ejemplo, los hospitales universitarios) como una parte integral de su actividad propia.

La investigación realizada por la comunidad científica internacional en las dos últimas décadas ha supuesto la elucidación de las bases moleculares de numerosos mecanismos patogénicos. Basándose en este conocimiento se han diseñado fármacos dirigidos contra dianas moleculares concretas. La próxima década verá el desarrollo de nuevos fármacos que deberán probarse en pacientes, por lo que la investigación traslacional experimentará una gran expansión en todo el mundo. Así como la investigación básica en grandes centros se ha potenciado recientemente con la creación de grandes unidades de investigación, el impulso de la investigación traslacional y clínica en nuestros hospitales requiere una atención urgente.<sup>9</sup> Hay, sin embargo, razones para el optimismo porque, de hecho, en los mismos existen muy buenas condiciones para no perder el tren de esta investigación. Tal como demuestra el reciente informe de Camí *et al.* (2002), una gran parte de la producción científica en biomedicina y en ciencias de la salud en España se lleva a cabo en los grandes centros hospitalarios. Estos resultados no son sorprendentes si se tiene en consideración la excelencia médica de muchos de ellos y las oportunidades que ofrece un sistema nacional de salud público. Ciertamente, la investigación en nuestro ámbito hospitalario sufre, todavía, graves deficiencias si nos comparamos con los países de vanguar-

dia en investigación biomédica, como Estados Unidos, o, en nuestro entorno, el Reino Unido o Francia. Creemos, sin embargo, que se trata de deficiencias corregibles y que, si se corrigen, España podría situarse como una punta de lanza de la investigación biomédica europea.

La investigación en los hospitales debería ser respetuosa con la organización de su actividad a partir de servicios, departamentos y, de manera creciente, a partir de programas multidisciplinarios. Así, la investigación se ligaría a servicios/departamentos o a programas definidos: cáncer, neurociencias, cardiovascular, y otras áreas médicas. Las fórmulas, sin embargo, serían múltiples. Por ejemplo, en aquellos hospitales con centros de investigación básica asociados se podría contemplar la posibilidad de disponer de personal científico adscrito de manera conjunta a una unidad de ciencia básica y a un servicio clínico. Asimismo, en hospitales con servicios sin tradición investigadora se podría fomentar la incorporación de personal con experiencia en investigación hospitalaria y que impulsara programas de investigación que, a su vez, aprovecharan el potencial investigador de los servicios clínicos.

En nuestra opinión es urgente promover un conjunto de acciones, presupuestarias y de creación de herramientas administrativas ágiles, para optimizar recursos y para potenciar la investigación en los hospitales. Las propuestas concretas son las siguientes:

### *a) Implementar una carrera científica en los hospitales*

Probablemente ésta sería la medida que más ayudaría al desarrollo de la investigación traslacional. En ella podría tener un papel determinante el Instituto de Salud Carlos III. Actualmente, muchos de los mejores investigadores que se desarrollan en un entorno hospitalario carecen de incentivo alguno para dedicarse a la investigación e inclinan su carrera hacia la vertiente puramente asistencial, donde obtienen una mayor retribución y, más importante, una carrera

profesional definida. Por otro lado, las gerencias de los hospitales disponen de recursos limitados que deben emplear en asistencia. La implementación de una carrera investigadora en los hospitales, con aporte de recursos del Instituto de Salud Carlos III y otras instituciones, que permitiera liberar, total o parcialmente, a investigadores de calidad de tareas asistenciales, y a investigadores a tiempo completo a disponer de un horizonte profesional definido, sería una acción de indudable efectividad.

### *b) Financiación pública de programas de investigación clínica*

Es ampliamente conocido que la casi totalidad de los ensayos y estudios clínicos que se llevan a cabo en España están financiados por la industria, lo que lleva a veces a conflictos de interés o a la no financiación de ensayos necesarios. El reciente programa del Instituto de Salud Carlos III de redes temáticas de centros de investigación debería contemplar, en algunos casos, este tipo de financiación. Por supuesto, esta debería ser concedida de forma competitiva y estar sujeta a un proceso periódico de evaluación externa.

### *c) Filantropía*

Una asignatura pendiente en nuestros hospitales es la de atraer fondos filantrópicos para la construcción de estructuras físicas o para la financiación de programas de investigación. Estos fondos constituyen una parte muy importante de la financiación de proyectos en otros países de nuestro entorno. De hecho, los hospitales son las instituciones con más posibilidades de atraerlos. Pensamos que las administraciones públicas deberían estudiar la implantación, más allá de los ya existentes, de mecanismos incentivadores (por ejemplo, la cofinanciación entre fondos públicos y privados).

### *d) Creación, en los hospitales, de institutos de investigación temáticos*

Debería ser posible establecer, en los hospitales, institutos de investigación temáticos, es decir, institutos cardiovasculares, de neurociencias, de oncología, de medicina, etcétera. Dichos institutos deberían tener personalidad y capacidad jurídica propia, o, en casos de hospitales de menor tamaño, deberían disponerse de fundaciones específicas que gestionaran toda la investigación. La bondad de esta estructura es la de proporcionar una herramienta que permita la gestión de los fondos de investigación de manera independiente de los fondos propios del hospital para su labor asistencial, y que permita el impulso de programas y la contratación de personal investigador.

Estos institutos o fundaciones deberían disponer de un patronato que aprobase las líneas estratégicas de los mismos y que estableciese su dirección.

### *e) Mayor papel de la universidad*

La presencia de la universidad en los hospitales universitarios se limita con frecuencia a la labor docente de pregrado. Pensamos que la universidad debería ir más allá, potenciando la carrera de médico-científico e impulsando la creación de titulaciones universitarias del tipo *MD* o *PhD* anglosajón. En particular, deberían crearse programas de doctorado, lógicamente participados por las universidades, desde los institutos de investigación.

### *f) Institutos conjuntos con la industria farmacéutica*

De modo similar a los grandes centros norteamericanos y asiáticos deberíamos intensificar la colaboración con la industria y crear institutos para desarrollar proyectos conjuntos. Así, en el caso de España, se podrían llevar a cabo proyectos de desarrollo preclínico de nuevos compuestos y de instalaciones para ensayos clínicos en fases iniciales. De nuevo, esta posibilidad es específica a la investigación hospitalaria.

**PROPUESTA 10**

*Necesidad de potenciar la investigación en los grandes hospitales universitarios del sistema nacional de salud, en particular de la investigación clínica. Conveniencia de definir e implantar una carrera científica en los hospitales, de desarrollar programas de financiación de la investigación clínica, de fomento de la filantropía, de creación de institutos de investigación temáticos y de institutos de investigación conjuntos con la industria farmacéutica, así como de incrementar el papel de la universidad, especialmente en la formación de posgrado y doctorado.*

**Universidades**

Siendo las universidades, en su conjunto, una institución central de la investigación, es, quizás, paradójico que, a menudo, en su seno a esta última se la contraponga a la docencia y que ésta sea considerada como la misión más genuina de la universidad. Esta idea debe combatirse. La misión de investigación es tan genuina como la docente. Ambas no están en contraposición. La investigación científica se muestra como una parte esencial e inseparable del proceso educativo. Una segunda paradoja es que la insistencia en la primacía de la docencia no siempre viene acompañada de un aumento de la calidad docente.

Ofrecemos a continuación algunas observaciones sobre la organización de la investigación en la universidad.

**a) Complementariedad de docencia e investigación**

A riesgo de repetirnos debemos reafirmar que docencia e investigación son actividades complementarias para la universidad, que todo profesor (o investigador) universitario debe investigar y ejercer docencia (no necesariamente ambas año a año)<sup>10</sup> y que deben establecerse mecanismos de evaluación rigurosa tanto de la docencia como de la investigación universitaria.

**b) Multiplicidad de formas organizativas**

Las formas de organización de la investigación universitaria son múltiples y es natural que sea así. Conviene observar, sin embargo, que la organización de la docencia y la investigación en ciencias de la naturaleza ha evolucionado en los últimos 10-15 años y en muchos casos pudiera ser conveniente que la actual estructura (facultades de biología, física, química, etc., independientes, con departamentos basados en áreas de conocimiento en cada una de ellas) sea complementada por una interdisciplinariedad de mayor variedad que la actual, que permita la cohabitación de profesores investigadores de formación y conocimientos complementarios. Estas circunstancias se dan también en disciplinas que hoy en día requieren una colaboración entre humanidades y tecnología como, por ejemplo, el tratamiento automático de la lengua, las bibliotecas digitales, etc.

**c) Aumento de los overheads**

Los *overheads* de los contratos de investigación deberían doblarse en un período razonable. Como contrapartida, las universidades deben reconocer en el estímulo y apoyo a la investigación una de sus tareas esenciales.

**d) Contratos de consultoría**

Los contratos de consultoría no son, en sí mismos, I+D, aunque ocasionalmente puedan serlo y tengan, en cualquier caso, una utilidad social clara. Su presencia en la universidad es aceptable (y dada la penuria económica es más que probable que sean bienvenidos) pero hay que saber seleccionar: los contratos no deben constituir ofertas a bajo precio, implícitamente subvencionadas, y de rendimiento escaso. O dicho de otro modo: la universidad no debe proveer la consultoría rutinaria que ya provee el mercado.

**e) Propiedad intelectual**

Las universidades, las comunidades autónomas y el Estado deben preocuparse, con una cierta ur-

gencia, de los temas de propiedad intelectual, así como del fomento a la generación de empresas desde los entornos universitarios. Se trata de facilitar al máximo que las universidades, y sus profesores-investigadores, sepan valorizar, para el bien de todos, los activos de que disponen (o pueden disponer sin mucho esfuerzo adicional).

### f) *Institutos de investigación adscritos*

La fórmula más robusta para la organización de la investigación en la universidad sería el instituto de investigación adscrito. Esta forma permite la autonomía y flexibilidad de gestión necesaria al centro y también proporciona patronatos responsables (en los que, evidentemente, puede estar integrada la universidad con el peso que le corresponda).

#### **PROPUESTA 11**

*Por lo que se refiere a la investigación en el contexto universitario, conviene compatibilizar de forma eficiente la docencia y la investigación, flexibilizar las formas de organización, incrementar los overheads, y atender las especificidades de las actividades de consultoría y de los temas referentes la propiedad intelectual.*

## **Parques científicos**

Los parques científicos han sido una innovación institucional de los últimos 15 años y han abierto una vía prometedora para la creación de entornos de interacción mutua entre universidades, centros de investigación, empresas y administraciones públicas.

Los parques científicos existentes (y los que vengán) no han resuelto todavía adecuadamente un aspecto esencial: el de su financiación estable. La precariedad financiera es mala en sí misma, pero también porque difícilmente entornos inestables atraen y consolidan la calidad. Es urgente, por lo tanto, articular financiación estable (con participación, posiblemente, del Estado, de las comunidades autónomas y del sector privado) para los parques.

#### **PROPUESTA 12**

*Conveniencia de atender los aspectos de financiación de los parques científicos.*

# Promoción de programas singulares y de grandes instalaciones

## Programas singulares

Ha llegado la hora para la política científica española de dar un paso de importancia decisiva en nuestro contexto europeo: el lanzamiento de programas singulares en temas bien definidos de gran proyección que permitan el desarrollo no solamente de la investigación de calidad en el sistema público, sino la integración de las empresas y/o la resolución de problemas cruciales en ámbitos como el sanitario, el medioambiental o la sociedad de la información. Para ello un crecimiento presupuestario por encima de «la línea de flotación» es imprescindible y un futuro Plan Nacional debería dedicar especial atención a este punto. No se trata pues de «más de lo mismo», sino de aprovechar la masa crítica existente para movilizar a la comunidad científica y para abordar objetivos bien definidos, pero cuya realización requiere de estructuras complejas de organización (un ejemplo podría venir dado por la problemática relacionada con el procesamiento del habla y de la lengua).

Estos programas especiales no deberían limitarse a abrir convocatorias y solicitar propuestas (aunque esto también) sino que deberían detectar carencias y prioridades en el área correspondiente y establecer los mecanismos adecuados (siempre abiertos y competitivos) para eliminar las primeras y desarrollar las segundas. La participación de las empresas en estos programas debería tener lugar desde su definición de forma que las necesidades de éstas pudieran incluirse desde un principio. Estos programas no se llevarían a cabo detrayendo fondos de los dedicados al investigación básica no orientada sino que se irían desarrollando progresi-

vamente conforme lo permitiese el aumento de los fondos presupuestarios dedicados a I+D.

### PROPUESTA 13

*Conveniencia de definir y desarrollar programas singulares a largo plazo en temas científicos y tecnológicos que sean estratégicos y de gestión compleja.*

## Grandes instalaciones

Algunos de estos programas singulares llevarían asociada la promoción de grandes instalaciones científicas y tecnológicas que permitieran alcanzar objetivos aún más ambiciosos. La investigación, especialmente en ciertas áreas y muy notablemente en la de la física, requiere hoy día determinado tipo de instalaciones que, por su envergadura, no pueden circunscribirse ni tan solo al ámbito de un solo país. Es conveniente hacer notar que cuando hablamos aquí de envergadura, nos referimos no sólo al costo (a veces, enorme) de la inversión y de su mantenimiento sino a lo que a veces es más importante: el equipo humano de alta especialización requerido para su buen funcionamiento. Las grandes instalaciones constituyen tanto un excelente vehículo para la expansión de las actividades de I+D como un elemento dinamizador del nivel tecnológico de la industria circundante. Tomemos como ejemplo el CERN (la actual Organización Europea para la Investigación Nuclear). Aunque su papel en el desarrollo de la Física de Altas Energías es universalmente reconocido (¡un gran ejemplo del poder de la colaboración europea!) muchos ignoran el extraordinario influjo que ha tenido en

la potenciación de desarrollos tecnológicos derivados de la instrumentación especial desarrollada para satisfacer los altos requerimientos del laboratorio. Sirva como botón de muestra el hoy omnipresente internet, inventado por Berners-Lee en el CERN como medio de soporte para la comunicación informática entre grupos de investigación en física de altas energías.

Con referencia a grandes instalaciones en España, señalemos, por ejemplo, que en el Instituto Astrofísico de Canarias se encuentran situadas las instalaciones astronómicas más importantes del hemisferio norte (después de Hawaii). Es de subrayar que con la construcción del nuevo gran telescopio Grantecán se ha dado un paso decisivo: el de no limitarse a ofrecer el terreno y beneficiarse de las facilidades astronómicas de los telescopios construidos por otros países, sino el de participar activamente (en más del 60 %) en el diseño y construcción del nuevo telescopio, con la irradiación tecnológica que ello supone. Una segunda instalación, la Plataforma Solar de Almería, incide de lleno en la investigación y desarrollo de una fuente de energía (la energía solar) que debe interesar a un país de las características climáticas españolas. Los resultados obtenidos en la primera fase de su funcionamiento han proporcionado una base sólida para analizar planteamientos realistas en el futuro con relación a esta fuente de energía. El reactor *TJ-II*, un prerreactor de fusión termonuclear instalado en el CIEMAT, ha permitido la generación de un importante conocimiento experto en este terreno que será de gran utilidad en el futuro cuando el programa ITER se ponga en marcha. Finalmente, el futuro sincrotrón *ALBA* del Vallés será una pieza muy importante tanto para el desarrollo de la comunidad científica española de usuarios de radiación sincrotrón como para las empresas de alta tecnología que participarán en su construcción.

A veces la política de grandes instalaciones crea recelos en la comunidad científica por el temor de que desplace financiación de otros proyectos más modestos. Creemos que la existencia de una línea presupuestaria propia (dentro o fuera del Plan Nacional) clarificaría y ayudaría a apaciguar este sentimiento.

### PROPUESTA 14

*Conveniencia de una línea presupuestaria propia para el programa general de grandes instalaciones.*

Desde hace más de 10 años existe en España, al igual que en otros países de nuestro entorno, un Comité de Grandes Instalaciones encargado de analizar tanto el funcionamiento de las instalaciones existentes actualmente en nuestro territorio como la eficacia de nuestra contribución a grandes instalaciones internacionales sitas en otros países. Asimismo analiza las propuestas de posibles nuevas instalaciones. Recomendamos que este Comité se dinamice, se fortalezca y reciba instrucciones concretas de actuación: por ejemplo, sería tal vez deseable que llevase a cabo una prospectiva de las necesidades a nivel europeo actuales<sup>11</sup> y analizase la viabilidad y pertinencia de la ubicación en España de alguna nueva instalación. También sería conveniente que dispusiese de una estructura organizativa permanente que le permitiese ejercer con efectividad tareas de asesoramiento en temas como, por ejemplo, las formas de gestión de las grandes instalaciones. En resumen, se debería revitalizar y dar más fuerza organizativa al comité de grandes instalaciones.

### PROPUESTA 15

*Conveniencia de revitalizar e impulsar el Comité de Grandes Instalaciones.*

# La interrelación entre la Administración central y las Administraciones autonómicas

Observamos en los últimos años que cada vez más las comunidades autónomas, dotadas de una saludable heterogeneidad, facilitan el trabajo de sus grupos de investigadores más destacados, potencian el desarrollo de sus propios centros de investigación y desarrollo tecnológico y hacen una apuesta decidida por áreas de investigación prioritarias acordes con su idiosincrasia, sus recursos naturales o sus intereses de otra índole. Esta creciente preocupación y asunción de responsabilidades de las comunidades autónomas por la investigación marca una buena tendencia de futuro que debe afianzarse y profundizarse.

La relación entre la Administración central y las autonómicas en el ámbito de la I+D debería estar informada por dos principios fundamentales: *colaboración* y *complementariedad*.

## a) *El principio de colaboración*

La Administración central y las autonómicas deberían esforzarse en llegar a acuerdos para coordinar la utilización de sus fondos respectivos de I+D y así tratar de definir conjuntamente los objetivos a escala europea, estatal y autonómica. También, en los centros de investigación, o en grandes instalaciones, o en grandes equipamientos o proyectos situados en el territorio de una comunidad autónoma pero de relevancia estatal, es conveniente que en su patronato participen, en el grado que corresponda, la Admi-

nistración central y la Administración autonómica.

## b) *El principio de complementariedad*

Cuando una comunidad autónoma duplica programas estatales se crean todo tipo de disfunciones. Por ejemplo, que la financiación autonómica acabe concentrándose en investigación de segundo nivel, incapaz de competir en fondos de más amplia cobertura, o que una financiación se contraiga en presencia de la otra. Es mejor llegar a un gran acuerdo y especializarse en programas complementarios. Por ejemplo, si se trata de programas de becas de doctorado tendría mucha lógica que la Administración central concediese las becas en forma de paquetes de las mismas a los programas de doctorado e investigación de buen nivel, y como recurso adicional para su actuación (es decir, la selección y la asignación final a los becarios-contratados la realizarían las instituciones receptoras mismas), mientras que la Administración autonómica se concentrase en la concesión de becas a personas. Otro ejemplo: en los programas de contratación de investigadores, el Estado podría concentrarse en primera instancia en favorecer la contratación inicial (en la línea del programa Ramón y Cajal) y las comunidades autónomas en la contratación permanente. Evidentemente todo esto debe hacerse con flexibilidad y sin dogmatismos.

## Los Planes Nacionales y la organización de la Administración central del Estado en lo referente a la política científica

Por lo que respecta a la Administración central del Estado la promoción de la ciencia no puede ser responsabilidad exclusiva de un único ministerio, sino que debe implicar, e implica, a todos ellos (la «famosa» Función 54 es una concreción presupuestaria de este hecho). En efecto, los ministerios sectoriales tienen problemas específicos (Sanidad y Medio Ambiente son casos obvios) que necesitan soluciones que, con frecuencia, involucran una actividad investigadora y, por tanto, deben poder estimular directamente la realización de estas investigaciones. Como ya observamos anteriormente muchos de estos ministerios tienen sus propios OPI, aunque algunos de ellos estén ahora bajo la tutela del Ministerio de Educación y Ciencia.

La multiplicidad de agentes públicos realizando investigación plantea, como mínimo, dos problemas: el de diseño de las grandes líneas de una política estatal coherente y con objetivos claros, y la coordinación de actividades.

En cuanto al primero, el instrumento de los Planes Nacionales como concreción de las opciones estratégicas de las autoridades políticas, además de como lugar de coordinación, encuentro y reflexión periódica de los agentes implicados en la investigación, ha funcionado adecuadamente y debería mantenerse. De todas formas la ya extensa experiencia con los mismos aconsejaría una evaluación externa, con participación internacional, de una cierta enjundia.

En lo que atañe al segundo, hay que constatar que en cualquier sistema científico-técnico de un país la coordinación entre los distintos ministerios es un problema muy arduo. Es indispensable la

existencia de un organismo coordinador que evite investigaciones repetitivas al tiempo que asegure que la investigación promovida desde los mismos sea de calidad ya que, sin este último requisito, los presuntos resultados obtenidos serían inutilizables. En este sentido, quizá deba señalarse con preocupación, como ya hicimos anteriormente en el apartado sobre las instituciones públicas, que en el pasado algún ministerio sectorial ha mostrado una cierta tendencia a usar algunos de sus OPI, a pesar de la letra I de sus siglas, como una especie de gabinetes de apoyo técnico a los ministerios, en lugar de como verdaderos centros de investigación.

Creemos que, a grandes rasgos, la solución de una Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), como la actualmente vigente en España, a cargo de las dos tareas (elaboración del Plan Nacional y coordinación básica) es una buena solución. Por el Real Decreto 1864/2004 de 6 de septiembre esta Comisión, adscrita al Ministerio de Educación y Ciencia, está presidida por el presidente del Gobierno. Una vicepresidencia corresponde al vicepresidente del Gobierno a cargo del área económica (¡la I+D es un asunto con gran repercusión económica!). Sus miembros incluyen a ministros y altos cargos de los ministerios involucrados en investigación (y también de presidencia). Actúa como secretario el secretario de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia.

Es muy claro que esta Comisión, bien diseñada sobre el papel, ha de ser más activa y más protagonista de la política científica. Pensamos que la Comisión debería estar apoyada por una Comisión Auxiliar, que se reuniría con frecuencia, presidida

por el secretario de la Comisión y formada por directores generales de los ministerios involucrados, y el de Presupuestos. Esta Comisión Auxiliar dispondría de un secretariado propio (a la manera del actual secretario general del Plan Nacional de I+D). Otra posible mejora queda recogida en la siguiente propuesta:

**PROPUESTA 16**

*Considerar la adscripción de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) a presidencia del Gobierno, y a la vez introducir una vicepresidencia ocupada por el ministro de Educación y Ciencia (es decir, el ministerio con responsabilidades predominantes en investigación).*

Por otra parte hay que señalar que sería conveniente mejorar la presencia empresarial en los mecanismos de decisión del Plan Nacional de I+D. Ahora, la CICYT como tal está apoyada por un Consejo Asesor, en el que existe representación empresarial, pero tanto la composición como el funcionamiento de este órgano son también manifiestamente mejorables y la forma de hacerlo requiere una reflexión en profundidad para el futuro.

Por lo que se refiere a la asignación de las responsabilidades centrales y más básicas de la investigación entre los distintos ministerios, puede afirmarse que no existe un modelo universalmente aceptado para la ubicación en las estructuras gubernamentales del fomento de la ciencia, y por consiguiente de la política científica. Incluso limitándonos a nuestro entorno europeo, se perciben diferentes soluciones en los distintos países e incluso en un país dado el modelo puede cambiar repetidamente con el tiempo. Así, en la década de los ochenta, Francia cambió la ubicación de su sistema científico varias veces, desde un Ministerio de Educación y Ciencia hasta uno de Ciencia y Tecnología pasando por uno de Universidades e Investigación. Otros países como el Reino Unido no tienen un ministro específico del ramo.

En este tema podríamos contemplar dos puntos de vista describibles de la forma siguiente:

a) La asignación actual de responsabilidades no precisa de grandes modificaciones. En particular, parece importante y preferible que, como ahora, las competencias de la Administración central en universidades e investigación se encuentren en el mismo ministerio.

b) Debería darse al Ministerio de Ciencia y Tecnología una segunda oportunidad histórica. La división de Ciencia y Tecnología en dos ministerios no ayuda a la necesaria convergencia del sistema de ciencia con el sistema productivo. Un ministerio de este tipo permitiría solventar el tradicional problema de la ubicación de la innovación y de su coordinación con el fomento de la investigación.

Una ventaja operativa de la existencia de este Ministerio de Ciencia y Tecnología es que con él resultaría más fácil apoyar a aquellas empresas que opten por llevar a cabo una verdadera innovación (con todos sus riesgos) frente a la tendencia histórica de los ministerios de Industria de subvencionar a las empresas en función principalmente de sus necesidades económicas y de su impacto sobre el empleo o el territorio. También, la inclusión en un mismo ministerio de los OPI más importantes y de los programas de subvención a las empresas para actividades de investigación y desarrollo, haría más fácil articular y realizar proyectos concertados de unos y otros. Además, es un hecho que las preocupaciones de un Ministerio de Educación tienden a estar dominadas por los niveles obligatorios de la enseñanza.

Una posible síntesis entre a y b sería un Ministerio de Ciencia, Tecnología, y Universidades (que incluiría parte de los Ministerios actuales de Educación y Ciencia y de Industria). Ésta constituiría nuestra propuesta para el futuro.

**PROPUESTA 17**

*A medio plazo debería ensayarse la creación de un Ministerio de Ciencia, Tecnología y Universidades.*

## Estructuras e instrumentos de la política científica

Otra propuesta sería la creación de una Oficina Asesora de Ciencia y Tecnología en las Cortes. Existen muchos precedentes en otros países donde tales oficinas contribuyen significativamente a enriquecer el nivel del análisis y la discusión de los parlamentos en temas legislativos donde la ciencia y la tecnología juegan un papel relevante.

### **PROPUESTA 18**

*Propuesta de creación de una Oficina Parlamentaria Asesora de Ciencia y Tecnología.*

Como hemos indicado repetidamente en la política científica, y en su financiación, incide de una manera notable la estructura del Estado de las Autonomías. Es importante, por lo tanto, que el Consejo de la Ciencia, el ámbito de encuentro y coordinación de la Administración Central y de las autonomías, funcione bien y sea mucho más que una instancia protocolaria y de cumplimiento de trámites.

Otra innovación estructural de gran calado se sugiere en las siguientes páginas.

# La Agencia (o Comisión) de Evaluación y Financiación de la Investigación (AEFI)

La creación de una Agencia (o Comisión) de Evaluación y Financiación de la Investigación (AEFI) es, por muchas y buenas razones, una necesidad perentoria y urgente para evitar el estrangulamiento administrativo y de gestión del sistema de financiación pública de la ciencia en España. Su lanzamiento sería una manifestación importante de la madurez del sistema y es, también, una reivindicación muy sentida por la comunidad científica y tecnológica española. Constituye, asimismo, un compromiso electoral del gobierno presente. La función de la Agencia sería la gestión del proceso de distribución, en todo o en parte, de los recursos asignados a la implementación del Plan Nacional, en el aspecto de proyectos, de recursos humanos y, en general, de todos aquellos que requieran convocatorias públicas (que, en cualquier caso, deberían ser los más).

El diseño de una Agencia, para el que se cuenta con precedentes europeos importantes (algunos ya bien asentados como los del Reino Unido o de Alemania, otros como el *European Research Council* en pleno proceso de formación) ha de combinar de forma óptima dos exigencias:

a) La Agencia debe ser autónoma y funcionar de forma ágil, imparcial, estable y rigurosa. No es nuestro papel pronunciarnos sobre la forma jurídica precisa que debe tener la Agencia pero es imprescindible que esta forma permita las características anteriores. En particular, creemos que la Agencia debe rendir cuentas *ex-post*, mediante auditorías ministeriales y mediante el Tribunal de Cuentas, pero no debe estar sujeta a intervención previa. Por supuesto, la Agencia

debería, también, contar con el personal y los medios necesarios para su buen funcionamiento. La Agencia no debe disponer de centros propios ejecutores de investigación (ni, probablemente, de grandes instalaciones). Esto ayudaría en gran manera al desarrollo de una reputación de imparcialidad.

b) La Agencia no debe tener en su funcionamiento una relación de dependencia estrecha con el ministerio correspondiente (es eso lo que significa el término «autonomía») pero tampoco con el sector, de Ciencia y Tecnología, que se beneficia de la misma. Garantizar estas exigencias obliga a prestar una atención especial al diseño de los órganos de dirección, un tema que abordaremos en breve.

Una pregunta importante es la siguiente: ¿cuál debe ser la amplitud inicial de la Agencia: deben todos los fondos de convocatorias y recursos humanos pasar por la Agencia? ¿O sólo aquéllos que hoy corresponden al Ministerio de Educación y Ciencia? ¿Todos menos Sanidad (con el Instituto Carlos III adoptando, en su momento, el papel de un *Research Council* de Sanidad)? ¿Todos menos Sanidad e Industria (con el CDTI adoptando, en su momento, el papel de un *Research Council* de Industria)? Pensamos que lo prudente es que inicialmente la Agencia se hiciese cargo de los programas que corresponden al Ministerio de Educación y Ciencia y, por lo tanto, se relacionase con la Administración a través del mismo.<sup>12</sup> Por supuesto, la Agencia debería incluir la tarea de evaluación, y por lo tanto, la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) y, asimismo, la Comisión Na-

cional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI). También de la Agencia debería depender la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), especializada, probablemente, en tareas de divulgación y prospectiva. Téngase en cuenta a su vez que, por un lado, es deseable el mantenimiento de una diversidad de fuentes de financiación, pero, por otro, es conveniente que los niveles de exigencia y la metodología de evaluación en distintos ámbitos sea similar. Esto último aconseja que la ANEP, que, como ha sido su tradición, debe desarrollar una actividad de evaluación de calidad muy alta, mantenga su propia personalidad dentro de la Agencia y, como ahora, ofrezca servicios más allá del ámbito de la misma.

Evidentemente, a medida que el funcionamiento de la Agencia se afianzase se podría considerar la incorporación de otras actividades y programas. Esta observación sería particularmente relevante en el caso de que, como recomendamos en el apartado anterior, se crease a medio plazo un Ministerio de Ciencia, Tecnología y Universidades.

La necesaria concordancia entre los objetivos de la Agencia y la política científica del Estado se aseguraría mediante contratos-programa de financiación con el Ministerio de Educación y Ciencia y, también, con la participación de representantes de la Administración en órganos de la Agencia, según establezcan sus Estatutos y Reglamentos. Ahora bien, las decisiones sobre financiación de la Agencia serían finales (excepto, claro está, por la existencia de mecanismos de garantía y apelación).

Finalmente, unas palabras sobre el diseño de los órganos de dirección de la Agencia. Este es un tema fundamental para garantizar la doble autonomía de la Agencia. Una posible propuesta podría ir acorde a las siguientes líneas:

- El órgano máximo de dirección sería una «Comisión para la Investigación» –un nombre inspirado por la Comisión de la Energía o la Comisión del Mercado de Valores, entre otras–,

formada por unos doce miembros nombrados por seis años y con renovación de dos por año. Los miembros serían nombrados por el Gobierno a propuesta del ministro correspondiente. El proceso de renovación, que debería incluir consultas y convocatorias públicas, sería organizado por la misma Comisión y los candidatos identificados transmitidos por el presidente de la Comisión al ministro correspondiente. La mayoría de miembros de la Comisión serían científicos y tecnólogos de gran prominencia. La Comisión podría también incluir otros miembros adicionales (dos o tres, pero no más) que fuesen representantes de la Administración. Por supuesto, de la Comisión emanaría un director y una estructura de gestión.

- El presidente de la Comisión sería nombrado también por el Gobierno por un período determinado, y tras un proceso de consultas públicas y regladas (llamamiento a presentación de candidatos, etc.). El puesto debe recaer en un científico (de cualquier disciplina) que goce de gran predicamento científico y de un amplio respeto, además de disponer de experiencia en la gestión de la investigación.
- La Agencia podría también disponer de un órgano asesor (el «Consejo Asesor de la Comisión») en el que estarían presentes las comunidades autónomas, las universidades, las organizaciones científicas, etc.

### PROPUESTA 19

*Desarrollar a la máxima brevedad posible una Agencia de Evaluación y Financiación de la Investigación, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, que incluya la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), y toda la política de proyectos y de recursos humanos del Plan Nacional hoy gestionados directamente desde el Ministerio de Educación y Ciencia, así como las nuevas iniciativas en estos ámbitos.*

## Notas

---

- <sup>1</sup> Por lo general, para la medición de las actividades de I+D (y también de la innovación) se utiliza la llamada «familia» de manuales de la OCDE: el *Manual de Frascati* (2002a), el *Manual de Balanza de Pagos Tecnológicos* (1990), el *Manual de Patentes* (1994), el *Manual de Oslo* (1997), específico para la innovación, y el *Manual de Canberra* (1995), dedicado a los recursos humanos que se dedican a I+D. Además deben tenerse presente las distintas recomendaciones de otras instituciones, como las de la Unesco (UNESCO 1979a, 1979b; UNESCO 1984). Debe señalarse, sin embargo, que la utilización de este tipo de indicadores puede comportar algunos problemas metodológicos. Así, la distinción entre indicadores de *input* y de *output* no siempre es diáfana. Además, existen más indicadores de *input* que de *output*. También hay más indicadores de producción científica que de difusión científica. Y por último, existen problemas de cómputo contable y de comparación internacional entre las magnitudes de los distintos indicadores.
- <sup>2</sup> Según la última revisión del *Manual de Frascati* (2003), las IPFSL comprenden las instituciones privadas sin fin lucrativo, fuera del mercado. Por lo general se financian por medio de tasas, cotizaciones o donaciones de sus miembros o patrocinadores o mediante subvenciones concedidas por empresas y las administraciones públicas. Incluyen asociaciones profesionales, sociedades culturales, organizaciones caritativas, organismos de auxilio o ayuda, sindicatos, asociaciones de consumidores, etc.
- <sup>3</sup> Véanse GRILICHES (1992), FAGERBERG (1994). Distintos trabajos de JONES & WILLIAMS (1998) y (2000) ofrecen las estimaciones más recientes sobre los efectos a largo plazo de la I+D.
- <sup>4</sup> Consejo Europeo de Lisboa, de 23-24 de marzo de 2000; Consejo Europeo de Barcelona, de 15-16 de marzo de 2002.
- <sup>5</sup> Si, en el escenario a doce años vista, las empresas crecieran otro tanto, esto permitiría alcanzar el gasto medio europeo actual en un período de 12 años aun contando con una inflación anual del 3 %.
- <sup>6</sup> Por ejemplo, el desarrollo reglamentario podría recoger que las subvenciones concedidas a universidades y centros de investigación se justificasen mediante un informe-memoria de la actividad realizada y una certificación expedida por el gerente de la universidad o director del centro en la cual se exprese que la subvención se ha registrado en la contabilidad de la universidad o centro, que los fondos percibidos se han destinado a realizar la actividad para la que fueron concedidos y que la documentación original acreditativa de los gastos realizados se encuentra custodiada en las dependencias de la universidad o centro.
- <sup>7</sup> Otra iniciativa específica que sería de utilidad para el impulso de las Ciencias Sociales y las Humanidades sería un programa de fomento de la publicación y difusión de nuestra actividad científica en estos ámbitos en lenguas extranjeras, y en particular en inglés. Se contribuiría así a romper un cierto aislamiento de estas disciplinas y, también, claro está, a dar mayor visibilidad a la abundante producción española de calidad.
- <sup>8</sup> CICYT (2003a) vol. I, p. 115.
- <sup>9</sup> Conviene observar que esta investigación presenta características propias y requiere una organización específica: comités éticos, unidades de epidemiología, bancos de tejidos, unidades de crío-preservación, bancos de datos con requisitos de confidencialidad, unidades de ensayo, animales para especies de tamaño grande, etc.
- <sup>10</sup> En particular, se deberían estimular las estancias en el extranjero de los profesores de la Universidad. A menudo esto no es posible simplemente porque el departamento no tiene medios para cubrir la docencia. Este tema está muy relacionado con la forma en que se dotan las plantillas de profesorado en la Universidad, donde la unidad de medida es exclusivamente docente, por número de alumnos/asignaturas.
- <sup>11</sup> Sería deseable una interacción estrecha entre este comité y las instituciones transnacionales que se ocupan de este tema, en particular la Comisión Europea y la Fundación Europea de la Ciencia (ESF).
- <sup>12</sup> Pensemos que en el Reino Unido hay siete *Research Councils*.

## Bibliografía

- CAMI, J., SUÑEN, E., CARBO, J.M., COMA, L. (2002): *Producción Científica Española en Biomedicina y Ciencias de la Salud (1994-2000)*. Informe del Instituto de Salud Carlos III-Fondo de Investigación Sanitaria [disponible en <http://www.isciii.es/sgis/mapa>].
- CENTRO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL (CDTI): *Informe anual CDTI 2003*, Madrid 2003 [disponible en <http://www.cdti.es/webCDTI/esp/docs/fgenerales/Memoria%202003.pdf>].
- CICYT (2003) *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología 2003*, Madrid, 2004.
- COMISIÓN EUROPEA (2002a): *Statistics on Science and Technology. Data 1980-2001*, Luxemburgo, 2002.
- COMISIÓN EUROPEA (2002b): *Towards a European Research Area. Science, Technology and Innovation. Key Figures 2002*, Luxemburgo, 2002.
- COMISIÓN EUROPEA (2003): *European Innovation Scoreboard 2003* [disponible en [http://trendchart.cordis.lu/scoreboard2003/htmlscoreboard\\_papers.html](http://trendchart.cordis.lu/scoreboard2003/htmlscoreboard_papers.html)]
- CICYT (2003a): *Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007*, Madrid, 2004.
- CICYT (2003b) *Indicadores del sistema español de ciencia y tecnología 2003*, Madrid, 2004.
- EUROSTAT (2001): *La dimension régionale des statistiques de la R+D et de l'innovation. Manuel régional*, Bruselas, 2001.
- FAGERBERG, J. (1994): «Technology and International Differences in Growth Rates» *Journal of Economic Literature* 32, 1994, 1147-1175.
- FUNDACIÓN COTEC (2004a): *Informe 2004. Tecnología e Innovación en España*, Madrid, 2004.
- FUNDACIÓN COTEC (2004b): *El libro Blanco 2004. El Sistema Español de Innovación. Situación en 2004*, Madrid, 2004.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT) (2004): *Indicadores bibliométricos de la actividad científica española (1998-2002)*, Madrid, 2004.
- GRILICHES, Z. (1992): «The Search for R&D Spillovers», *Scandinavian Journal of Economics* 94: 29-47.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2002): *La Estadística de I+D en España: 35 años de historia*, Madrid, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) (2003) *Estadística sobre las actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D) 2003*. Madrid, 2003.
- JONES, CH. I & WILLIAMS, J. (1998): «Measuring the Social Returns to R&D», *Quarterly Journal of Economics* 1998, 1119-1135.
- JONES, CH. I & WILLIAMS, J. (2000): «Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D», *Journal of Economic Growth* 5: 65-85.
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: *Memorias de Actividades de I+D+I 2002*, Madrid, 2004.
- OBSERVATOIRES DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES (OST). *Indicateurs de sciences et de technologies. Rapport de l'Observatoire des Sciences et des Techniques (sous la direction de Laurence Esterle et de Ghislaine Filliatreau)*. Édition 2004, París, 2004.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (1990): *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Standard Method of compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data-BTP Manual*, París, 1990.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (1994): *Proposed Standard Practice for Survey of Research and Development. The Measurement of Scientific and Technical Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators. Patent Manual*, París, 1994.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (1995): *The Measurement of Scientific and technical Activities. Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T. Canberra Manual*, París, 1995.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (1997): *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. Oslo Manual*, París, 1997 [segunda versión].
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (2000): *Main Science and Technology Indicators 2000*, París, 2001.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (2002a): *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development 'Frascati Manual 1993'*, París 2002 [traducción castellana (2003): *Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*, París, 2003].
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) (2002b): *Science, Technology and Industry Outlook 2002*, París, 2002.
- UNESCO (1979a): *Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology*, París, 1979.
- UNESCO (1979b): *Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities*, París, 1979.
- UNESCO (1984): *Guide to the Collection of Statistics on Science and Technology*, París, 1984.



---

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA (COSCE)

# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## Recursos humanos en la investigación

Resumen

Introducción

La ciencia en el proceso educativo

Formación y selección de los recursos humanos

Estímulos a la investigación en el sector público

Un posible modelo de desarrollo de la trayectoria científica y tecnológica

Recomendaciones y propuestas



## Resumen

La perspectiva de la reciente política de la Unión Europea, que pretende convertirse en un territorio con la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, apunta la necesidad de aumentar el número de investigadores europeos en 700 000 como una medida que debe acompañar al incremento de inversión en investigación hasta un 3 % del PIB.

En el caso del sistema español de ciencia y tecnología, el objetivo de incrementar cualitativa y cuantitativamente los recursos humanos dedicados a la investigación se ven afectados por la escasa incentivación de la profesión investigadora, el reducido grado de investigación e innovación en las empresas españolas y el bajo nivel de formación científica de nuestros estudiantes. Estos hechos hacen que los recursos humanos en ciencia y tecnología en España presenten una serie de problemas estructurales, que se detallan a continuación; para cada uno de ellos se proponen algunas recomendaciones generales de actuación.

a) La escasa orientación de la educación primaria, secundaria y universitaria hacia la formación científica, con una enseñanza que favorece las actitudes pasivas y no una predisposición positiva al aprecio por la ciencia.

El sistema educativo en su conjunto debe mejorar su capacidad para impartir una formación que promueva la creatividad y reduzca la pasividad, favorezca el espíritu crítico y constructivo, la curiosidad sobre el conocimiento de la realidad, la creatividad frente a la enseñanza dogmática, la multidisciplinariedad frente a la compartimentalidad y la flexibilidad frente a la rigidez.

b) La escasa atracción de los jóvenes por la investigación y el bajo nivel de cultura científica en la sociedad.

Se debe fomentar la motivación de los jóvenes hacia la actividad investigadora, fundamentada en el deseo de seguir aprendiendo y profundizando en el conocimiento y en su aplicación a la realidad económica y social, con el objetivo de transformar y mejorar éstas.

c) Las incertidumbres profesionales asociadas a la carrera profesional en ciencia y tecnología en todos los niveles: investigadores, tecnólogos, técnicos y gestores.

La actividad profesional en investigación debe resultar atractiva para los jóvenes potenciando su remuneración, la estructura y perspectivas de progreso de la trayectoria profesional en el sector público y la promoción profesional en las empresas, así como mejorando el ambiente laboral y el reconocimiento social del investigador.

d) La necesidad de una evaluación rigurosa de los recursos humanos y de los centros en los que se realiza la I+D.

La evaluación continuada y rigurosa de los individuos y grupos que se dedican a la investigación, es un mecanismo de mejora de la calidad y un instrumento para la incentivación salarial y la promoción profesional que necesitan ser potenciados.

e) El envejecimiento de la plantilla de investigadores.

El esfuerzo que es necesario realizar en España para aumentar cualitativa y cuantitativamente los recursos humanos dedicados a la investigación, tiene que ir acompañado de medidas que faciliten la incorporación regular y sostenida de nuevos investigadores, que reemplacen aquéllos que la abandonan por motivos de edad, permitiendo además un incremento cualitativo y cuantitativo de la masa total de investigadores.

f) La escasa absorción por el sector privado del personal investigador ya formado y la falta de comunicación e interacción entre el sector público de investigación y las empresas.

Quizás el mayor esfuerzo de mejora estructural que haya que realizar consista en facilitar el aprovechamiento por el sector privado de los recursos en investigación de que dispone el sector público.

g) La rígida organización del sistema de investigación y la necesidad de adaptación y de creación de vías de actuación más ágiles y flexibles.

El sistema de investigación español se basa preferentemente en la carrera funcionarial, que favorece el individualismo frente al trabajo en equipo. La introducción de un sistema alternativo más flexible, basado en la importancia de la tarea colectiva y sujeto a evaluación continua, favorecería la agilidad y la calidad del sistema.

h) La poca visibilidad y escaso apoyo a los grupos de excelencia en investigación.

El investigador necesita tener un ambiente estimulante para llevar a cabo su tarea creadora. Las medidas de creación de nuevos recursos humanos y la agrupación de los existentes en grupos o redes de excelencia, favorecerían muy notablemente la mejora global de la calidad investigadora en España.

## Propuestas de actuación

- Incentivar la entrada al sistema de investigación de las generaciones jóvenes mediante actuaciones sobre el sistema educativo.
- Crear medidas salariales que estimulen aún más que las ya existentes los resultados de las evaluaciones periódicas de los científicos.
- Promover la movilidad del personal investigador y medidas que permitan, a parte del personal investigador en el sistema universitario y sanitario, aumentar su dedicación a la investigación.
- Crear un programa de distinciones a investigadores de excelencia y asociar una financiación generosa a redes y centros de excelencia que permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos humanos.
- Creación de una trayectoria profesional en I+D basada al menos en sus etapas finales en contratos laborales de investigación (modelo *tenure*).



# Introducción

## Europa

El presente informe se emite teniendo en cuenta la perspectiva de la reciente política de la Unión Europea en materia de I+D, definida en los últimos cinco años en las cumbres de Lisboa (2000) y Barcelona (2002). En la primera de ellas se planteaba que Europa debería convertirse en el territorio con la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. En Barcelona se definía el objetivo de llegar a incrementar la actual inversión en investigación del 1,9 % del PIB hasta un 3 % para acortar distancias con los países más avanzados. En términos de recursos humanos, se estimaba que para alcanzar este objetivo habría que aumentar el número de investigadores europeos en 700 000. Esto supone un esfuerzo muy considerable ya que tal aumento requiere incorporar nuevos investigadores al sistema, además de reemplazar a los que lo abandonan por motivos de edad.

Existen numerosos trabajos que inciden en el tema de los recursos humanos en investigación en España y Europa. En el informe *Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe* (Bruselas, abril de 2004) se exponen con claridad los problemas que afectan a los recursos humanos dedicados a ciencia y tecnología en Europa y se recoge el bien conocido hecho de que el número de investigadores por habitante en la Unión Europea es inferior al de Japón y Estados Unidos, así como la deficiente posición que ocupa España dentro de la Unión Europea.

## España

En el documento se ponen de manifiesto otros problemas importantes, que también afectan al desarrollo científico y tecnológico y que tienen una particular incidencia en España. Entre otros, cabe señalar la extendida percepción de que la actividad profesional en investigación en ciencia y tecnología no resulta particularmente atractiva para los jóvenes, ya que la remuneración, la estructura de la trayectoria profesional en el sector público y la promoción profesional en las empresas, así como el ambiente laboral y su reconocimiento social, resultan menos gratificantes que en otras actividades profesionales. A esto hay que añadir el descenso demográfico y el escaso interés de los jóvenes por las materias científico-técnicas, en particular. Todo ello, junto con otros problemas relacionados con el enfoque de la enseñanza de algunas materias en el sistema educativo, ha supuesto que, en cierta medida, la formación científica y tecnológica no sea considerada como una opción atractiva para los estudiantes, salvo para una minoría de éstos.

Por último, cabe señalar dos problemas de gran importancia. El primero es el escaso nivel de investigación e innovación en las empresas españolas. Las consecuencias son, por una parte, una baja absorción de investigadores y tecnólogos por el sector industrial y, por otra, una escasa movilidad de los investigadores del sector público hacia el sector privado los cuales, ante esta situación, tratan de convertirse en personal permanente, satu-

rando el sistema público. El segundo problema es el desproporcionado porcentaje de abandono de mujeres altamente cualificadas, lo que supone un empobrecimiento del sistema no sólo en términos científicos, sino también organizativos, culturales y sociológicos.

## Desmovilización

Nos encontramos inmersos en una sociedad europea que ha experimentado profundos y rápidos cambios, que afectan a la manera de pensar de todos sus ciudadanos. Estos cambios son más evidentes en particular en la sociedad más joven, que constituye la cantera de los recursos humanos dedicados a la investigación, y que se materializa en que los jóvenes se comportan de forma pasiva, menos como actores y más como espectadores de la creatividad social y, por tanto, también de la creatividad investigadora, haciendo que sean las motivaciones más lucrativas frente a las de estricta creatividad las que atraen en mayor medida a ese sector joven. A estas tendencias, que son comunes a todos los países europeos, se añaden algunas características específicas para el caso de España, en donde el bajo nivel educativo de nuestros estudiantes en materias científicas y de lectura, puesto recientemente de manifiesto por el informe PISA de la OCDE, incide de forma aún más negativa en la motivación hacia la investigación y agrava el marco general.

Estos hechos amenazan con producir una pérdida de capacidad y de calidad, produciendo de hecho una desmovilización cualitativa y una descapitalización del sistema europeo de ciencia y tecnología, con graves consecuencias a largo plazo para su competitividad frente a las presiones americana y asiática. En definitiva, la sociedad debería prestar más atención a la fuente de sus recursos humanos más especializados y creativos, fomentando la vocación investigadora con visión estratégica y dándole a este propósito su necesaria prioridad.

## Política de recursos humanos en España

La política de recursos humanos en ciencia y tecnología en España fue definida en sus principios básicos hace ya varias décadas. En este tiempo, sin embargo, hemos pasado a formar parte de una sociedad europea que ha experimentado profundos y rápidos cambios, que afectan a la manera de pensar de todos sus ciudadanos y a los jóvenes de modo particular, como se ha indicado anteriormente. En estas condiciones, parece urgente una redefinición de la política de recursos humanos más acorde con las necesidades que plantea la sociedad de hoy en investigación científica y tecnológica, que tenga en cuenta la propia complejidad de la actividad investigadora y donde el desarrollo de ésta se apoye en mecanismos que hagan el trabajo en el sistema de ciencia y tecnología más atractivo, de forma que resulte una opción interesante para los más jóvenes, estimule a las personas que están ya integradas en dicho sistema y tenga capacidad de captar a investigadores y tecnólogos de otros países.

La investigación científica y tecnológica actual se desarrolla en un medio altamente competitivo, demandante de altos recursos de financiación, con unas estructuras de gran complejidad en recursos materiales y humanos; estos últimos requieren una formación muy especializada e interdisciplinaria, con altos niveles de excelencia y creatividad. Por otra parte se trata de una actividad marcadamente profesionalizada, que exige una alta motivación y capacidad de trabajo en equipo, por lo que requiere una atención especial el capital humano dedicado a ella.

Estas circunstancias justifican que se haga una reflexión más pormenorizada sobre el tema y este es el objetivo de la *Ponencia de Recursos Humanos* del proyecto CRECE de la COSCE.

Merece la pena resaltar que este informe sobre recursos humanos se ha elaborado desde la aspiración de hacer propuestas realistas, que sean compatibles con el sistema de ciencia y tecnología español actual y lo mejoren. No pretende, por tanto,

## Recursos humanos en la investigación

realizar propuestas que sólo sería posible implantar a medio y largo plazo, o que exijan profundos cambios estructurales del actual sistema. Los problemas sobre los que incidir, que podrían ser susceptibles de mejora incluirían:

- a) La escasa orientación de la educación primaria, secundaria y universitaria hacia la formación científica, con unos métodos de enseñanza que favorecen las actividades pasivas y no facilitan el aprecio por la ciencia.
- b) La escasa atracción de los jóvenes por la investigación y la escasa valoración social de la actividad investigadora.
- c) Las incertidumbres profesionales asociadas a la carrera profesional en ciencia y tecnología en

todos los niveles: investigadores, tecnólogos, técnicos y gestores.

- d) La necesidad de una evaluación rigurosa de los recursos humanos y de los centros en los que se realiza la I+D.
- e) El envejecimiento de la plantilla de investigadores.
- f) La escasa absorción por el sector privado del personal investigador formado y la poca comunicación e interacción entre el sector público de investigación y las empresas.
- g) La rígida organización del sistema de investigación y la necesidad de aumentar su capacidad de adaptación y de creación de vías de actuación más ágiles y flexibles.
- h) La poca visibilidad social y el escaso apoyo a los grupos de excelencia en investigación.

# La ciencia en el proceso educativo

## Enseñanza preuniversitaria

La motivación de los jóvenes hacia la actividad investigadora, fundamentada en el deseo de profundizar en el conocimiento y en su aplicación a la realidad económica y social, con el objetivo de transformarla y mejorarla, está sufriendo un claro y progresivo deterioro. Esto contrasta con un mayor interés por otras actividades que comportan gratificaciones más inmediatas y a corto plazo. Esta situación no es independiente de las pautas de comportamiento y criterios de valoración sociales, ni con la situación del sistema educativo.

No hay una percepción social positiva de la investigación y el sistema educativo no favorece el desarrollo de habilidades en los niños y jóvenes, que les hagan sentir curiosidad por los fenómenos que ocurren en su entorno. El sistema no les fomenta ser creativos, tener iniciativa y capacidad para enfrentarse a cualquier tipo de situación y sobre todo, a aprender a seguir aprendiendo. A esto se añade que el tiempo dedicado a las enseñanzas científicas ha disminuido muy notablemente en la docencia preuniversitaria, aunque el problema esencial no es tanto de contenidos como de concepto. Si las ciencias tienen un atractivo para los jóvenes es debido precisamente a su carácter creativo y práctico, y la transmisión de este carácter necesita un planteamiento más adecuado, que ofrezca una visión de la ciencia en la que ésa aparezca como algo atractivo, útil y culturalmente importante y en la que el estudiante tenga un contacto directo con los componentes experimentales del aprendizaje.

En este sentido es necesario fomentar enseñanzas que contribuyan a crear y desarrollar mecanis-

mos de abstracción, a facilitar los mecanismos que moldeen el propio pensamiento y que ayuden a plantearse preguntas. Que fomenten aspirar a entender la realidad, a sistematizar ideas, a estimular intelectualmente a los estudiantes, no sólo para incentivar la investigación, sino también como una manera de inducir, aprendiendo, a desarrollar un pensamiento creativo. Y esto debe de realizarse de una manera integral, siendo conscientes que enseñanzas no estrictamente científicas, como es el caso de música, facilitan esta capacidad integradora.

Por otra parte, conviene poner en práctica actividades complementarias que acerquen a los jóvenes preuniversitarios a los ambientes científicos. Las publicaciones específicas, las olimpiadas u otros sistemas que incentiven a los jóvenes con vocación investigadora y el apoyo a exposiciones, espacios temáticos o museos, son medidas necesarias para facilitar este objetivo.

El reciente esfuerzo, tanto estatal como privado, por familiarizar a los jóvenes con las tecnologías informáticas a través de los ciberjuegos e internet, aun siendo innegablemente necesario para su formación, trae consigo también evidentes problemas que hay que tener en cuenta a fin de intentar compensarlos. Uno de ellos es el alejamiento de los jóvenes de las actividades lúdicas de tipo experimental, manual y científico. Téngase en cuenta que, cada vez más, el ordenador y la microelectrónica en general, funcionan como una caja negra, casi mágica, inventada y fabricada por súper-technólogos y empresas. Su uso indiscriminado, desde jóvenes, favorece una total aceptación de la inferioridad tecnológica propia y una posición de sumisión frente a la tecnología dominante.

No se trata, por tanto, sólo de fomentar meramente el uso de tecnologías, sino de aprovechar la oportunidad para intentar que los jóvenes dejen de ser espectadores pasivos de los desarrollos tecnológicos y las innovaciones científico-técnicas alcanzados por otros y se habitúen a crear aprendiendo, a través de la experimentación directa, con sus propias manos, con su propio ingenio e iniciativa, durante muchas horas y con los medios, los estímulos y los profesores adecuados. A este respecto, la existencia y buena dotación de laboratorios en la enseñanza preuniversitaria es particularmente importante.

Con todo ello, se persigue, fundamentalmente, estimular la capacidad de abstracción y de análisis, potenciar la creatividad de los jóvenes y, de esta forma, contribuir a implantar un ambiente social favorable que facilitará tener buenos ciudadanos, buenos profesores, buenos científicos y tecnólogos, buenos profesionales y buenos empresarios. Para ello creemos que es necesario intensificar y hacer obligatorias las disciplinas que fomenten el interés por el conocimiento científico, así como las que forman su método y potencian el desarrollo de la capacidad de abstracción.

### Enseñanza universitaria y doctorado

La enseñanza universitaria, tal como se realiza en la actualidad, no sólo no resuelve los problemas planteados en los niveles de educación primaria y secundaria, sino que los consolida. A este nivel, se cree necesario insistir en la conveniencia de que las universidades se planteen como objetivo, una formación que promueva más la multidisciplinariedad que la compartimentalidad, el espíritu crítico y la incertidumbre en el conocimiento que el dogmatismo, la flexibilidad frente a la rigidez. En definitiva, una enseñanza basada más en practicar y crear ciencia o tecnología que en aprenderla.

La participación del proceso educativo en la formación de científicos y tecnólogos tiene su mayor exponente en el desarrollo de la tesis doctoral. La diversificación y especialización temática trae consigo que la formación de doctores siga procesos de aprendizaje diferentes, dependiendo de las necesidades y usos de las distintas disciplinas.

La visión general sobre el doctorado es que éste tiene como misión fundamental formar investigadores y académicos. Sin embargo, este enfoque encierra serias limitaciones. En primer lugar, porque la creación de un espíritu emprendedor e innovador y la capacidad de liderazgo, que debe impregnar todo el sistema educativo, debe reforzarse aún más en esta etapa formativa doctoral. En un doctor bien formado lo más importante es que tenga capacidades y habilidades que le permitan abordar problemas, independientemente del ámbito en el que tenga que hacerlo. En segundo lugar, porque es esperable y deseable que los líderes futuros de una investigación activa en el sector privado sean doctores, tecnólogos y posgraduados bien formados. Así, en materia de educación para la ciencia y la tecnología, apreciamos que:

- En la enseñanza primaria y secundaria es necesario potenciar los experimentos, los talleres, los juegos y las actividades manuales, y transmitir la repercusión de la ciencia y la tecnología a los ámbitos de la vida personal y social.
- Se deben desarrollar habilidades y destrezas, y fomentar una enseñanza basada más en desarrollar la curiosidad y hacerse preguntas que en el conocimiento formalmente establecido.
- Se debería intensificar las materias científicas en la educación primaria y secundaria.
- Es preciso desarrollar una formación universitaria interdisciplinaria, experimental y flexible.
- La formación doctoral, aunque tenga estructuras organizativas diversas, según las distintas disciplinas, debe fomentar la capacidad de abordar y resolver problemas y desarrollar el liderazgo.

# Formación y selección de los recursos humanos

## Aspectos generales

Si se pretende un desarrollo sostenido de la investigación científica y tecnológica, es necesario que los criterios generales que guíen cualquier actuación orientada a aumentar la cantidad y calidad de los recursos humanos del sistema de ciencia y tecnología sean conocidos y aplicados a lo largo de las diferentes etapas de formación del personal investigador y que tengan un marco temporal estable. El número de investigadores del sistema debe aumentar si nos queremos adaptar a las recomendaciones definidas en las cumbres de Lisboa y Barcelona de la Unión Europea. Se estima necesario incrementar el número de investigadores en España hasta alcanzar 10 investigadores por 1000 de población activa. Sin embargo, este incremento debe responder a una política que, además de tener en cuenta las necesidades del sistema, tanto en el ámbito público como en el privado, se lleve a cabo de una forma progresiva para asegurar una incorporación paulatina de investigadores y tecnólogos, con la formación necesaria para asegurar una mejora de la eficacia del sistema. A continuación se va a considerar la formación de recursos de orientación tecnológica e investigadora.

Por otra parte, la investigación moderna no puede ser concebida como un trabajo individual, sino que exige una labor en equipo. Este equipo de trabajo moderno debe tener una diversidad de cualificaciones, habilidades y capacidades. Una investigación basada exclusivamente en investigadores de alta cualificación estará alejada de ser efectiva y de ofrecer una actividad de calidad. Se

necesitan técnicos, gestores y tecnólogos dedicados todos ellos a conseguir el objetivo común de un trabajo investigador de calidad y competitivo.

## Formación de tecnólogos

Probablemente uno de los mayores problemas del sistema español de ciencia y tecnología es la escasez de recursos humanos en las empresas con capacidad de innovar y de incorporar avances tecnológicos en la actividad empresarial. En particular, es crucial que las empresas dispongan de investigadores industriales (doctores y tecnólogos altamente cualificados) que puedan entender la naturaleza y aprovechamiento para su empresa de los avances científicos y tecnológicos que se están produciendo y con capacidad para facilitar y catalizar el proceso de innovación en el sector empresarial. La función de este personal es insustituible para conseguir una mayor competitividad de las empresas. Sin ellos, de poco sirve un incremento de inversiones ligadas a infraestructuras o a la adquisición de tecnología. No se trata únicamente de incrementar el número de investigadores en el sector empresarial, lo que sigue siendo necesario, sino de disponer de un número mayor de tecnólogos, entendiéndose como tales, el personal técnico de alta cualificación en diversas ramas de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

El sector público puede contribuir a mejorar los recursos humanos en las empresas para fomentar la cultura de la innovación y de desarrollo tecnológico de varias formas. En primer lugar, introduciendo

en el sector educativo las reformas necesarias para formar personas con habilidades que, como se ha dicho anteriormente, les permitan tener iniciativa y espíritu emprendedor. En segundo lugar, promoviendo en la formación de investigadores, la orientación empresarial y facilitando su inserción en el sector productivo. En tercer lugar, eliminando las barreras administrativas que dificultan la movilidad y el intercambio de investigadores entre las instituciones públicas, los centros tecnológicos y las empresas.

La formación de tecnólogos es una de las actividades que definen la capacidad de un sector industrial para absorber y aprovechar el esfuerzo investigador. La necesidad de tecnólogos en laboratorios empresariales o de los centros de investigación se complementa con la necesidad de disponer de un número elevado de los mismos en los procesos de construcción y operación de grandes instalaciones científicas, muchas de ellas en un entorno multinacional. No se trata de crear compartimentos estancos entre diferentes tipos de actividades. Por el contrario, se trata de imbricar la investigación con el desarrollo tecnológico, cuyas fronteras cada vez son más difusas.

La formación específica en tecnologías avanzadas debe hacerse, como en el caso de la investigación, desde el reconocimiento del aprendizaje continuo a lo largo de la vida profesional. Hasta ahora, sólo algunas empresas han colaborado estrechamente con las universidades para definir programas de posgrado específicos. La oportunidad que ofrece la puesta en marcha de los programas de posgrado que resulten de la implantación del Espacio de Educación Superior (proceso de Bolonia) no puede ser desaprovechada ni por la universidad ni por las empresas.

En España, la formación de tecnólogos ha dispuesto de instrumentos específicos ligados al puesto de trabajo (aprender haciendo o *learning by doing*), como han sido el programa de incorporación de doctores a la empresa (Acción IDE) y, posteriormente, el programa Torres Quevedo, inicialmente muy orientado a las pymes y ahora con un campo de actuación mayor para incorporar a ac-

tuaciones en los parques científicos y tecnológicos. En ambos casos, el efecto es limitado, al serlo también el número de personas implicadas.

En el sistema público español, la asociación de recursos humanos, becas de formación de personal investigador, a los proyectos de los programas nacionales orientados a universidades y organismos públicos de investigación, ha sido un esquema muy apreciado desde hace años. No existe, sin embargo, una fórmula similar en el caso de los proyectos financiados a través de PROFIT (actualmente Ayudas al Fomento de la Investigación Técnica). La obtención de financiación adicional sobre la base de la incorporación de tecnólogos en condiciones similares al programa Torres Quevedo, sin necesidad de convocatoria específica puede, además, incrementar el atractivo de los proyectos PROFIT entre las empresas españolas.

Finalmente, la movilidad entre el sector público y el sector privado sigue siendo muy limitada. Con excepción de las actuaciones ligadas a la realización de proyectos fin de carrera en empresas, común en algunas ingenierías, el proceso no continúa durante la vida profesional. El fuerte incremento de cátedras-empresa, observado en los últimos años en algunas universidades, puede servir de aliciente adicional si se potencia este factor de movilidad intersectorial a través de las mismas. Estos procesos se han intentado promocionar en el Programa Marco como parte de las redes de excelencia, pero la participación empresarial en las mismas sigue siendo muy reducida.

En todo caso, no se trata sólo de disponer de un instrumento administrativo dotado presupuestariamente, algo relativamente sencillo como decisión política científica y tecnológica, sino de un cambio de mentalidad que requerirá tiempo y perseverancia. La formación y disponibilidad de tecnólogos es un elemento esencial para catalizar la implicación del sector empresarial en las actividades de I+D. Para ello es necesario incrementar el peso de los recursos humanos en las actividades financiadas por los poderes públicos. Se proponen cinco tipos de actuaciones:

- Fomentar la cultura del desarrollo tecnológico y la innovación, especialmente en la universidad y en el posgrado.
- Rediseñar las condiciones de aplicación del programa Torres Quevedo para hacerlas más atractivas al sector empresarial, incrementando su número y ámbito; en especial para que las nuevas empresas de base tecnológica puedan aprovecharse de los mismos.
- Mejorar las condiciones fiscales ligadas a la formación de tecnólogos y, en especial, en aquellos casos en los que la actuación se realiza en cooperación con el sistema público.
- Financiar la incorporación de tecnólogos procedentes del sistema público en las mismas condiciones que el programa Torres Quevedo, a empresas que hayan obtenido un proyecto PROFIT o de programas internacionales (PM, EUREKA, ESA, etc.) con el fin de incrementar su papel como generador de tecnólogos.
- Incrementar la financiación de programas de movilidad entre el sector público y el privado.

### Formación y selección de investigadores

El desarrollo profesional de los investigadores en el sector público en España viene definido por los marcos legislativos que rigen a las diferentes instituciones públicas o centros que son responsables de su realización, como universidades, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y otros Organismos Públicos de Investigación (OPI). La carrera tradicional en los centros públicos de investigación está, a menudo, basada en un sistema funcional en el que hay falta de reconocimiento y de estímulo para potenciar y recompensar la actividad de investigación. Por otro lado, el desarrollo profesional de los investigadores jóvenes en España se ha caracterizado por una cierta inestabilidad e incertidumbre, debidas a la periódica aparición de nuevas figuras de contratación y/o becas que han sido aplicadas sin un marco temporal estable. Esta dinámica no favorece un desarrollo adecuado de la

actividad investigadora e impide la generación de una pirámide de edad adecuada que asegure una gradual renovación del personal investigador.

Es esencial para un crecimiento sostenido del sistema de ciencia y tecnología que cualquier actuación sea aplicada teniendo una visión global de las diferentes etapas de formación del personal investigador y con una continuidad en el tiempo. El incremento del número de investigadores, según las recomendaciones definidas en la Cumbre de Lisboa y Barcelona de la Unión Europea, debe realizarse siguiendo una política bien definida de incorporación progresiva. La opción de un incremento masivo en plazo corto iría en detrimento de generaciones posteriores y difícilmente aumentaría la eficiencia del sistema ni podría ser objeto de un proceso de selección basado en la excelencia y la productividad.

Para conseguir potenciar el funcionamiento del sistema existente e introducir en él investigadores de alta cualificación, que puedan desarrollar su actividad profesional tanto en el sector público como en el privado, el primer paso es definir cuáles son los criterios que deben regir el sistema en todas sus etapas:

CRITERIOS	
PRINCIPIOS	INSTRUMENTOS
Excelencia	Evaluación
Profesionalidad	Incentivos
Competitividad	Movilidad
Dinamismo	

El desarrollo de la actividad investigadora en cualquier ámbito científico debe fundamentarse en la formación y estímulo de investigadores, tecnólogos y técnicos capacitados para desarrollar una investigación autónoma, innovadora y de alta calidad, y que conjugue la oferta de oportunidades laborales y la promoción personal.

Las acciones que se emprendan para su desarrollo formal deben inspirarse en una serie de principios comunes, que garanticen el logro del perfil de investigador deseado, al margen de las peculiaridades que poseen las diferentes disciplinas científicas y campos tecnológicos.

### Principios

#### **Excelencia**

Los mecanismos de selección y evaluación de científicos y tecnólogos deben basarse fundamentalmente en la excelencia, medida bien con sistemas objetivos (sistemas bibliométricos, índices de impacto, índice de citación de publicaciones, patentes, creación de nuevas empresas de base tecnológica, etc.), y/o mediante evaluaciones externas de carácter anónimo (comités *inter-pares*). Tales evaluaciones deben tener en cuenta los estándares de excelencia internacionales habitualmente utilizados del área científico-tecnológica a la que pertenece el investigador, en un contexto general.

#### **Profesionalidad**

La formación y promoción de un científico o tecnólogo deben tener como objetivo conseguir profesionales altamente cualificados y motivados para ejercer su actividad. El nivel de retribución salarial y la posibilidad de conseguir complementos económicos y de otro tipo deben ser parte de los incentivos que motiven una actividad profesional y altamente competitiva.

#### **Competitividad**

La selección y promoción de los investigadores debe ajustarse al principio de competitividad, de modo que sean aquéllos con mejor currículum investigador, evaluado en términos de excelencia, los que sean promocionados de manera preferente.

#### **Dinamismo**

La alta especialización y los rápidos avances en el conocimiento que caracterizan el sistema de ciencia y tecnología moderna, exigen un gran dinamismo

del mismo. La formación, perfeccionamiento y especialización permanente de investigadores y tecnólogos, exige una movilidad geográfica, intersectorial pública-privada, y temática desde el período predoctoral. Esta situación debe ser propiciada y auspiciada por las distintas instituciones, fundamentalmente las del sector público, que han de fomentar y promover la movilidad de su personal, sin que ello suponga a dicho personal coste alguno. Este dinamismo exige también la permeabilización de las instituciones para la salida y entrada de investigadores y tecnólogos. La movilidad intersectorial pública-privada puede constituir la forma más profunda de transferencia de resultados. La movilidad interdisciplinaria, es decir temática, constituye hoy una pieza fundamental en la generación de nuevo conocimiento.

### Instrumentos

#### **Evaluación**

La promoción profesional de científicos y tecnólogos debe estar sometida a un proceso de evaluación cíclica que permita medir el progreso, el estancamiento o el descenso, la decadencia de su actividad. Los mecanismos de evaluación deben valorar fundamentalmente la excelencia. Para ello es necesario que la evaluación utilice parámetros y recursos evaluadores, instrumentales o personales, reconocidos internacionalmente. Además, la lejanía e independencia de los evaluadores son requisitos que favorecen la objetividad de la evaluación.

La evaluación continuada que debe existir en un sistema de investigación continuamente actualizado hace recomendable la intervención de una agencia que lleve a cabo esta tarea. En caso contrario, la diversidad existente en España puede dar lugar a situaciones profesionales diferentes. En este documento se abordará posteriormente la necesidad de evaluar también a agrupaciones de investigadores, por lo que las herramientas institucionales que ejecuten esta evaluación de una

forma autónoma pero homogénea en todo el Estado, adquieren aún más relevancia.

En consecuencia, se necesitan entidades autónomas relativamente independientes de la Administración que efectúen los procesos de evaluación o acreditación de investigadores y grupos, y que gestionen y coordinen la política nacional de investigación. Entendemos que la actual ANEP debería ser la agencia estrictamente dedicada a la evaluación de la calidad del sistema, tanto a nivel de investigadores como de programas o proyectos, y, quizás, desprovista de su función prospectiva, que parece más propia de otras entidades y que hasta ahora ha efectuado escasamente. También entendemos que parece necesaria la presencia de una nueva Agencia nacional, más basada en criterios de oportunidad, responsable de la evaluación de agrupaciones, encargada de la coordinación efectiva con las comunidades autónomas y de la gestión de programas nacionales.

### ***Incentivos***

La productividad y la excelencia investigadora deben ser estimuladas mediante un adecuado sistema de incentivos. Este objetivo no se consigue en el sector público con los suplementos de salario utilizados actualmente, pues su cuantía es baja y su concesión poco selectiva. Una manera más efectiva de premiar la excelencia sería la creación

de una serie de escalafones salariales bien definidos que serían alcanzados progresivamente en función de los resultados de evaluaciones periódicas.

### ***Movilidad***

Para favorecer la integración de la estructura investigadora en la sociedad, debe estimularse el trasvase de investigadores a actividades profesionales relacionadas. Esta movilidad profesional se refiere principalmente a la transferencia de personal entre tareas investigadoras y actividades empresariales, de divulgación científica o de gestión. Es necesario que las condiciones de contratación de investigadores favorezcan su paso a otras actividades relacionadas, y que los centros de investigación dispongan de la flexibilidad necesaria a este efecto.

Los regímenes funcionariales y laborales de los investigadores y tecnólogos deben incluir, por parte de las instituciones públicas, el compromiso de períodos sabáticos que no les supongan costes económicos y profesionales. Se debe facilitar y apoyar la posibilidad de llevar a cabo años sabáticos en otros centros investigadores y empresas, nacionales o internacionales así como la concesión de excedencias. Igualmente, deben ser estimuladas y valoradas positivamente todas aquellas iniciativas que contribuyan al aumento de las colaboraciones entre los OPI y la empresa.

# Estímulos a la investigación en el sector público

La excelencia en la investigación es un criterio crucial, tanto en el sector público como en el privado. Esta ponencia propone medidas de carácter individual combinadas con otras dirigidas a la creación de grupos alta calidad investigadora. Las dos líneas de actuación contempladas son las siguientes:

- Proponer medidas para potenciar la investigación en el sector público.
- Proponer un modelo de trayectoria investigadora, flexible y complementario al del sistema existente.

## Medidas para el personal integrado en el sistema público de investigación

El personal implicado en las tareas de investigación en instituciones públicas merece una serie de actuaciones que les incentive a desarrollar plenamente su actividad. (Véase el cuadro-resumen «Medidas de estímulo sobre el sistema».) Dicha atención ha de tener dos vertientes; por un lado, la atención al individuo y a su trayectoria profesional, y por otro, la atención a la propia estructura en la que el investigador ha de desarrollar su labor. En este documento proponemos tanto medidas que están pensadas para ser aplicadas a individuos como otras dirigidas al estímulo de su agrupación en centros de excelencia, donde los recursos humanos puedan desarrollar su trabajo de forma más eficiente, fomentando la actividad y la atracción de más medios y mejores modos que favorezcan la investigación de calidad.

## Medidas de carácter general

- Potenciar la creación de interfases activas entre la universidad y el CSIC, institutos universitarios propios o mixtos, y la creación de fundaciones que faciliten la cooperación y creación de centros con entidades privadas y flexibilicen la contratación de personal.
- Identificación y potenciación de grupos de investigación de alto nivel en el sector público y en el privado, facilitando los puentes entre unos y otros.
- Favorecer la creación de redes de investigadores y centros en red que agrupen investigadores y tecnólogos, recursos y proyectos que favorezca un ambiente de excelencia en investigación, colaboración y comunicación científica.
- Promover la creación de centros de excelencia a partir de los recursos humanos ya existentes en el sistema. El fomento de estos grupos contribuirá a aumentar la calidad en la generación de nuevos recursos humanos.
- Promocionar el apoyo administrativo y técnico a los grupos de excelencia. En este sentido, es necesario resaltar la conveniencia de formar auténticos profesionales en la gestión de la investigación, que den apoyo a los investigadores y grupos en lo relativo a la valorización y protección de resultados, transferencia de los mismos y en la relación con las empresas.
- Crear incentivos salariales que mejoren los existentes, basados en evaluaciones periódicas de la actividad desarrollada y que supongan un estímulo para investigadores y tecnólogos.

- Crear una distinción de excelencia, que sería otorgada a aquellos investigadores con productividades extraordinarias, y mantenida en función del rendimiento del investigador en sucesivas evaluaciones.
- Facilitar las estancias sabáticas en otros centros extranjeros.
- Favorecer la movilidad de los investigadores de organismos públicos de investigación hacia iniciativas emprendedoras de base tecnológica, nuevo desarrollo e innovación tecnológica de alta calidad, mediante medidas que permitan sistemas de excedencia transitoria para la generación de nuevas empresas.
- La evaluación de la excelencia de los grupos la realizaría una Agencia nacional.
- Potenciar la formación permanente de investigadores.
- Potenciar la incorporación de las mujeres al mundo de la investigación, y adoptar medidas que faciliten su dedicación y visibilidad.
- Favorecer en el colectivo de investigadores de excelencia la reducción temporal de su trabajo docente o asistencial y su dedicación preferente a tareas formativas o asistenciales de alta especialización. Para ello se pueden promover acciones específicas que permitan un reparto no igualitario de estas tareas y la contratación de personal que libere de la labor docente o asistencial a estos investigadores de excelencia.
- Ofrecer sabáticos intramurales para favorecer períodos de dedicación exclusiva a la tarea investigadora en universidades y en el sistema de salud.
- Crear estímulos para las jubilaciones anticipadas de los excedentes de profesorado centrados primordialmente en la tarea docente, para la liberación de contratos que permitan contratar personal dedicado preferentemente a fines investigadores.
- Incorporar en su funcionamiento las estancias de sabáticos para investigadores y tecnólogos.

### **Medidas específicas para la universidad y el sistema de salud**

La universidad es un sistema institucional que por sus características merece una especial atención y acciones específicas para la mejora de la investigación en su entorno. Algunas de estas características afectan de forma importante a los recursos humanos universitarios dedicados a la investigación. Así, su régimen de profesorado puede representar una limitación para la gestión de sus recursos humanos investigadores. Por otro lado, la doble actividad, docente e investigadora necesita en muchos casos de acciones específicas que faciliten la investigación.

El sistema de salud tiene características estructurales similares a las descritas en la universidad, debido a su tarea preferentemente asistencial y a su gestión autónoma de personal, que recomienda en muchos casos acciones específicas de potenciación de sus recursos humanos en I+D. Por tanto, además de las medidas mencionadas en el apartado anterior, proponemos algunas acciones específicas:

#### **MEDIDAS DE ESTÍMULO SOBRE EL SISTEMA PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN**

Favorecer la creación de **ambientes científicos de calidad** (interfases institucionales, redes, centros de excelencia...).

Para los investigadores de excelencia, favorecer la creación de **distinciones y reducción de tareas docentes o asistenciales**.

Implantar en los sectores público y privado los **sabáticos geográficos y otras medidas de movilidad**, con una gestión flexible que no comporte retrasos innecesarios ni costes económicos personales para los investigadores y tecnólogos. La gestión de esta medida por parte de la Administración requiere convocatorias abiertas y un mínimo de tres resoluciones anuales.

**Crear incentivos salariales selectivos.**

Favorecer **proyectos conjuntos** entre el sector público y el privado.

**Potenciar la incorporación de mujeres al sistema de investigación.**

## Un posible modelo de desarrollo de la trayectoria científica y tecnológica

Este apartado pretende proponer algunas actuaciones complementarias basadas en relaciones contractuales, adaptadas a los principios antes presentados.

Existe una tendencia creciente en Europa a establecer este tipo de relaciones contractuales que, además, están empezando a ser ya implantadas en el ámbito estatal y autonómico. Este modelo de «contratación en vía de permanencia» (*tenure*) ha demostrado su validez y capacidad de adaptación a las circunstancias cambiantes de la investigación en la sociedad actual.

En lo que sigue presentamos una propuesta de trayectoria científica que no pretende sustituir los modelos ya existentes. Por el contrario, aspira a ofrecer un modelo adicional que pueda resultar complementario y compatible, en la mayor medida posible, con los existentes, de forma que pueda implantarse en su totalidad donde se desee y existan posibilidades para ello, o, sólo en alguna de sus partes en otros casos. El elemento fundamental del sistema propuesto es la evaluación continuada, tanto de los investigadores como de las instituciones, que haga posible disponer en nuestro país de una trayectoria científica adecuada a las necesidades de una investigación moderna y de alta calidad.

De acuerdo con los criterios antes expuestos, otro objetivo de la trayectoria propuesta consiste en favorecer la movilidad de los recursos humanos dedicados al sistema de ciencia y tecnología, como instrumento que incrementa la competitividad del sistema. No se trata sólo de una movilidad geográfica, sino también institucional, sectorial y temática, estimulando que la trayectoria profesional se haga en diferentes instituciones en las que se disponga de plazas del modelo.

Finalmente, otro de los objetivos que pretende alcanzar una propuesta como la aquí efectuada, es facilitar la existencia de figuras de contratación que, una vez establecidas, pueden financiarse desde distintas administraciones públicas (Estado, comunidades autónomas, CSIC, universidades,...), pero también por instituciones privadas, tanto financieras como empresariales que, mediante cualquier forma de colaboración, promuevan la contratación de estas figuras.

### ARTICULACIÓN DEL MODELO DE DESARROLLO DE UNA TRAYECTORIA CIENTÍFICA QUE SE PROPONE

Algunas razones para la propuesta:

Eficacia probada de sistemas análogos en países avanzados.

Tendencia creciente en Europa a utilizar relaciones contractuales.

Aparición en el sistema estatal y autonómico de este tipo de relación.

Flexibilidad y compatibilidad del sistema con el ya existente.

#### Marco normativo

El marco normativo que pudiera ser necesario para sustentar el sistema propuesto debería ser desarrollado en sus aspectos fundamentales por el Estado, que es quien tiene competencias en la materia.

#### Quién contrata

Las contrataciones laborales propuestas podrían ser realizadas por cualquier institución con entidad jurídica propia y responsable en materia de I+D.

#### Quién financia

La financiación fundamental, en lo que se refiere a su cuantía y/o a los mecanismos de incentiación del sis-

tema, parece que debe ser responsabilidad del propio Estado, al menos durante la fase inicial de la misma, pudiendo ir luego acompañada de cofinanciación por parte de las comunidades autónomas o de las propias instituciones contratantes, tanto públicas como privadas.

**A quién se evalúa y quién evalúa**

La evaluación debe realizarse sobre agrupaciones de investigación temáticamente coherentes y, por consiguiente, no debería hacerse sobre instituciones multidisciplinarias (universidades o CSIC). Dicha evaluación debería realizarse por una Agencia nacional, que acreditaría a aquellas agrupaciones que hubieran superado una evaluación personal realizada por el organismo responsable (la Agencia o la ANEP, en su caso) para la recepción de investigadores.

**Localización**

No existe una institución específica en la que hayan de ubicarse los contratados del sistema. Todas las instituciones dedicadas a I+D pueden tener contratados del mismo.

**Relación con la situación actual**

Los actuales contratados laborales de los programas Juan de la Cierva y Ramón y Cajal coincidirían en bastante medida con los posdoctorales e investigadores adjuntos del sistema, respectivamente. Por el contrario, los investigadores permanentes representarían una figura de nueva creación. El programa Torres Quevedo refleja en cierto grado las propuestas para la transferencia al sector privado de investigadores formados en el sector público.

**alta movilidad**, no sólo geográfica sino también institucional, e incluso sectorial, de modo que los investigadores de calidad procedentes del sector privado puedan incorporarse al sistema público, y viceversa.

- ✓ Todas las etapas de la trayectoria deben estar **abiertas a una procedencia de origen internacional** de sus investigadores, desde su primera etapa formativa hasta su permanencia en el sistema. Esta exigencia es consecuencia clara de los criterios de excelencia, competitividad y profesionalidad antes expuestos. Consecuentemente, el inglés debe ser aceptado como otro idioma del sistema.
- ✓ Un aspecto importante es el **salarial y las ayudas complementarias** a éste, como son los fondos y recursos de apoyo a la investigación y los incentivos de vivienda en aquellas etapas que exigen o recomiendan movilidad geográfica. Las plazas ofertadas deben ser atractivas para que los profesionales competentes no abandonen el sistema hacia situaciones laborales más gratificantes.
- ✓ Este modelo no pretende ser una trayectoria que sustituya a las figuras ya existentes en Instituciones públicas dedicadas a la investigación. Pretende ser una trayectoria basada en un **sistema contractual deslocalizado**, fundamentado en la evaluación como instrumento que valida la excelencia y la profesionalización como requisito de su competitividad, que sea permeable también para las estructuras actuales.

**Características de la nueva trayectoria científica y tecnológica**

- ✓ Las reflexiones sobre un **modelo de trayectoria profesional** en ciencia y tecnología marcan un camino posible para aquellos investigadores que superen las sucesivas evaluaciones. Esta trayectoria no tiene por qué desarrollarse en un mismo centro, ni estar separada de las trayectorias tradicionales ya existentes. Por el contrario, se pretende que el investigador pueda acceder y abandonar la trayectoria planteada de forma flexible.
- ✓ La trayectoria profesional propuesta se desarrolla en el sistema de ciencia y tecnología con una

**Formación predoctoral en investigación**

- Los proyectos de investigación públicos o privados podrían incluir la posibilidad de conceder becas y contratos predoctorales para los investigadores en este período.
- Se debe atender a que los doctorandos estén debidamente atendidos en su formación y adoptar medidas que eviten la concesión de becas y contratos a grupos sin capacidad para ello.

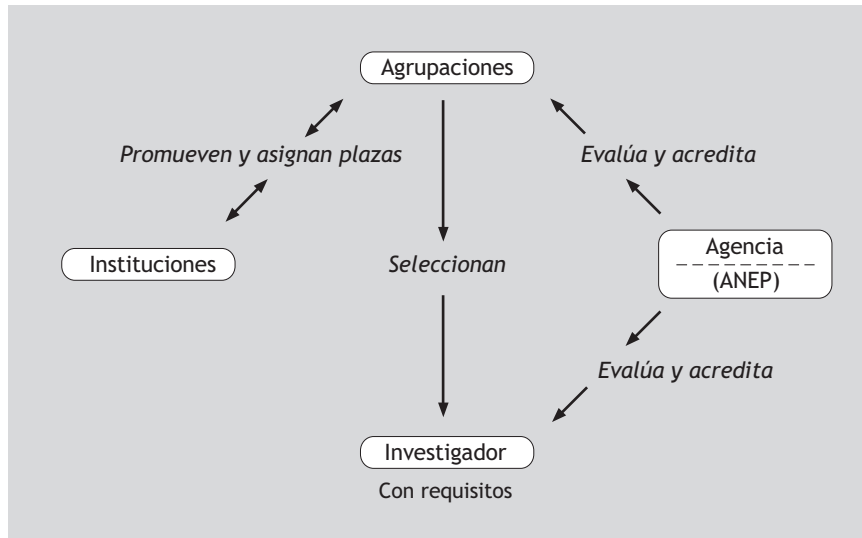


FIGURA 1 Esquema que representa los mecanismos de promoción y evaluación de centros e investigadores (adjuntos y permanentes)

- En algunas circunstancias justificadas, esta formación predoctoral podría realizarse en centros de prestigio no españoles.
- Una vez finalizado el período inicial de formación predoctoral (DEA, Máster o equivalente), la investigación desarrollada en este período podría sustentarse en contratos predoctorales.
- Los investigadores predoctorales en formación deberían estar adscritos a grupos de alta cualificación y ser evaluados y seleccionados por sus responsables (figura 1).
- El disfrute de la financiación predoctoral debería concederse con el menor retraso posible tras la finalización de la licenciatura.
- Se estima que la duración de la formación predoctoral no debe ser inferior a cuatro años.
- Durante esta formación, se debe seguir fomentando el espíritu emprendedor e innovador y la formación para el liderazgo empresarial.

### **Investigadores posdoctorales**

- La formación posdoctoral debe resultar atractiva para que doctores de calidad la elijan en su devenir profesional.

- Este período de formación debe realizarse en un centro distinto a aquél en el que se llevó a cabo la tesis doctoral, pudiendo efectuarse en un grupo altamente cualificado de España o del extranjero.
- La convocatoria y selección de estos investigadores debe organizarse de forma que entre la finalización del período predoctoral y la incorporación a la etapa posdoctoral, no exista discontinuidad laboral.
- El período posdoctoral podría ser de dos años renovables hasta cuatro, previa evaluación realizada por una Agencia reconocida.
- La situación laboral de los investigadores posdoctorales en el extranjero debería permitir que, tras su reincorporación al sistema español, se reconocieran sus derechos laborales como si hubieran trabajado en España.

### **Investigador adjunto**

- Requiere haber realizado al menos dos años de investigación posdoctoral en otros centros, tener (salvo excepciones justificadas) menos de 35 años, probada capacidad investigadora y dotes de liderazgo, así como una línea de investigación nove-

dosa y de interés, además de poseer capacidad de formación de jóvenes investigadores. Estos requisitos serán evaluados y acreditados por una Agencia de reconocida competencia.

- Los centros de investigación acreditados por su excelencia deberían disponer de un número mínimo de ofertas para investigadores adjuntos.
- Los centros que dispongan de plazas de investigador adjunto contratarán a investigadores acreditados para este tipo de plaza, tras la oportuna selección, que incluirá una entrevista realizada por sus responsables de investigación.
- Los contratos de investigador adjunto se extenderían a un período inicial de cinco años. Tras estos cinco años de contrato, el investigador adjunto debería ser evaluado por una comisión independiente con participación de evaluadores externos de reconocida competencia investigadora, incluyendo en tal evaluación una entrevista personal, y una exposición de la línea de trabajo llevada a cabo. Si la evaluación es positiva se le dará un nuevo contrato por cinco años.
- Los investigadores adjuntos podrán participar en la formación de jóvenes investigadores, es decir tener doctorandos adscritos a su grupo.
- Un investigador adjunto debería recibir financiación básica para su investigación durante el período que dure su contrato.

### ***Investigador permanente***

- Los requisitos para ser investigador permanente serían: tener una experiencia de investigación de calidad de al menos siete años tras la finalización del doctorado y una reconocida y probada capacidad de liderazgo que se evaluará por una Agencia reconocida. Excepcionalmente, su experiencia podrá ser menor al período antes establecido si ello está justificado por una evaluación expresa de la excepcionalidad.
- Los centros de investigación acreditados y evaluados deberían disponer de un número de ofertas para investigadores permanentes.

- Los candidatos han de tener capacidad de dirigir doctorandos e incorporar posdoctorandos e investigadores adjuntos a sus proyectos.

- Los contratos de investigador permanente deben ser estables, con distintos tramos salariales. Una evaluación efectuada cada seis años dictaminará si el investigador accede al tramo superior, se mantiene en el mismo o se le rescinde el contrato. La evaluación incorporará una entrevista con el investigador por una comisión equivalente a la mencionada en el caso del investigador adjunto.

### ***Tecnólogos***

Al realizar un análisis comparativo de las necesidades del ámbito tecnológico, entendemos que los niveles de contratación permanente están en manos de la iniciativa privada por lo que sólo abordamos los niveles formativos, en donde de alguna forma puede participar la financiación pública (figura 2).

En este sentido, y en relación con las etapas de la carrera profesional investigadora, entendemos que las etapas de formación de personal de investigación en tecnología podrían ser:

- **Formación de tecnólogos para la investigación.** El tipo de labor que este personal realizará precisa formación específica en tecnología para la investigación y la innovación, pero en algunos casos el grado de doctor puede no ser necesario.
- **Formación predoctoral.** Debe ser específica para aquellos tecnólogos que decidan iniciar una tarea más dedicada a la investigación. El sistema de contratación debe ser igual que el que se use para el sistema general.
- **Especialización tecnológica.** Equivalente a una formación posdoctoral en investigación, que necesariamente debiera implicar al sector privado tanto en su diseño como en su financiación. El sistema de contratación debe ser igual al que se use en el sistema general.

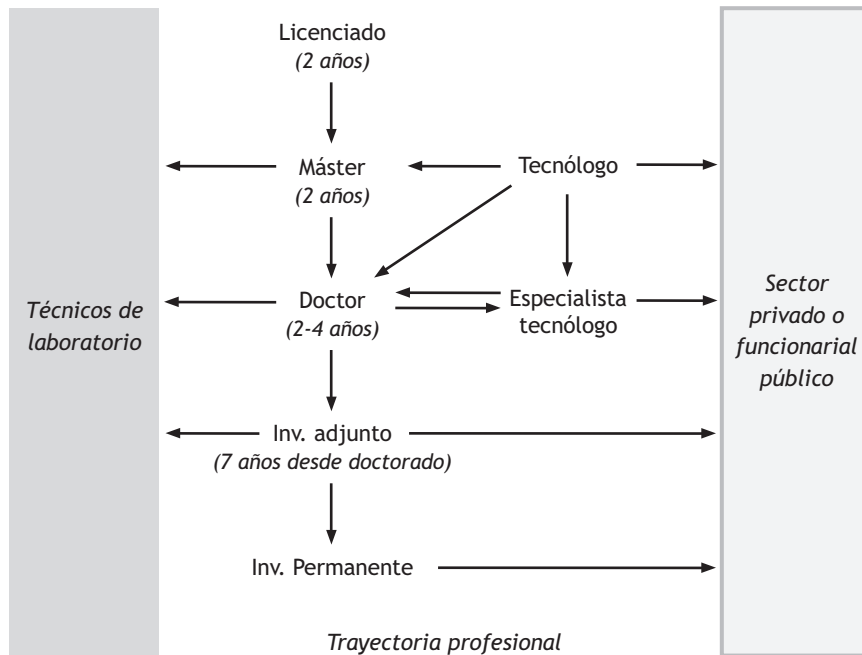


FIGURA 2. Esquema que representa la trayectoria profesional en investigación propuesta, más sus relaciones transversales con la trayectoria en investigación tecnológica y el sector privado

**Personal técnico y otras figuras**

- Las figuras de investigador en la trayectoria profesional antes descrita deben ir acompañadas de la creación de otros contratos para personal técnico de alta especialización, complementarios con las plazas de la trayectoria investigadora propiamente dicha. Esta trayectoria profesional técnica debe ser también suficientemente atractiva para atraer a buenos profesionales.
- El puesto de técnico de investigación puede constituir una alternativa profesional para el personal investigador que tenga una buena capacitación y experiencia técnica, pero que carezca de motivación o capacidad de liderazgo.
- Los contratos por obra o servicio en materia de investigación son figuras laborales útiles para la contratación temporal, tanto de técnicos superiores como de personal investigador, para subsanar bajas o demandas transitorias de actividad.

- Debe constatararse la necesidad de hacer una formación específica y atractiva de gestores de investigación. La integración de los mismos en los equipos de investigación debe facultar la gestión directa de la misma, gestionar la protección de la propiedad intelectual de sus resultados de investigación y establecer una comunicación eficiente y fluida entre los investigadores y el sector privado.
- Los centros públicos de investigación deben disponer también de estos gestores de investigación para fomentar la transferencia de tecnología y la colaboración en proyectos de investigación con el sector privado.
- También es necesario que se adopten formas organizativas más eficientes que eviten a los investigadores tener que encargarse de todas las etapas del proceso de generación y distribución del conocimiento.

# Recomendaciones y propuestas

## Recomendaciones generales

- Inducir una cultura de aprecio por la ciencia y por la investigación en la sociedad, particularmente durante las primeras etapas de la educación.
- Aplicar como principios que fundamentan la formación y la selección de investigadores, los criterios de excelencia, competitividad, profesionalidad y dinamismo. La investigación debe ir acompañada de un proceso continuo de evaluación de los investigadores y de los centros en los que ésta se realiza.
- La excelencia investigadora debe ir acompañada de una incentivación salarial que promueva la competitividad y que haga atractiva la investigación científica y tecnológica.
- Potenciar y facilitar la movilidad temática, sectorial y geográfica de los investigadores mediante una financiación y una normativa adecuadas.
- Crear medidas salariales que supongan una mejora de las existentes y constituyan un estímulo para los investigadores, basadas en la evaluación continua de los resultados obtenidos.
- Promover la movilidad del personal investigador y facilitar medidas que permitan a una parte del personal investigador en los sistemas universitario y sanitario aumentar su dedicación a la investigación.
- Crear un programa de distinciones y reconocimiento a investigadores de excelencia.
- Aplicar el diseño de una trayectoria profesional en I+D basada al menos en sus etapas finales en contratos laborales de investigación.
- Establecer mecanismos que permitan y fomenten una carrera de investigación tecnológica.
- Asociar una financiación generosa a redes y centros de excelencia, que permita el aprovechamiento óptimo de los recursos humanos.

## Propuestas concretas

- Incentivar la entrada al sistema de investigación de las generaciones jóvenes, mediante actuaciones sobre el sistema educativo.
- Potenciar la incorporación de las mujeres al mundo de la investigación.

## Bibliografía consultada

---

- «Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe». Abril 2004. EC Conference: Europe Needs More Scientists, Bruselas 2 de abril.
- C. MARTÍN, F. J. VELÁZQUEZ, I. SANZ, J. CRESPO, F.J. PERALES y J. TURRIÓN: «Capital humano y bienestar económico. La necesaria apuesta de España por la educación de calidad», *Revista del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales* 2000; 36: 190-192.
- V. DEMONTE: «Trayectoria profesional en investigación biomédica», *Boletín SEBBM* 2004; 142: 14-18. (Extraído de la clausura del Encuentro Trayectoria profesional en investigación biomédica, organizado por la FECYT. Madrid 23 de noviembre de 2004).
- A. LAFUENTE: «Nuevas orientaciones de la política científica y tecnológica», Fundación Alternativas. Documento de trabajo 5/2003.
- V.E. LARRAGA DE VERA: «La pérdida de talentos científicos en España», Fundación Alternativas. Documento de trabajo 22/2003.
- «Carrera investigadora en España: Deficiencias y propuestas», Comisión carrera investigadora. Federación de Jóvenes Investigadores-FJI/Precarios. Marzo 2004.
- «La situación de los Investigadores en Fase Inicial: un estudio comparativo con respecto a Europa», Federación de Jóvenes Investigadores. Comisión de Documentación. Junio de 2003.
- J. ZAMORA BONILLA: *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-técnicas? El tránsito de la enseñanza secundaria a la universidad*, Estudio estadístico, FECYT, octubre de 2004.



---

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA (COSCE)

# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## **Ciencia y empresa: hacia un ecosistema dinámico para la innovación en España**

Resumen

Introducción

Marco de referencia y reflexiones iniciales: la innovación como ecosistema

Un acercamiento al ecosistema innovador español

Líneas de actuación de los agentes del ecosistema innovador español

Casos de colaboración y lecciones aprendidas

Propuesta de actuación

Conclusiones



## Resumen

El actual entorno económico y social está marcado por intensos factores de cambio y por profundos desafíos, que definen un alto nivel de complejidad y competitividad para las empresas y los países en el contexto internacional. Ante ese entorno, y como ha ocurrido en otros grandes periodos de transformación histórica, la capacidad de una sociedad para innovar se configura como la gran fuente de generación de productividad, diferenciación y valor para las empresas y de progreso y bienestar para el conjunto de una sociedad.

La vinculación entre ciencia y empresa es el factor clave para la creación de innovación, entendida como la aplicación práctica del desarrollo tecnológico y el conocimiento a la resolución de necesidades empresariales y sociales concretas. Es el eslabón de la cadena que permite convertir la tecnología y el conocimiento científico en valor útil y productivo.

Conscientes de ese valor estratégico de la innovación y de la vinculación entre ciencia y empresa, *la presente ponencia se ha planteado como objetivo definir una propuesta que contribuya a impulsar el conjunto del sistema innovador español*, partiendo de un análisis previo de las condiciones que definen un ecosistema de innovación eficaz, de la realidad actual del sistema innovador español y de las lecciones aprendidas en un conjunto de casos prácticos de innovación realizados por empresas e instituciones españolas.

A tal fin, la ponencia propone la creación de un *Foro de Encuentro* entre todos los agentes del ecosistema innovador español, liderado por las empresas, y en el que se concreten los mecanismos y esquemas de colaboración que permitan, a partir de acciones muy específicas y selectivas, dar un salto cualitativo decisivo al modelo de innovación en España.

El *Foro de Encuentro* tendría como objetivo fundamental desarrollar un «Modelo de Innovación

español» que, a través de la realización de proyectos concretos de innovación, analizaría, documentaría y transmitiría las pautas a seguir por los distintos agentes, a la vez que se construye dicho modelo. Además, y por su mera actividad, contribuiría significativamente al nacimiento de una generación de emprendedores (investigadores con mentalidad de mercado y empresarios con mentalidad innovadora) que vivirían como suyo el modelo generado.

### El ecosistema

La innovación se genera, hoy más que nunca, a partir de la interrelación y convergencia de múltiples agentes dentro de un ecosistema que –en un marco social, legal y cultural propicio– sea capaz de entender las necesidades y retos de las empresas y la sociedad, y desarrollar y aplicar el conocimiento y la tecnología que dé respuesta a esas necesidades.

Universidades y centros de investigación, administraciones públicas, entidades financieras y empresas, como principales agentes del ecosistema, deben interactuar de la manera más fluida posible para promover la innovación, el espíritu emprendedor y la generación de valor al servicio del conjunto de la sociedad.

Desarrollar el talento necesario; dotar a los centros de investigación de la adecuada visión empresarial y, en sentido recíproco, incorporar la innovación como un ingrediente clave de la gestión empresarial; dotar al conjunto del sistema de las infraestructuras y recursos necesarios para que pueda desarrollarse; y crear espacios comunes de comunicación e intercambio son algunas de las claves que deben facilitar el funcionamiento general del ecosistema.

## El actual sistema de innovación en España

El sistema de innovación de nuestro país no está funcionando en la medida necesaria para asegurar el nivel de desarrollo futuro y de generación de valor que exige el entorno competitivo actual. Hace falta la masa crítica, los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios, y que los agentes se interrelacionen de la manera más eficaz posible para conseguir la máxima optimización y productividad del conjunto.

Según datos de la CEOE, actualmente sólo el 6 % del gasto en I+D de las empresas españolas se dirige a contratar proyectos generados en universidades y organismos públicos de investigación de nuestro país.

El resultado combinado de la débil inversión de I+D+i de las empresas españolas y de la escasa permeabilidad entre el sistema investigador público y el tejido empresarial y social es que somos uno de los países de nuestro entorno que menos patentes registra (cinco veces menos que Italia, 10 menos que Francia o 30 veces menos que Alemania) y que, por tanto, tiene una de las tasas más débiles de conversión del esfuerzo investigador en innovación real y útil.

Los espacios y áreas de mejora son, por tanto, significativos. La ponencia ha identificado un conjunto líneas de actuación prioritarias que, aplicados a los principales agentes del ecosistema (empresas, instituciones y centros de investigación y administraciones públicas) deberían potenciar la capacidad innovadora de cada uno de ellos y de todo el conjunto.

### Lecciones aprendidas

Como medio de entender en la práctica el funcionamiento de todo el ecosistema, el equipo de la ponencia ha analizado algunas iniciativas y realidades de colaboración entre ciencia y empresa en España. En conjunto se han identificado, al menos,

diez claves operativas que han demostrado ser valiosas y que, por tanto, deberían ser potenciadas.

La importancia concedida a la innovación como valor estratégico en cada proyecto analizado, la generación de valor útil para el mercado y la sociedad como motor fundamental, la capacidad para convertir la tecnología en soluciones prácticas y aplicables a la mejora de procesos y la existencia de rigurosos modelos operativos, que gestionan, adaptan y miden los proyectos, son algunas de las buenas prácticas identificadas.

### Propuesta de actuación

Como resultado de los análisis y reflexiones realizados por la ponencia, se considera oportuno proponer un proyecto que defina a corto plazo cómo replantear el «Modelo de Innovación español».

A partir de las experiencias existentes, se puede definir un modelo operativo que permita captar a los mejores profesionales, compartir los recursos, las experiencias existentes, articular esquemas flexibles de trabajo, establecer los mecanismos de colaboración entre los distintos agentes, recomendar y asesorar en los esquemas de incentivos y financiación.

- Para ello proponemos un proyecto consistente en *la creación de un Foro de Encuentro* entre todos los agentes del ecosistema que, liderado por las empresas, se ocupara de:
  - Definir los sectores y áreas de actuación prioritarios a desarrollar.
  - Establecer el conjunto de las relaciones que deben promoverse entre los distintos agentes del ecosistema y los valores que debe fomentar.
  - Promover la captación de los mejores profesionales investigadores y gestores.
  - Articular el conjunto de acciones necesarias para conseguir y compartir recursos y experiencias.

## Ciencia y empresa: hacia un ecosistema dinámico para la innovación en España

– Poner en marcha un proyecto piloto que permita probar todo el Modelo de Innovación propuesto en esta ponencia.

En conclusión, la revisión del «Modelo de Innovación español» en el marco del foro propuesto, fundamentado sobre la excelencia en las relaciones entre ciencia y empresa, debería apoyarse en dos pilares fundamentales.

a) El liderazgo de las empresas dentro del *ecosistema de innovación* que, trabajando conjuntamente con los demás agentes, consigan articular los mecanismos que desarrollen y potencien el conjunto del modelo.

b) La eliminación de las barreras legales, administrativas, de colaboración, de comunicación, organizativas, culturales y financieras que permitan desarrollar al *ecosistema de innovación* por sí mismo.

Por último, los miembros de la ponencia queremos resaltar nuestro convencimiento de que la situación actual del sistema de innovación español es crítica, pudiendo comprometer las posibilidades de desarrollo futuro de nuestro país. No obstante, estamos convencidos que aplicando de manera urgente las recomendaciones planteadas, aún estamos a tiempo de dar el giro necesario a esta situación actual.





## Introducción

El presente documento, que recoge las principales reflexiones del equipo de trabajo responsable de la ponencia *Ciencia y empresa*, pretende aportar una propuesta que favorezca un mejor aprovechamiento de la producción científica española, potenciando su conexión con el tejido empresarial y ayudando a convertirla en una fuente clave de generación de productividad, competitividad y desarrollo económico y social.

La vinculación entre ciencia y empresa es el factor fundamental para el fomento de la innovación, entendida ésta como la aplicación práctica del desarrollo tecnológico y el conocimiento a la resolución de necesidades empresariales y sociales concretas. Es esta innovación la que permite convertir la tecnología y el conocimiento científico en valor útil y productivo. Como define la OCDE, «innovar es utilizar el conocimiento, y generarlo si es necesario, para crear productos, servicios o procesos, que son nuevos para la empresa, o mejoran los ya existentes, consiguiendo con ello tener éxito en el mercado».

Es evidente que la innovación es uno de los hilos conductores fundamentales del progreso humano en el tiempo. De hecho, la acumulación intensiva de innovaciones en determinadas circunstancias y períodos ha venido siendo un catalizador estratégico de los grandes períodos de transformación del entorno económico y social. Todo parece indicar que hoy nos encontramos ante uno de esos períodos. Algunos estudios económicos señalan, por ejemplo, que la innovación es en estos momentos el principal ingrediente en la mejora de la productividad y el factor responsable de más de la mitad del crecimiento económico de las economías avanzadas. Para las empresas, la innovación es un valor determinante para poder generar el nivel de diferenciación, competitividad y eficacia que nece-

sitan para operar en los complejos y cambiantes mercados que configuran hoy la economía internacional.

Desde esta perspectiva, y conscientes de la importancia de la innovación, hemos comenzado por analizar en la siguiente sección los factores fundamentales que determinan la creación de un entorno que favorece la interrelación entre los procesos de investigación y desarrollo y las necesidades empresariales y sociales para generar innovación. A continuación, nos hemos acercado al proceso innovador en España, poniendo de relieve los principales elementos de su actual configuración, así como el tipo de actuación que consideramos recomendable que pusieran en marcha los principales agentes de ese proceso. Seguidamente, y a partir del análisis de diversos casos y experiencias de instituciones y empresas españolas, hemos identificado una serie de pautas prácticas que parecen acompañar a los proyectos innovadores de éxito. Como resultado final de este informe, presentamos una propuesta de acción y un resumen de las principales conclusiones que nos permitan avanzar en ese objetivo básico de profundizar y mejorar el aprovechamiento que se hace de la producción científica española para convertirla en valor para las empresas y las instituciones y, en definitiva, en innovación valiosa para el conjunto de la sociedad.

Es importante resaltar de partida la diferencia existente en nuestro país entre las grandes empresas, que sí tienen acceso a la mejor investigación tanto local como global, y la situación de la pequeña y mediana empresa española, actor principal de nuestro tejido empresarial, pero que no es capaz de aprovechar el capital científico puesto a su disposición para transformarse en una empresa capaz de innovar.

# Marco de referencia y reflexiones iniciales: la innovación como ecosistema

Vivimos hoy un tiempo marcado por el cambio continuo, la incertidumbre y por factores sociales y económicos de tanto calado como la globalización de los mercados o la emergencia de la sociedad del conocimiento. Es un tiempo de una gran complejidad en general y de una intensa competitividad en el entorno económico. Esto intensifica los retos a los que tienen que hacer frente las empresas y exige al conjunto del sistema social y económico de un país un continuo esfuerzo innovador para mantener su capacidad para competir abriendo nuevos espacios de creación de valor y para poder mantener, en definitiva, un desarrollo sostenido y sostenible en el contexto internacional.

En este contexto, la investigación científica y el desarrollo tecnológico, por un lado, y su aplicación

práctica, por otro, forman el binomio inseparable de cualquier proceso innovador eficaz. Para que los nuevos conocimientos, ideas y tecnologías se pongan al servicio de la sociedad, se transformen en nuevos productos y servicios valiosos para el mercado y, por tanto, generen riqueza y bienestar social, es preciso que todos los agentes involucrados en el proceso innovador interactúen de manera armónica, colaboren entre sí y sean capaces de maximizar los recursos disponibles.

Al conjunto de agentes involucrados y a las interrelaciones entre ellos lo denominaremos desde ahora el *ecosistema de innovación*, un sistema con su propia dinámica interna que hay que conocer para poder actuar sobre él. Esta dinámica del ecosistema puede favorecer, o por el contrario inhibir, el proceso innovador.

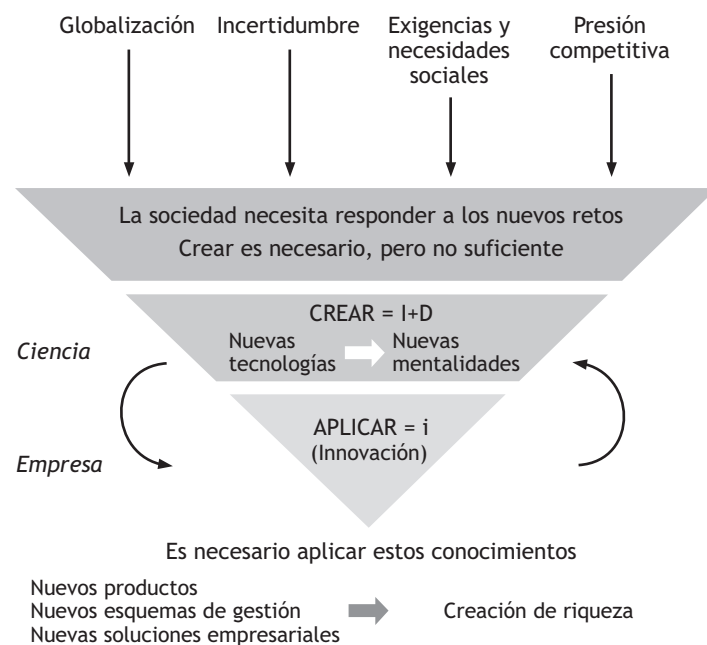


FIGURA 1. Armonización de los agentes y factores involucrados en el proceso innovador

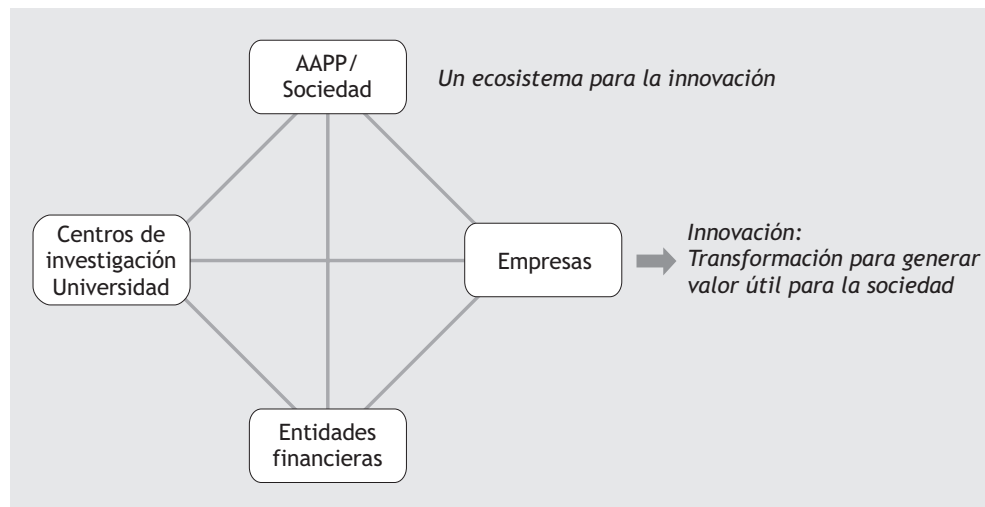


FIGURA 2. Dinámica del ecosistema de innovación

El ecosistema de innovación actual se caracteriza por ser abierto, interdisciplinario y competitivo, de forma que, frente al modelo unidireccional y basado en islas de I+D que ha caracterizado a la sociedad industrial, la innovación en la actual sociedad del conocimiento se genera, sobre todo, en la interrelación fluida de los múltiples agentes y factores del ecosistema, mediada por instituciones varias. Por eso, a los efectos de esta ponencia, consideramos conveniente analizar brevemente los siguientes puntos del ecosistema: *a)* su conformación básica, *b)* las claves de su funcionamiento y *c)* sus principales factores de éxito.

### Conformación básica

Los principales agentes que conforman un ecosistema innovador y sus funciones básicas son los que se mencionan a continuación:

- Centros de investigación, dedicados exclusivamente a la generación de conocimiento científico-técnico.
- Centros de enseñanza y universidades, instituciones que tienen la importante tarea de desarrollar el talento necesario para un funcionamiento correcto del sistema, así como de contribuir al desarrollo del conocimiento.

- Empresas, enlaces claves del proceso, en la medida en que para sobrevivir tienen la responsabilidad y la necesidad de transformar el conocimiento y la tecnología en productos y servicios demandados por el mercado. De ahí su responsabilidad central del funcionamiento del ecosistema.
- Institutos y centros tecnológicos e infraestructuras de apoyo a la investigación, cuya misión fundamental es facilitar la innovación tecnológica en las empresas mediante la prestación de servicios de muy variada naturaleza y la creación de entornos que promuevan información y comunicación entre los diversos agentes del sistema.
- Administraciones públicas, a quienes corresponde eliminar las barreras a la innovación. Por ello deben facilitar el funcionamiento del ecosistema, dotándole de aquellos recursos económicos y humanos que no corresponda a las empresas y apoyando la creación de las condiciones legales y sociales que propicien la interacción y comunicación entre todos los agentes del ecosistema.
- Entidades financieras, que junto con las empresas y administraciones públicas, son las encargadas de imaginar y llevar a la práctica formas de eliminar las barreras financieras para que puedan favorecer la innovación.
- La sociedad, como conjunto de ciudadanos cuyas necesidades y expectativas son el auténtico motor y centro de gravedad del sistema.

## Claves de funcionamiento

Los elementos clave para el correcto funcionamiento del ecosistema de innovación son, básicamente, los siguientes:

- Desarrollo del talento necesario tanto para la generación de conocimiento como para su conversión en innovación real. En este punto es especialmente significativo señalar la importancia de fomentar la incorporación de investigadores cualificados a las plantillas empresariales y potenciar no sólo el desarrollo profesional de los equipos dedicados a la I+D+i, sino también el espíritu innovador entre los cuadros directivos de las empresas.
- Existencia de organizaciones flexibles, tanto en el sector público como en el privado, con capacidad para dar respuesta a los problemas que plantea un sistema en permanente desarrollo y evolución, evitando que el círculo virtuoso degenere en uno vicioso.
- Dotación de infraestructuras tecnológicas que, además de permitir un uso eficiente de los recursos tecnológicos, incentiven la relación y la colaboración entre los distintos agentes del ecosistema. Un sistema en el que no se dé este encuentro no puede ser eficiente más que por casualidad.
- Creación de espacios comunes de encuentro en donde la comunicación a través de un lenguaje comprensible para los distintos agentes permita integrar sus intereses de una forma fluida.
- Disponibilidad de recursos financieros que faciliten las actividades de cada uno de los agentes, en particular, las relacionadas con la generación de conocimiento, su difusión y transformación en riqueza y bienestar. La incentivar y el soporte a la actividad emprendedora por parte de agentes

financieros y especializados resultan, en este sentido, esenciales.

- Existencia de un marco legal y fiscal que favorezca la innovación y estimule la necesaria asunción de riesgos que implica toda actividad emprendedora.

## Factores de éxito

Para asegurar el éxito del ecosistema de innovación es necesario que en la sociedad se potencien e incentiven las siguientes prácticas:

- El compromiso y liderazgo de empresarios, profesionales, políticos e investigadores, que con su actitud y motivación personal sean capaces de identificar y desarrollar nuevas líneas de actuación, relacionar los distintos agentes y hacerlos avanzar hacia un mismo objetivo.
- La excelencia y creatividad como guía de actuación y como dinámica natural de trabajo. Aquellos casos en los que se ha buscado y conseguido de forma activa la excelencia son los que deben ser considerados como referentes de éxito.
- La adecuada valoración (por parte de todos los agentes implicados) que debe darse a la actividad científico-técnica, al desarrollo de conocimiento y a la generación de innovación.
- La creación de valor como referencia permanente y elemento clave que debe guiar la relación y colaboración entre los distintos agentes del sistema.
- El seguimiento, la medición y la evaluación continua del ecosistema de innovación que permitan la identificación de aquellos agentes y actuaciones que incorporen más conocimiento y añadan más valor a la cadena de creación de productos y generen más riqueza y bienestar al conjunto de la sociedad.

## Un acercamiento al ecosistema innovador español

El gran reto del actual sistema de innovación español es, precisamente, construir un ecosistema con las condiciones necesarias para que pueda enraizar el proceso innovador. En su actual conformación, nuestro ecosistema está aún lejos de funcionar de manera adecuada para asegurar un desarrollo económico sostenible en el complejo entorno competitivo actual.

Múltiples estudios e informes ponen de manifiesto tanto las carencias de nuestro tejido de I+D (en términos de inversión y disponibilidad de recursos), como su dificultad, en comparación con los países de nuestro entorno, para integrarse con el sistema productivo y generar, en definitiva innovación (I+D+i). En 2003, la inversión en I+D de las empresas españolas representó el 0,52 % de nuestro PIB, frente al 1,28 % de media en la Unión Europea. Estamos por detrás incluso de países de reciente incorporación a la Unión, como Eslovenia o Chequia. Los datos tampoco son muy positivos en lo que se refiere a la interrelación entre el sistema público de investigación y desarrollo y nuestro tejido productivo. Según datos de la CEOE, sólo el 6 % del gasto en I+D de las empresas españolas se dirige a contratar proyectos generados en universidades y organismos públicos de investigación de nuestro país.

El resultado combinado de la débil inversión de I+D+i de las empresas españolas, por un lado, y de la escasa permeabilidad entre el sistema investigador público y el tejido empresarial y social, por otro, es que somos uno de los países de nuestro entorno que menos patentes registra (cinco veces menos que Italia, diez menos que Francia o treinta veces menos que Alemania) y que, por

tanto, tiene una de las tasas más débiles de conversión del esfuerzo investigador en innovación real y útil.

Con esos datos como marco de referencia, es evidente, por tanto, que nuestro sistema innovador presenta indudables áreas de mejora. Un análisis de la situación del ecosistema de innovación en España muestra las siguientes deficiencias:

- Las empresas que realizan investigación con capacidad de producir bienes de alto valor tecnológico son muy escasas.
- Con independencia de que España tenga que seguir haciendo esfuerzos para acercarse a los porcentajes de inversión en I+D de los países más desarrollados, el principal problema radica en la incapacidad del tejido empresarial para aprovechar los resultados generados por la actividad investigadora. Esta situación se agrava si reconocemos que el conjunto del ecosistema parece tener dificultades para identificar aquellas líneas de actuación que podrían contribuir a una mejora de la productividad y competitividad de las empresas.
- La capacidad de atraer a las personas con mayores niveles de formación al sistema innovador es manifiestamente mejorable. El escaso reconocimiento en términos económicos de la actividad científica en España hace necesario intensificar los incentivos, tangibles e intangibles, para atraer a más y mejor talento.
- La política de ciencia y tecnología actual fomenta la pura transferencia de recursos hacia el entorno productivo, sin preocuparse de medir y potenciar la cultura de la innovación en las empresas receptoras de dichos recursos.

- Existe una carencia de estabilidad en las políticas públicas. No existe una agenda establecida de ayudas, donde los objetivos a medio y largo plazo estén bien definidos y las actuaciones sean permanentemente evaluadas mediante mediciones precisas.
- Se aprecia un desequilibrio entre la orientación de la economía española hacia los servicios y el escaso foco en ayudas de I+D a los mismos, así como su bajo nivel de aplicación de tecnologías de la información y de las comunicaciones como herramientas de innovación y transformación en el ámbito de la optimización de los procesos empresariales y de los servicios.
- La gestión de la investigación y de la innovación es cada vez más costosa en tiempo y recursos. Esto es debido, en gran medida, a las dificultades que supone, por un lado, un análisis coste-beneficio de la actividad innovadora y, por otro lado, a los problemas que plantea la gestión administrativa que conlleva acceder a las convocatorias de ayudas.
- Además, no parece contar con estándares de medición que permita conocer las implicaciones y resultados de las decisiones tomadas y gestionar, por tanto, con mayor conocimiento y eficacia los procesos innovadores.

## Líneas de actuación de los agentes del ecosistema innovador español

Conseguir un mejor aprovechamiento de la producción científica española, con el objetivo de convertirla en valor para las empresas y, por ende, para el conjunto de la sociedad, será posible en la medida que se consiga potenciar el buen funcionamiento del *ecosistema de innovación*. Pero para esto es necesario, además de la eliminación de las barreras existentes, la potenciación eficaz y la adaptación permanente de las funciones correspondientes a todos los agentes, y la existencia de las condiciones que hagan posible que el propio ecosistema pueda evolucionar, cambiar y adaptarse por sí mismo a las nuevas situaciones que puedan presentarse. Para que el ecosistema entre en un círculo virtuoso es aconsejable evitar los dirigismos y orientar las actuaciones a la creación de las condiciones que favorezcan la participación activa de todos los agentes.

A continuación, se enumeran aquellas líneas de actuación que el equipo de la ponencia ha identificado como prioritarias para el desarrollo de los principales agentes del ecosistema de innovación.

### Empresas

- La innovación debe figurar como una prioridad en la agenda de los líderes empresariales, tanto en las grandes empresas como en las pequeñas y medianas.
- El proceso de innovación ha de estar incorporado, de manera estructurada, en el modelo de dirección de la compañía.
- Los empresarios deben asumir la tarea de liderar el proceso de innovación en colaboración con centros de investigación de excelencia y otros

agentes del ecosistema que asegure un mayor aprovechamiento del conocimiento científico-técnico existente. Para ello:

- El tejido empresarial debe dotarse de los recursos tecnológicos y humanos necesarios para tener una capacidad suficiente para innovar en productos, servicios y gestión.
- La colaboración en foros con los otros agentes del ecosistema de innovación es imprescindible para identificar y promover las líneas de investigación prioritarias.
- El perfil tecnológico de las empresas debe aumentar para aprovechar todas las posibilidades de colaboración e intercambio de información y conocimiento. Es una necesidad ineludible.
- La incorporación a las empresas de doctores, profesionales de I+D y tecnólogos es imprescindible para detectar los avances científicos que se generan, facilitar su utilización en función de las condiciones de la empresa donde desarrollan su trabajo, y construir puentes y canales de comunicación entre el mundo investigador y la empresa.
- El cambio de las pautas de evaluación y reconocimiento interno ha de perseguir el aumento del prestigio interno y el desarrollo profesional de las personas vinculadas a la innovación.
- Las grandes corporaciones innovadoras podrían promover programas de creación de nuevas empresas innovadoras, creando fondos y actuado como entidades especializadas en la valoración de proyectos de capital riesgo más cercanos a la realidad emprendedora de las empresas que a los parámetros de las entidades financieras.

- Las organizaciones empresariales deberían propiciar la colaboración de las pequeñas y medianas empresas (pymes) y de otros agentes como los centros tecnológicos, para poder articular las prioridades sectoriales y las líneas de investigación más adecuadas.

### Instituciones y centros

- Las universidades y Organismos Públicos de Investigación (OPI) deben competir basándose en la excelencia y en la calidad de los conocimientos, concienciándose de la necesidad de hacerlo en un mundo global. Esto supone que la base para la obtención de recursos y la participación en programas de I + D debe ser la competencia en el nivel de excelencia con otros centros nacionales o extranjeros.
- Estos centros deben dotarse de organizaciones flexibles, ágiles y muy vinculadas con el resto del sistema, que incentiven una mejora de la producción científica (tanto en cantidad como en calidad) y un mayor aprovechamiento de los resultados de la investigación.
- Universidades y OPI deberán hacer un esfuerzo en:
  - Entender mejor las necesidades empresariales y vincular con mayor eficacia el esfuerzo investigador a los retos empresariales.
  - Incorporarse a foros de reflexión con el mundo empresarial y centros tecnológicos, para identificar las líneas de investigación prioritarias que contribuyan a potenciar la actividad innovadora en las empresas y en el conjunto del sistema.
  - Promover la excelencia en todas sus actividades.
- Los centros tecnológicos pueden jugar un papel muy importante en el proceso de inserción de investigadores en el sector productivo, en particular, en el caso de las pequeñas y medianas empresas.
- Para el buen funcionamiento del ecosistema sería conveniente un mayor acercamiento entre las

universidades, centros públicos de investigación y las empresas a través de:

- La formación de equipos de investigación centrados en proyectos de investigación definidos por las empresas y financiados con recursos públicos y privados, que hicieran de elemento tractor para empresas de menor tamaño.
- La creación de centros mixtos, con participación de distintas instituciones del sector público y del empresarial.
- El fomento de la participación empresarial activa en los parques científicos y tecnológicos, para que se transformen en nodos de conocimiento, con capacidad de atraer a las mejores empresas y centros de investigación, y se constituyan en focos de difusión de la innovación en el sector productivo, particularmente en el caso de las pymes, y en el propio sector público.
- La integración de universidades, centros de investigación, pymes y grandes empresas (nacionales y multinacionales) con grandes clientes públicos y privados, en proyectos de vanguardia tecnológica liderados por las empresas. Este tipo de actuaciones podía completarse con políticas de compras públicas que ayuden a potenciar áreas de innovación y permitan asentar ciertas bases para la consolidación de áreas emergentes.
- Este acercamiento debería materializarse en una selección de aquellas áreas donde exista conocimiento y en un compromiso de empresas innovadoras, centros de investigación de excelencia y apoyos de instituciones públicas y privadas para concentrar recursos y esfuerzos de manera que sea posible el desarrollo de las líneas que potencien el crecimiento del ecosistema. Estas actuaciones pueden constituirse en un referente para el conjunto del sistema.

### Administraciones públicas y sociedad

El sector público puede contribuir a:

- Mejorar los recursos humanos en la empresa para fomentar la cultura de la innovación y su capital tecnológico de varias formas. En primer lugar, introduciendo en el sector educativo procedimientos para formar personas con habilidades que les permitan tener iniciativa y espíritu emprendedor. En segundo lugar, promoviendo en la formación de investigadores la orientación empresarial y facilitando su inserción en el sector productivo mediante ayudas económicas e incentivos que resulten atractivos para los investigadores y para la empresa. En tercer lugar, eliminando las barreras administrativas que dificultan la movilidad e intercambio de investigadores entre las instituciones públicas, los centros tecnológicos y las empresas.
- Facilitar y promover la identificación y promoción de la innovación en los sectores de interés prioritarios para la economía española procurando que:
  - Participen activamente las empresas excelentes de dichos sectores.
  - Se cuente con la colaboración de los centros de investigación de calidad contrastada.
  - Se establezcan y desarrollen líneas de investigación entre los centros y las empresas.
  - Existan apoyos por parte de instituciones públicas que estén dotadas con criterios adecuados de evaluación riesgo/beneficio y con procedimientos de gestión ágiles y flexibles.
- Impulsar el incremento del nivel tecnológico y de formación existente en el tejido empresarial español, para que el uso de conocimiento científico-técnico sea realmente un vehículo de transformación hacia la innovación.
- Facilitar la asociación con grandes empresas para la cofinanciación de proyectos.
- Promover los espacios de encuentro entre los distintos agentes del ecosistema y el desarrollo de actividades empresariales de base tecnológica.
- No utilizar con criterio general el sistema de subvenciones y sí promover la obtención de créditos con criterios de competitividad entre los distintos colectivos de un mismo agente del ecosistema. Avalar los préstamos a la innovación con fondos de garantía.
- Favorecer el carácter emprendedor en las empresas para que sean las que lideren y guíen los procesos innovadores, mediante la búsqueda de nuevas soluciones para mejorar la competitividad y las necesidades de la sociedad.
- Impulsar un foro permanente donde los distintos agentes intercambien ideas, problemas, soluciones y oportunidades.
- Revisar la política de incentivos y beneficios fiscales que impulsen la innovación no sólo en productos, sino también en servicios y modelos de gestión.
- Impulsar estándares de medición del grado de innovación para las empresas y vincular los beneficios económicos-fiscales disponibles a la posición de las organizaciones en una escala que mida con razonable objetividad el nivel de innovación de las organizaciones.
- Eliminar las barreras legales y no legales que dificultan el funcionamiento eficiente del ecosistema.

## Casos de colaboración y lecciones aprendidas

Como medio de entender en la práctica el funcionamiento de todo el ecosistema, el equipo de la ponencia ha analizado algunas iniciativas y realidades de colaboración entre ciencia y empresa. El objetivo es identificar buenas prácticas y claves operativas que han demostrado ser valiosas y que, por tanto, deberían ser potenciadas.

Algunos de los casos que han servido de referencia son los siguientes:

- Modelo de Parque Científico de Barcelona.
- Instituto Mixto CSIC /Universidad Politécnica de Valencia.
- Universidad Politécnica de Cataluña.
- Proyectos de Investigación IBERDUERO.
- Fomento de las tecnologías emergentes mediante la creación de redes de colaboración como las creadas para la Fundación Genoma.

Todos estos casos suponen modelos diversos de colaboración entre el mundo científico y empresarial que contribuyen a aumentar la riqueza y bienestar de nuestro país a través, no sólo de los resultados tangibles que se han obtenido, sino, también, del proceso de aprendizaje y conocimiento desarrollado en estas experiencias. De sus análisis se pueden identificar una serie de pautas que pueden servir de referencia para orientar algunas de las futuras actuaciones que potencien el ecosistema innovador español. Las pautas que se han considerado más relevantes son las siguientes:

- Los líderes de las actuaciones descritas consideran la innovación como un elemento estratégico de desarrollo. Su alto nivel de formación científico-técnica les permite procesar la información exis-

tente y tomar las decisiones más adecuadas para el mejor funcionamiento de sus organizaciones.

*La existencia de líderes con formación científico-técnica dentro de las organizaciones se convierte en uno de los elementos clave para que se impulse la colaboración entre los agentes del ecosistema de innovación.*

- Los vínculos establecidos y las agrupaciones de distintos agentes del ecosistema han tenido como finalidad aprovechar los resultados de la investigación y el conocimiento existente en el sistema o impulsar líneas de investigación directamente ligadas a las necesidades de las empresas.

*La utilización y el aprovechamiento de los resultados de investigación y del conocimiento existente en el sistema, junto con el fomento y potenciación de líneas de investigación directamente relacionadas con las necesidades de las empresas, son aspectos estratégicos de las actuaciones de los responsables públicos y privados.*

- En cada uno de los casos ha existido un modelo operativo claro, a la vez que estable en el tiempo, con la flexibilidad necesaria para adaptarse a las necesidades específicas de cada uno de los proyectos que se iban a abordar.

*Las experiencias de colaboración deben contar con un marco de actuación claramente definido, flexible y estable en el tiempo, que asegure su eficiencia y eficacia.*

- Las empresas han sabido aprovechar, estimular, guiar e incluso liderar la investigación. La búsqueda de un alto índice de aplicabilidad práctica de los resultados obtenidos en la investigación ha sido

compatible con la generación de conocimiento y de aprendizaje de los agentes.

*El estímulo y liderazgo por parte de las empresas no ha supuesto ningún condicionante para compatibilizar la aplicabilidad de los resultados de la investigación con la generación de conocimiento y el aprendizaje.*

- La existencia de una capacidad tecnológica suficiente en términos de recursos humanos y de capital tecnológico es necesaria para poder establecer canales de comunicación eficientes, que permitan abordar los procesos de innovación. No basta, por tanto, con disponer de tecnología, sino hay que ser capaces de usarla de forma adecuada para transformarla en soluciones útiles y añadir valor a los procesos en los que interviene.

*La disponibilidad de tecnología en las empresas no es suficiente para identificar qué tipo de conocimiento puede transformarse en valor añadido para la empresa, a menos de que disponga de investigadores, tecnólogos y gestores que sean capaces de hacer una valoración eficaz y un uso innovador y transformador de la tecnología.*

- Existencia de incentivos e instrumentos de financiación públicos y privados lo suficientemente fluidos como para poder canalizar y hacer realidad las distintas iniciativas.

*Las iniciativas de colaboración entre los investigadores públicos y las empresas han de contar con un sistema de incentivos y con esquemas de ingeniería financiera que propicien la concurrencia de recursos procedentes del sector público y del privado.*

- Desarrollo de esquemas de gestión y organización flexibles capaces de adaptarse a las peculiaridades y necesidades cambiantes de cada momento.

*Los procedimientos de gestión han de flexibilizarse para que no se conviertan en una barrera de entrada para el desarrollo de actividades innovadoras.*

- Desarrollo de sistemas de medición de los resultados que ha permitido una gestión enfocada a los resultados y una búsqueda continua de mayores grados de excelencia.

*El seguimiento y la evaluación de resultados mediante un cuadro integral de mando, formado por indicadores adecuados a las características de los proyectos, es imprescindible para asegurar la excelencia de los resultados.*

- La existencia de un entorno positivo de reconocimiento y recompensa por parte de cada uno de los agentes involucrados se ha demostrado que es un incentivo que propicia el desarrollo de las actividades. En este sentido, es necesario desarrollar y potenciar la cultura de innovación en el seno de las empresas y de las distintas organizaciones que conforman el ecosistema.

*El sistema de incentivos para el reconocimiento interno, promoción y desarrollo profesional de las personas que desarrollan su actividad en las empresas y demás organizaciones del ecosistema debe estar bien diseñado y en ninguna forma desligado de su capacidad creativa e innovadora.*

- La existencia de un lugar de encuentro para la conexión entre los investigadores y tecnólogos y las empresas es un elemento crucial para articular todos los aspectos clave para el desarrollo de los programas de innovación.

*Para asegurar la relación entre investigadores y tecnólogos del sector público y de las empresas es preciso crear lugares y foros de encuentro donde se desarrolle un lenguaje común, que se materialice en colaboraciones estables y fluidas.*

# Propuesta de actuación

España presenta un evidente reto de convergencia en innovación con los países de nuestro entorno y eso implica la necesidad de realizar un esfuerzo continuado, suficiente y dinamizador de las capacidades actualmente existentes. Entendemos que las actuaciones que se acometan deben considerar el conjunto del ecosistema y el impacto en su evolución. De otra forma se correría el riesgo de ser ineficaces, y de no conseguir el suficiente grado de progreso, ni en profundidad, ni en velocidad. Entendemos que el reto que afronta el sistema innovador español es muy importante y, por eso, consideramos necesario que se instrumente una intervención en todo el ecosistema que sirva de desencadenante de una dinámica que converja hacia el círculo virtuoso al que tenemos que acceder.

*La intervención que proponemos es la puesta en marcha de un **Foro de Encuentro** que, además de no interferir con otros foros existentes y con finalidades específicas, sea totalmente flexible en su actuación, plural en su concepción, ágil en su organización y barato en su administración. Consideramos que el sistema privado, el conjunto de las empresas innovadoras, está hoy capacitado y motivado para promover una institución de estas características.*

El Foro de Encuentro tendría como objetivo fundamental el desarrollar un «Modelo de Innovación español» que, a través de la realización de proyectos concretos de innovación, analizaría, documentaría y transmitiría las pautas a seguir por los distintos agentes, construyendo dicho modelo. Además, y por su mera actividad, contribuiría significativamente al nacimiento de una genera-

ción de emprendedores (investigadores con mentalidad de mercado y empresarios con mentalidad innovadora) que vivirían como suyo el modelo generado.

En el Foro de Encuentro quedará definida la concepción específica de este «Modelo de Innovación español» como un modelo operativo que capta a los mejores profesionales, comparte los recursos y las experiencias existentes, articula esquemas flexibles de trabajo, establece los mecanismos de colaboración entre los distintos agentes, y recomienda los mejores esquemas de incentivos y financiación. Este modelo evolucionará dinámicamente basándose en las experiencias concretas de éxito que se vayan cosechando.

Como introducción al diseño de este Foro de Encuentro es conveniente enumerar los siguientes puntos:

En primer lugar, es necesario establecer el liderazgo de un conjunto de empresas, que actuarán como promotores del Foro, y que deberá estar formado por un grupo de compañías seleccionadas por su marcado carácter innovador y por su posible influencia en el ecosistema. Este equipo de promotores determinará la infraestructura de comunicación, los mecanismos de colaboración y la estructura de gestión del Foro.

En segundo lugar, y aprovechando los estudios y trabajos ya elaborados, el equipo de promotores analizará las distintas interrelaciones entre los agentes del ecosistema, seleccionando e incorporando al Foro otros elementos que se manifiesten como relevantes, por ejemplo, eligiendo a los investigadores y tecnólogos, estén donde estén, que hayan probado su excelencia y tengan más expe-

riencia de colaboración en los sectores productivos seleccionados.

En tercer lugar, con el Foro ya operativo, se deberán poner en marcha las siguientes tareas:

- a) Analizar las pautas y características concretas que debe poseer el ecosistema, de forma que sea capaz de concretar las interrelaciones que deben desarrollarse y fomentarse para generar innovación.
- b) Diseñar un proyecto piloto, buscando analizar y posteriormente modelizar las interrelaciones que tengan lugar, teniendo como objetivo el especificar el «Modelo de Innovación español».
- c) Hacer el seguimiento del proyecto piloto para valorar, y en su caso cambiar, las pautas establecidas en a y las especificaciones del modelo establecidas en b.

En la medida en que el proyecto piloto haya servido para afianzar unas pautas de actuación según un nuevo «Modelo de Innovación español», el Foro de Encuentro podrá:

- Fomentar la incorporación al ecosistema de otros agentes del ecosistema que apoyen nuevos proyectos que se vayan poniendo en marcha.
- Abordar la creación de un fondo de capital riesgo para financiar estos proyectos innovadores con

criterios de negocio y no de subvención. Es decir, no tratar de recuperar en los proyectos exitosos los proyectos fallidos, sino entender que cada proyecto es una unidad de gestión independiente.

- Incentivar la creación de organismos equivalentes, que actuarían según los mismos principios, pero de forma autónoma, para garantizar el máximo nivel de expansión, generar un efecto multiplicador y evitar la burocracia innecesaria.
- Procurar la implantación de un proceso de formación para la introducción de un conocimiento profundo de la calidad en la investigación, de la valorización de resultados, del sistema de propiedad intelectual, proporcionando asesoramiento, ayuda y soporte en todo el proceso.
- Apoyar la revisión del cuadro legal vinculado a la insolvencia, es decir, a las consecuencias legales asociadas al fracaso y que entendemos suponen una barrera al desarrollo y promoción de proyectos empresariales innovadores.

El Foro haría de promotor y grupo de influencia para trabajar por el reconocimiento social de la labor innovadora. Una de las ventajas de este Foro es que, como no es un lobby y no es jerárquico, sólo se incorporarán a él los que realmente estén convencidos del potencial de la innovación y de la necesidad de actuar sobre un modelo para mejorar la situación de partida.

## Conclusiones

El sistema de innovación de nuestro país no está funcionando en la medida necesaria para asegurar el nivel de desarrollo futuro y de generación de valor que exige el entorno competitivo actual. Carece de la masa crítica adecuada, de los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios y los agentes no se interrelacionan de la manera más eficaz para conseguir la máxima optimización y productividad del conjunto, pero también creemos que actuando adecuadamente (en términos de intensidad y eficacia), las posibilidades de mejora y progreso son muy significativas.

Consideramos que el sistema de innovación hay que entenderlo en sentido dinámico, de evolución sostenible, y por ello hablamos de *ecosistema de innovación* para referirnos a la necesidad de desarrollar un entorno con las siguientes características:

- El ecosistema está formado por distintos agentes, que deben estar interconectados (a modo de nodos) a través de unos procesos de comunicación y colaboración que permitan un uso eficiente de los recursos y del conocimiento.
- Tiene que estar dotado de recursos humanos adecuadamente formados en la investigación y en la gestión.
- Debe contar con el apoyo de recursos financieros públicos y privados. En concreto, las entidades financieras privadas deben asumir mayor riesgo a cambio de la obtención de mayor rentabilidad, poniendo a disposición de las empresas las herramientas adecuadas para la financiación de iniciativas innovadoras (capital riesgo).
- Las empresas deben liderar el proceso de innovación dentro del ecosistema, en colaboración con

otros agentes y promover la modernización de las organizaciones y asegurarse que el conocimiento que se genere sea valioso.

- Las administraciones públicas deben actuar como facilitadoras, ayudando a crear las condiciones que permitan la evolución del ecosistema y reduciendo las barreras que dificultan la actividad innovadora.
- La interrelación entre la sociedad y los agentes genera una dinámica que, como la de cualquier sistema complejo de retroalimentación, puede entrar en un círculo virtuoso de productividad, competitividad y generación de bienestar social o caer en un círculo vicioso que no permita sostener el progreso.
- Debe existir un sistema de monitorización para analizar permanentemente la vitalidad del ecosistema y poder gestionarlo proactivamente.

Para poder hacer un uso más eficaz de los recursos existentes, consideramos que hay que empezar a desarrollar este ecosistema en aquellos sectores que sean definidos, por su potencial y características, como prioritarios.

Con el objetivo de avanzar con la mayor intensidad posible, y teniendo en cuenta las limitaciones de las que partimos, proponemos la realización de un proyecto que defina a corto plazo cómo replantearse el «Modelo de Innovación español».

Este modelo consistiría en crear un Foro de Encuentro para todos los agentes del ecosistema que, liderado por las empresas y los centros de investigación, se ocupara de:

- Definir los sectores y áreas de actuación prioritarias a desarrollar.

## Ciencia y empresa: hacia un ecosistema dinámico para la innovación en España

- Establecer el conjunto de las relaciones que deben promoverse entre los distintos agentes del ecosistema y los valores que debe fomentar.
- Promover la captación de los mejores profesionales investigadores y gestores.
- Articular el conjunto de acciones necesarias para conseguir y compartir recursos y experiencias.
- Poner en marcha un proyecto piloto que permita probar el Modelo de Innovación propuesto.

En conclusión, la revisión del «Modelo de Innovación español» en el marco del foro propuesto, debería apoyarse en dos pilares fundamentales:

- El liderazgo de las empresas dentro del *ecosistema de innovación*, que trabajando conjuntamente con los demás agentes consigan articular los

mecanismos que potencien y desarrollen el conjunto del modelo, buscando una forma de colaboración y trabajo basada en la excelencia.

- La eliminación de las barreras legales, administrativas, de colaboración, de comunicación, organizativas, culturales y financieras que permitan desarrollar el *ecosistema de innovación* por sí mismo.

Por último, los miembros de la ponencia queremos resaltar nuestro convencimiento de que, a pesar de que la situación actual del sistema de innovación español es crítica, pudiendo comprometer las posibilidades de desarrollo futuro de nuestro país, aplicando de manera urgente las recomendaciones planteadas, estamos a tiempo de dar el giro necesario a esta situación actual.



---

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA (COSCE)

# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## España en Europa

Resumen

Introducción

Cooperación científica en la Unión Europea

Comentarios sobre el VII Programa Marco

La gestión de programas y proyectos

Conclusiones y propuestas de actuación



## Resumen

Los países de la Unión Europea, a la que España se adhirió en 1986, han creado un sistema de instituciones colectivas y de mecanismos de actuación que hacen imposible pensar nuestra realidad sin situarla en Europa. Uno de los ámbitos en el que esta dinámica de integración europea resulta evidente es el de las políticas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Recientemente, la Unión Europea ha situado diversos aspectos de la investigación y el desarrollo tecnológico (I+DT) y de la innovación en lugares muy relevantes de su agenda de actuación; es el caso de la consideración del *Espacio Europeo de Investigación* como una de las prioridades de la agenda política de la Unión Europea al servicio de la *estrategia sobre competitividad de Lisboa* y de los *objetivos sobre inversiones en I+D+i de Barcelona*, y la adopción del *Tratado por el que se establece una Constitución para Europa y en el que la investigación, el desarrollo tecnológico y el espacio* son parte fundamental de las políticas internas de la Unión. A lo anterior hay que añadir la propuesta de la Comisión Europea de *VII Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2007-2013)*.

Recientemente, y en el marco del Espacio Europeo de Investigación, los Estados miembros de la Unión se han pronunciado unánimemente a favor del fomento de la investigación básica, y la Comisión Europea le ha dado visibilidad y un tratamiento presupuestario y de gestión específico en su propuesta de creación del *European Research Council (ERC)* dentro de VII Programa Marco. En el mismo se subraya la necesidad de prestar una atención mayor a la investigación básica de alta calidad, para la que prevé un presupuesto en torno al 10 % del total del programa y una gestión autónoma.

En el contexto europeo, España debe convertirse en un actor esencial en el desarrollo del proceso de integración en materia de I+D, de modo que nuestras especificidades puedan ser tenidas en cuenta.

Por otro lado, es necesario situar las políticas de I+D nacionales en ese contexto europeo, de modo que se refuercen, coordinen e integren y no, como ocurre con frecuencia, sean vectores ortogonales. A todo ello debe añadirse que el papel de las empresas es crucial ya que son éstas las que arrastran un mayor déficit y sobre las que se debería actuar con mayor intensidad.

### Propuestas

#### ***De carácter general***

- Como España ya no es uno de los Estados miembros con menores salarios, el nivel de competitividad requerido para enfrentarse adecuadamente a los retos que le plantea el mercado internacional debería apoyarse, esencialmente, en su *capacidad de creación, adaptación y aplicación del conocimiento*; y por ende, en una buena educación, una investigación científica de excelencia, un desarrollo tecnológico innovador, un tejido industrial emprendedor, y un capital de inversión más que de renta.
- La implementación del proceso de Bolonia en las universidades va a tener una importancia fundamental para la integración europea. España debería aprovechar la oportunidad para que

las universidades readapten sus estructuras para contribuir adecuadamente a un mayor desarrollo de la I+D.

- España debe poner los medios para convertirse en un actor esencial en el desarrollo del proceso de integración europea en materia de I+D. En este sentido, se debe, por un lado, desarrollar una estrategia europea activa de I+D. Por otro lado, es necesario situar las políticas de I+D nacionales y autonómicas en ese contexto europeo, de modo que se refuercen, coordinen e integren.
- Teniendo en cuenta que el principal escenario europeo de *investigación transnacional* es el que define el VII Programa Marco, es necesario que los responsables de la política científica y tecnológica, las agencias de financiación y los organismos de investigación del país adopten, cuanto antes, las medidas oportunas con objeto, por una parte, de *participar en el proceso formal de la toma de decisiones de las instituciones europeas*, activa y eficazmente, desde el conocimiento experto, y por otra, de *apoyar organizativa, técnica y financieramente los grupos de investigación y las empresas innovadoras* que podrían participar en las futuras iniciativas comunitarias de I+D y demostración.
- El desarrollo eficiente de una política de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación industrial en el ámbito de la cooperación internacional requiere un marco legislativo, organizativo y normativo, que permita realizar una gestión especializada, dinámica, flexible e independiente y que asegure una coordinación de actuaciones.

### De carácter específico

- La convergencia en I+D+i con Europa y el acercamiento al objetivo de Barcelona del 3 %

del PIB requiere un aumento, en España, de la inversión real en investigación científica y desarrollo tecnológico civil en los próximos 4 años, en el 25 % de media anual (capítulos 1-7). La propuesta de duplicar el presupuesto del Programa Marco es una excelente ocasión para la ciencia y la tecnología española. Para su aprovechamiento eficiente es preciso incrementar al mismo tiempo los presupuestos propios y reformar la estructura de la gestión en España.

- La mejor forma de contar con los suficientes recursos humanos en cantidad y calidad, y combatir los efectos negativos de la movilidad, es aumentando, no sólo la financiación, sino, también, el prestigio social de los investigadores, mediante la sensibilización pública, y las condiciones de la carrera investigadora. España debería adherirse a la *Carta Europea del Investigador* y al *Código de conducta* para la contratación de investigadores, que recoge una serie de recomendaciones, entre las que figuran las siguientes:

- reconocer la profesión del investigador desde el posgrado;
- establecimiento de un marco claro de trayectoria profesional y personal de los investigadores científicos y tecnólogos;
- favorecer la movilidad del personal investigador entre las empresas, las universidades y los organismos de investigación;
- formación permanente de los investigadores;
- fórmulas estables –funcionariales o no– y transparentes de integración en el sistema de investigadores formados, según su mérito y capacidad;
- desarrollar programas de formación sobre técnicas de apoyo a la investigación.

- Adoptar medidas, en la línea de una iniciativa de la Comisión, tendentes a crear una *comunidad virtual* en la que, al mismo tiempo que se mantiene activo el patrimonio de conocimiento

y referencia científica de los investigadores españoles de excelencia –en el interior y en el exterior–, se facilita el desarrollo de iniciativas de cooperación científica transnacional entre sus grupos y organizaciones, para beneficio mutuo.

- Optimización del uso de las grandes infraestructuras de investigación en las que España participa, potenciando las áreas temáticas ligadas a las mismas.

- Incrementar la competitividad empresarial es fundamental para reforzar el papel que corresponde a España en la Europa emergente y aumentar el bienestar social de los ciudadanos. Esto requiere, entre otros, los siguientes elementos complementarios de la investigación transnacional en colaboración:

- diseño de un sistema de incentivos para aumentar la participación en los programas europeos por parte de las grandes empresas, con capacidad tecnológica y con conexiones con las pequeñas y medianas empresas;

- promover la creación de parques científicos y tecnológicos y la participación en *eurorregiones* científicas (agrupamientos geográficos);

- política de infraestructuras de investigación coherente con las diferentes economías de escala: la internacional, la común europea y la de los Estados miembros;

- programas europeos y nacionales en apoyo de las pequeñas y medianas empresas innovadoras que sean eficaces y complementarios; y

- sinergias con otras iniciativas europeas como EUREKA, COST, Fundación Europea de la Ciencia (ESF), y con otras federaciones y asociaciones científicas (EIROFORUM, FEBS, EACS, etc.).

- El establecimiento por la Unión Europea de un fondo para el fomento de la investigación básica en todas las disciplinas, dotado con 2000

millones de euros anuales, constituye una oportunidad, tanto para reducir el éxodo de talentos como para aumentar la competitividad propia de una economía basada en el conocimiento, que España debe aprovechar al máximo.

- Los instrumentos de participación propuestos en el VII Programa Marco no difieren en exceso de los actuales, si bien se refuerzan las grandes redes científicas y las plataformas tecnológico-industriales. Para ayudar a los pequeños grupos de investigación y a las escasas empresas innovadoras españolas que participen en este programa y asuman un papel de liderazgo científico, técnico u organizativo mayor que en el programa actual, sería necesario que se arbitrasen las medidas oportunas de apoyo administrativo, jurídico y financiero.

- Las *plataformas tecnológicas* se constituyen bajo el liderazgo de la industria, con objeto de definir sus agendas de investigación, a medio y largo plazo, incrementar la inversión industrial en I+D y orientar la actividad del sistema público de investigación aplicada hacia las prioridades empresariales. España debe estar presente en todas las plataformas tecnológicas con fuerza y capacidad de decisión. Debe ser capaz de liderar algunas (o algunas de sus áreas de trabajo) y aprovechar el proceso de definición para lanzar plataformas tecnológicas a nivel nacional con la adecuada financiación y participación tanto del sistema público como del privado.

- El fortalecimiento de la presencia regional (*regiones del conocimiento* como se denomina la actuación en la propuesta del VII Programa Marco) requiere proveerse de instrumentos de gestión que permitan iniciar este tipo de actuaciones.

- Es necesario establecer un *sistema de evaluación y seguimiento científico* de la presencia de universidades, grupos de investigación y em-

presas en los programas y actuaciones de I+D en Europa, de los resultados obtenidos y su impacto en el sistema español.

- Impulsar la creación de entidad/es de referencia y/o de asesoramiento científico y tecnológico que permitan una presencia más activa y eficaz de España en el ámbito internacional, en particular, en Europa.
- La *coordinación* en la presidencia del Gobierno entre los diferentes ministerios, comunidades autónomas y organismos de financiación de la investigación, es imprescindible para conseguir una mayor integración de los esfuerzos que se realizan en I+D con el objeto de reforzar la presencia de grupos de investigación y empresas en Europa y la obtención de resultados. Esta coordinación es todavía más importante en el caso de la innovación tecnológica por la utilización de fondos estructurales de la Unión Europea y por las competencias asumidas por las comunidades autónomas en estos ámbitos.
- El fomento de la participación de los grupos españoles en los programas internacionales –especialmente en el Programa Marco de la Unión Europea– requiere una acción de apoyo dirigida, por un lado a la capacitación de los

investigadores en los aspectos relacionados con la gestión de los proyectos y, por otro, la puesta a disposición de las universidades y organismos de investigación de unas Unidades de Gestión que les aporten los servicios requeridos. Otras acciones complementarias serían:

- estimular la preparación de propuestas mediante ayudas directas a los grupos o a las Unidades de Gestión, en el caso de que existan;
- apoyar la ejecución de los proyectos a través de ayudas complementarias para proyectos aprobados que cubran los gastos relacionados con la protección y explotación de los resultados, estudios sobre el estado de la técnica a través de la OEPM; costes de registro de patentes en España, en el caso de que no se hayan cubierto por el proyecto del Programa Marco; acciones que favorezcan la generación de prototipos industriales con la colaboración de una empresa española; elaboración de planes de negocio para la creación de empresas de base tecnológica, etc.;
- impulsar en la Unión Europea la aprobación de mecanismos y procedimientos que eviten los sistemas actuales, excesivamente burocratizados, en la Administración y gestión de los recursos destinados al fomento de la investigación en todas las disciplinas.



## Introducción

En los tres últimos lustros ha tenido lugar en Europa un rápido proceso de cambio político, económico y social de gran trascendencia: desaparición de la antigua Unión Soviética y adhesión de la mayoría de sus miembros a la Alianza Atlántica y a la Unión Europea, establecimiento efectivo del mercado y de la moneda únicos y un fenómeno migratorio de origen económico que sólo en los últimos cinco años ha sobrepasado el 5 % de la población en España.

Al mismo tiempo, se han llevado a cabo grandes agrupaciones industriales y financieras como, por ejemplo: Daimler Benz-Chrysler, BMW-Rolls Royce, Sandoz-Ciba Geigy-Aventis, Rohne-Poulenc-Hoecht, o los bancos Bilbao-Vizcaya-Argentaria (BBVA) y Santander-Central-Hispano (BSCH), por ejemplo; se han emprendido ambiciosos proyectos de cooperación científica y tecnológica: Large Hadron Collider, secuenciación del genoma humano, ALMA, ITER, Ariane V, módulo europeo de la estación espacial internacional, EADS, o Galileo; y, en fin, se ha adoptado –e iniciado el proceso de ratificación en los Estados miembros– el Tratado por el que se establece una Constitución para Europa en la que la investigación, el desarrollo tecnológico y el espacio forman parte de las políticas internas de la Unión.<sup>1</sup>

Esos ejemplos ilustran la necesidad de fomentar la convergencia de los recursos y actividades de distinto origen hacia la consecución de un objetivo común cuya envergadura sobrepasa las disponibilidades de un solo sujeto, tanto político como institucional. En este sentido la Unión Europea ha situado diversos aspectos de la investigación y el desarrollo tecnológico (I+DT) y de la innovación en lugares muy destacados de su agenda de actua-

ción; es el caso de la consideración del *Espacio Europeo de Investigación*, que sitúa la ciencia, la tecnología y la innovación en la primera línea de la propia agenda política de los países de la Unión Europea.<sup>2</sup>

A lo anterior hay que añadir la propuesta de la Comisión Europea del *VII Programa Marco de investigación y desarrollo tecnológico (2007-2013)*<sup>3</sup> que va a influir en la próxima década en los contenidos programáticos, las líneas prioritarias y los modos de actuación de las iniciativas sobre investigación de los países miembros, de las instituciones científicas y tecnológicas y de las empresas. Además de duplicar el presupuesto, de ampliar el período de vigencia a siete años e introducir algunos cambios en la gestión, esa propuesta de programa refuerza las *acciones de apoyo a la investigación de excelencia, a la formación y movilidad de los investigadores, a las infraestructuras de investigación, y a la investigación empresarial*.

El Gobierno español tradicionalmente ha considerado el Programa Marco simplemente como un mecanismo suplementario de financiación de la I+D nacional, donde el indicador por excelencia ha sido «los retornos financieros». Esta visión de la política de investigación europea ha otorgado a España, tradicionalmente, un papel secundario en su configuración y diseño, a diferencia de otras políticas –como en el caso de la cohesión o los fondos estructurales– donde sí hemos sido actores decisivos a escala europea. Por otro lado, la inherente internacionalización y europeización de la I+D, incluso con su presencia en el Programa Marco y otros mecanismos multilaterales de cooperación, no ha sido un parámetro de relevancia en la guía de la política de I+D española, ni del Gobierno na-

cional, ni de la mayoría de las comunidades autónomas. En general, las políticas de financiación de proyectos, de formación y de recursos humanos han carecido de una mínima perspectiva basada en la internacionalización e integración europea.

Así pues, es el momento de que España se convierta en un actor esencial en el desarrollo del proceso de integración europea en materia de I+D, de modo que nuestras especificidades puedan ser tenidas en cuenta. Por otro lado, es necesario que las políticas de I+D nacionales se sitúen en ese contexto europeo, de modo que se refuercen, coordinen e integren y no, como ocurre con frecuencia, sean vectores ortogonales.

España necesita participar más activamente en el diseño de las políticas científicas y tecnológicas de la Unión Europea –y de otras organizaciones e instituciones de I+D–, a la par que numerosos grupos de científicos y empresas participan en más del 30 % de los proyectos de I+D aprobados en el V Programa Marco, lo que configura un entramado de relaciones científicas y tecnológicas multilaterales y bilaterales que potencian los esfuerzos internos.

Por otro lado, las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico de los países avanzados han dejado de ser una anécdota presupuestaria, aunque los casi 5000 millones de euros anuales del VI Programa Marco de la Unión Europea<sup>4</sup> representen, solamente, alrededor del 6 % de las inversiones totales de los Estados miembros en estas políticas, y tanto los poderes públicos como la sociedad en general están demandando –cada vez con mayor determinación y urgencia– el conocimiento preciso de la contribución de esas inversiones a la resolución de los problemas económicos, sociales o laborales planteados.

La influencia de la ciencia y la tecnología está presente en la vida diaria de los ciudadanos de un modo permanente, por lo que los avances de la investigación deben ser conocidos por éstos.<sup>5</sup> En ese sentido, el Tratado de la Unión reclama una amplia consulta, en un diálogo permanente, claro, abierto con las asociaciones civiles en todas las áreas de actividad de la Unión.<sup>6</sup>

## El conocimiento

La investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación industrial, junto con la formación académica y la capacitación profesional, determinan el desarrollo de las nuevas maneras de pensar, de trabajar y de vivir de los ciudadanos, al mismo tiempo que condicionan su capacidad de participación social.

El conocimiento es la base de las actuaciones que conforman la mayoría de los nuevos mercados y las políticas públicas de sectores estratégicos como la salud, las telecomunicaciones, los transportes, el medio ambiente o la reducción del impacto de los desastres naturales y técnicos.

Ahora que España ha dejado de ser uno de los países europeos con salarios más bajos, y dada su carencia de recursos naturales, la base de su competitividad reside, fundamentalmente, en su capacidad de creación, adaptación y aplicación de los nuevos conocimientos y, por tanto, en una educación de calidad, una investigación científica de excelencia, un desarrollo tecnológico innovador, un tejido industrial emprendedor y un capital que se oriente a la inversión más que a la obtención de beneficios a corto plazo. Para ello, es imprescindible que se realicen los esfuerzos necesarios que acerquen las inversiones nacionales en I+D+i al objetivo de Lisboa,<sup>7</sup> mejorar la eficiencia de los gastos públicos, establecer más y mejores incentivos a la innovación empresarial y, finalmente, incrementar el número y la preparación de los jóvenes investigadores, al mismo tiempo que se mejora su motivación e integración estable en el sistema de I+D+i, particularmente en el sector privado.

En ese sentido, resulta esperanzador el discurso de investidura del presidente del Gobierno de 15 de abril de 2004, en el que se comprometió a centrar la actividad del Gobierno, como uno de los cinco ejes principales de su actuación, en el impulso de un desarrollo económico sustentado en la educación, la investigación y la innovación, para cuya consecución anunció un incremento del 25 % del presupuesto anual en estas partidas, lo que «significa, en definitiva, colocar la ciencia en el centro de nuestras prioridades». El presidente ha reiterado en el Congreso

de los Diputados, el día 6 de abril de 2005, el «impulso inmediato» a la I+D en España y Europa.

Sin embargo, para alcanzar los objetivos que se pretenden es necesario incrementar de una forma urgente y decisiva los esfuerzos orientados a adecuar la estructura organizativa, el tamaño, la capacidad de producción y aplicación de los resultados de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación a la realidad económica, social y cultural de nuestro país.

La investigación científica y el desarrollo tecnológico son imprescindibles para mejorar las condiciones de vida y de trabajo de los ciudadanos contribuyendo a su bienestar social y económico, así como para mejorar la competitividad empresarial. Para ello, es necesario fomentar:

- Una educación de calidad a todos los niveles. En el caso de la educación superior, el proceso de Bolonia puede ser un referente para hacer cambios necesarios que aseguren formación más compleja.
- La investigación básica de excelencia y de alta creatividad.
- Un entorno laboral y perspectivas de la carrera científica atractiva para los mejores investigadores.
- La política de infraestructuras de investigación coherente con las diferentes economías de escala: la internacional, la común europea y la nacional y regional.
- Los programas europeos y nacionales en apoyo de las pequeñas y medianas empresas innovadoras que sean eficaces y complementarios; y las sinergias con otras iniciativas europeas como EUREKA, COST, Fundación Europea de la Ciencia (ESF), y de otras federaciones y asociaciones científicas (EIROFORUM, FEBS, etc.).

### La Cooperación

La existencia de vínculos estables entre organizaciones diferentes como base de la construcción de

un capital social de carácter relacional, se ha considerado en las últimas décadas como fuente fundamental de enriquecimiento estratégico y operativo de las entidades participantes en las mismas. Tras ello se vislumbra el reconocimiento de que el conocimiento –no sólo el tecnológico– se genera de forma compartida y que la autarquía como estrategia de actuación se muestra ineficaz en un entorno globalizado y fuertemente dinámico como el actual.

Si bien este principio es aplicable a todas las organizaciones, es en aquéllas ligadas a la generación y transferencia de conocimiento en las que adquiere un valor fundamental como principio estratégico director. Es importante indicar que ya no se trata únicamente de generar y transferir conocimientos a otra entidad, sino de ser capaz de compartirlo, apoyando la especialización de cada una de las entidades participantes con el fin de mejorar la eficacia y eficiencia global de las actuaciones emprendidas.

En este contexto, la cooperación internacional en investigación y desarrollo tecnológico está íntimamente ligada a un fenómeno más amplio de internacionalización de los sistemas de ciencia y tecnología de los países desarrollados. Tanto las entidades públicas como las privadas han comprendido la importancia de disponer de una estrategia global que, acelerada por el fenómeno de la globalización, aunque históricamente anterior a ésta, ha modificado profundamente los comportamientos de los actores implicados. (Véase cuadro «Tipos de cooperación internacional.»)

#### TIPOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

La complejidad y envergadura de los problemas que se plantean en las sociedades avanzadas de hoy, hace que los proyectos científicos y tecnológicos que se abordan requieran: grandes recursos económicos, importante equipamiento e infraestructura científica, concurrencia de conocimientos -a nivel de excelencia- en una amplia diversidad de disciplinas y, una capacidad organizativa y de gestión dinámica, flexible y eficiente.

En muchos casos, es necesaria la cooperación internacional, ya que ningún país por desarrollado que sea puede abordarlos por sí sólo. He aquí algunos ejemplos:

- a) Los grandes proyectos científicos y de infraestructuras tecnológicas al servicio, principalmente, de la llamada «gran ciencia»: ITER, CERN, Instituto Laue Langevin, ESRF, proyecto ALMA de la ESO, o el X-FEL (láseres de electrones libres) o el Observatorio Europeo Austral.
- b) Las alianzas entre grandes corporaciones industriales, incluso con participación pública, como: EADS, ESA o Galileo.
- c) Nuevos espacios de cooperación de las industrias químicas y farmacéuticas en físico-química básica y biotecnología: ZENECA, AVENTIS, BAYER, NOVARTIS. Colaboración que en el próximo futuro puede tener lugar en el campo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones al cambiar el paradigma del silicio por los nano o bioparadigmas.
- d) Redes amplias de pymes, y de éstas con grandes firmas y con organismos de investigación, para la generación de conocimientos compartidos.
- e) Integración de recursos económicos e intelectuales en áreas interdisciplinarias y emergentes: nanociencia y nanotecnología, o la genómica, entre otras.
- f) Colaboración internacional entre grupos de investigación multidisciplinarios para avanzar en el conocimiento y solución de problemas de impacto social: el cambio climático, la conservación de la biodiversidad, el síndrome de inmunodeficiencia espongiforme bovina (BSE), alimentos genéticamente modificados (GMO), emisiones electromagnéticas de antenas, etc.
- g) Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Desde el punto de vista del sistema público español se puede afirmar que los investigadores han incrementado sus publicaciones en revistas o congresos internacionales y, específicamente, se manifiesta en el incremento producido en colaboraciones internacionales del 29,57 % en 1988 al 33,68 % en 2002.<sup>8</sup>

Un somero análisis de la evolución de las tasas de coautoría por campos científicos en los últimos años, muestra que este indicador crece de manera significativa, aunque de forma distinta entre las diferentes especialidades, lo cual es una tendencia universal.

En otro orden de cosas, el estudio de las tendencias en los diferentes tipos de colaboración pone de manifiesto las diferentes pautas de comunicación científica seguidas por los investigadores. Nuestro sistema de ciencia sigue teniendo aún una proporción de trabajos sin colaboración muy elevada. En las comunidades autónomas menos maduras resulta especialmente útil apoyarse mediante la colaboración en aquéllas que tienen desarrollos más importantes y sistemas más consolidados.

Desde el punto de vista del *sistema privado*, si bien es cierto que muchas empresas españolas han globalizado sus redes de comercialización o provisión de componentes para sus productos o procesos, alcanzando acuerdos con empresas localizadas en otros países o extendiendo su propia red de oficinas, esto no se ha producido con la misma intensidad en la participación en redes internacionales de generación de conocimiento. Obviamente, este fenómeno sí ha afectado a empresas multinacionales radicadas en España, pero en mucha menor medida a pymes.

Analizado desde una perspectiva histórica, la participación pública y privada en los programas de I+D existentes en Europa, tanto los de la Unión Europea (Programa Marco de I+D) como los de otras organizaciones (como la ESA) han supuesto un factor catalizador de la cooperación internacional que puede considerarse muy positivo para el sistema de ciencia y tecnología español. Además, la imposición de que en algunos de estos programas sea necesaria la participación conjunta de entidades públicas y privadas (uso generalizado del concepto de «consorcio») ha facilitado un mejor conocimiento mutuo y cooperación entre estas entidades en actividades de I+D.

Paradójicamente, los instrumentos de política nacional existentes no han facilitado este proceso.

Las dificultades para poner en marcha mecanismos como los de ERA-NET, aceptados y promovidos por los gobiernos españoles demuestran esta dificultad práctica. Por otro lado, la dificultad de financiación de programas de carácter industrial internacional como EUREKA, a través de programas nacionales (como PROFIT) cuando se colabora con entidades públicas, es también muy elevada. Esta es una situación seriamente agravada por el reparto inadecuado del presupuesto de Investigación y desarrollo tecnológico industrial entre los ministerios de Educación y Ciencia y de Industria, Comercio y Turismo.

El objetivo de creación de un verdadero Espacio Europeo de Investigación está aún lejos de ser una realidad. Pero, si no se contribuye decisivamente a ello eliminando las barreras para la movilidad, para la realización de proyectos con flujos de subvenciones que traspasen fronteras –algo que Alemania y el Reino Unido han acordado con una implementación concreta bilateral del principio de *money follows people* para proyectos ya subvencionados en sus respectivos países–, para facilitar la consolidación de investigadores de otros países en España, etc., no sólo habremos perdido una oportunidad histórica sino que corremos el riesgo de que otros lo hagan y el *espacio* aludido quede fragmentado.

De todo ello, se puede decir que el sistema español de ciencia y tecnología, si bien ha ido perdiendo paulatinamente el fuerte carácter autárquico que ha mantenido durante demasiadas décadas, va incorporándose lentamente al proceso de apertura impulsando la cooperación con otros países y emprendiendo la senda del crecimiento por el conocimiento. Persisten, sin embargo, rigideces en la administración y gestión de I+D que dificultan la internacionalización y cooperación con otros países y nos sitúan en una senda de crecimiento sostenido. En este sentido, y salvando las diferencias, los ejemplos de nuestros socios en la Unión Europea, Irlanda y Finlandia, merecen una reflexión.

Del mismo modo, en virtud del proceso de descentralización política española, resulta también

necesario establecer los mecanismos que aseguren la coordinación necesaria entre los planes regionales de I+D+i, con los nacionales e internacionales.

Al mismo tiempo que la dimensión internacional es hoy día un elemento imprescindible para el desarrollo científico, tecnológico e industrial de un país, un factor fundamental de crecimiento se debe a las interacciones que se producen en los *agrupamientos geográficos* próximos, donde actúan empresas innovadoras, universidades, laboratorios de investigación así como agencias de desarrollo local y regional, es decir, lo que se ha dado en llamar «clústers regionales de innovación». Los planteamientos regionales en I+D determinan las capacidades propias de investigación, sostienen y generan infraestructuras científicas, tecnológicas y especializadas, fortalecen los vínculos con las zonas de desarrollo industrial, parques científicos y tecnológicos, apoyan a grupos y centros de excelencia y, finalmente, fomentan la formación y movilidad de sus investigadores.<sup>9</sup>

Las políticas regionales de I+D e innovación industrial son más eficaces cuando se elaboran y desarrollan coordinadamente con las políticas de ámbito interregional, estatal e internacional, es decir, cuando se aplica el aforismo: *act local but think global*.

Esto conduce a un desarrollo efectivo de la coordinación de los programas de I+D a través de la cooperación, en el marco de una planificación de tipo federal, a la identificación de acciones de geometría variable, a la apertura de programas regionales y a la participación de organismos y entidades de otras regiones, buscando la excelencia científica necesaria para la resolución de los problemas que cada región plantea.

El artículo de Salvador Barberá «El futuro del sistema nacional de ciencia y tecnología», publicado en el *Boletín SEBBM* (2004; 142: 5-12) es una excelente puesta al día en temas tan importantes como recursos humanos, infraestructuras, financiación de proyectos, agencia de financiación, etc., relación entre Estado y comunidades autónomas y la propia comunidad científica.

La dimensión internacional de las actuaciones en ciencia y tecnología está íntimamente relacionada con los programas, prioridades, modos de participación e instrumentos de financiación de las iniciativas que se desarrollan en el marco de la política nacional de I+D+i. Por ello, cuanto mayor sea la coherencia entre el marco de actuación español e internacional, más eficaz será el desarrollo de las sinergias e integración de la in-

vestigación y el desarrollo español con la de sus socios europeos.

Las regiones tienden a desempeñar un papel cada vez más importante en la actividad investigadora y de innovación, beneficiándose de recursos europeos y nacionales que les permiten poner en marcha una serie de alternativas, esquemas de cooperación interregional y formar redes de diferentes tipos.

## Cooperación científica en la Unión Europea

El Consejo de Competitividad, Mercado Interior e Investigación de la Unión Europea, en su reunión de 24 de noviembre de 2004 –con el apoyo de la delegación española– reconoce el importante papel que desempeñan las actuaciones nacionales para alcanzar los objetivos de Lisboa, y destaca la importancia de que los Estados miembros se comprometan a avanzar y a realizar de la mejor manera posible este proceso *con vistas a alcanzar el objetivo de Barcelona del 3 % del PIB dedicado a gastos internos en la financiación de la I+D hacia el año 2010*, recordando que los dos tercios de esta inversión deben proceder del sector privado.

A los cinco años de la estrategia de Lisboa, las instituciones europeas constatan las dificultades encontradas por la Unión en su conjunto, y por los Estados miembros individualmente, para llevarla a cabo. Se han producido cambios en la política, y en la economía, medidas que aconsejan realizar algunos cambios de orientación, entre ellos: la creación de un instituto europeo de tecnología y desarrollar las normas de las ayudas de Estado para estimular a las empresas, la innovación y la investigación.<sup>10</sup>

Las actuaciones ligadas a la construcción del Espacio Europeo de Investigación (ERA), de las que el Programa Marco es su instrumento comunitario principal, implican la puesta en marcha de mecanismos de apertura progresiva de los programas nacionales o los procesos de aprendizaje mutuo asociados al «método abierto de coordinación» (OMC) cuya responsabilidad recae en los Estados miembros, y cuyo impacto es todavía muy limitado. En este sentido, hay que tener en cuenta que el Programa Marco supone únicamente un 5 % del total de recursos empleados en los distintos Estados.

La respuesta doméstica al ambicioso objetivo de Barcelona muestra la terca realidad de que los modestos gastos internos de I+D en España han aumentado ligeramente, pasando del 0,98 % en el año 2001 al 1,1 % del PIB en el año 2003. Paralelamente, la capacidad contributiva de España a los presupuestos generales de la Unión Europea –con los que se financian los programas marco de investigación científica y desarrollo tecnológico– ha ido aumentando, como se muestra en las tablas 1 y 2. Esto lleva a la situación paradójica de que España sea beneficiaria neta de los presupuestos comunitarios pero contribuidora a la parte proporcional de los fondos destinados a la política de I+D. Es decir, mientras que la contribución española a los presupuestos de la Unión Europea entre los años 1999 y 2002 (período coincidente con la duración del V Programa Marco) alcanzó un valor medio del 7,9 %, los fondos retornados por actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico han sido inferiores al 6,2 %.

Naturalmente, la balanza de pagos española con la Unión Europea arroja un saldo positivo, entre otros aspectos, por los retornos provenientes de las políticas agrícolas, estructurales y de cohesión. Pero eso no es un argumento que deba dejarnos satisfechos dado el carácter capacitador y dinamizador de la I+D en los ámbitos de la cultura, la educación, la calidad de vida, las condiciones de trabajo, la economía o la industria. Además, como se decía anteriormente, esa es una situación que va a cambiar de signo rápidamente después de la entrada de los nuevos Estados miembros y de la redistribución de las futuras perspectivas financieras.<sup>11</sup>

Esto se ha hecho más evidente a medida que los objetivos y la estructura de los programas marco se

**TABLA 1.** Contribución española a los presupuestos internacionales de la Unión Europea

	Ejecución 1999		Ejecución 2000		Ejecución 2001		Ejecución 2002	
	Importe	%	Importe	%	Importe	%	Importe	%
Alemania	21 069,0	25,5	21 774,9	24,8	19 727,2	24,4	17 582,2	22,6
España	6 231,3	7,6	6 445,4	7,3	6 591,5	8,2	6 551,2	8,4
Francia	13 993,8	17,0	14 510,9	16,5	14 471,3	17,9	14 152,3	18,2
Italia	10 765,8	13,0	10 999,9	12,5	11 612,5	14,4	11 279,5	14,5
Reino Unido	11 081,5	13,4	13 857,0	15,8	7 743,4	9,6	10 152,8	13,1
...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>TOTAL</b>	<b>82 530,8</b>	<b>100,0</b>	<b>87 959,1</b>	<b>100,0</b>	<b>80 718,1</b>	<b>100,0</b>	<b>77 698,0</b>	<b>100,0</b>

**TABLA 2.** Contribución española a los programas multilaterales europeos 2002\*

	Porcentaje de participación	Cuota M euros
Agencia Europea del Espacio (ESA)	4,9	117,2
Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN)	6,9	45,7
Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL)	6,7	4,0
Instituto M. V. Laue-Paul Langevin (ILL)	3,0	2,6
Instalación Europea de Radiación Sincrotrón (ESRF)	4,0	2,5
Conferencia Europea de Biología Molecular (EMBC)	6,5	0,7
Experimento de neutrinos en el Gran-Sasso (CERN)	—	0,7
Fundación Europea de la Ciencia (ESF)	6,1	0,4
<b>TOTAL</b>		<b>173,8</b>

*Fuente MCYT:* Memoria de actividades de I+D+I 2002. Diversas empresas españolas participan en desarrollos industriales y tecnológicos en campos tales como, por ejemplo: ingeniería civil, estructuras, instrumentación, antenas, electrónica, software, etc.

\* Uno de los aspectos clave de la política europea de investigación para el período 2007-2013 será el importante aumento de los fondos destinados a la I+D comunitaria que está recomendando la Comisión Europea —pasar de los 17 500 M de euros del VII Programa Marco a 10 000 M de euros anuales—, propuesta bastante alejada de lo que los grandes países parecen dispuestos a apoyar.

han ido orientando hacia una concentración mayor de los recursos disponibles en unas pocas líneas de investigación finalista de carácter industrial y, en ciertos casos, propiciando una política de subvención a sectores industriales concretos (aeronáutica, tecnologías de la información, biosanitarios, por ejemplo) en lugar de orientarse hacia el estímulo al desarrollo del tejido productivo europeo constituido por un 98 % pequeñas y medianas empresas; es decir, las mayores generadoras de empleo, particularmente en España. Es destacable, asimismo, que la participación del sistema público está fuer-

temente concentrada en un número muy reducido de instituciones y de comunidades autónomas.

Generalmente, el papel de los grupos/empresas españoles es el de actuar como proveedores de conocimientos con una limitada capacidad para acceder a la mayoría de los que se generan en el consorcio y, aún menos, de transformarlos en innovaciones productivas.

Sin embargo, los beneficios conseguidos por España desde que viene participando en los seis Programas Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea (1986) que hasta ahora se han

realizado, son numerosos para el sistema investigador y productivo del país. No sólo por cantidad de fondos recibidos, con ser estos muy significativos –casi el 10 % de las inversiones totales realizadas en los programas nacionales durante el mismo período–, sino por haber generado una cultura de colaboración internacional, por haber podido integrarse en proyectos científica y tecnológicamente mucho más ambiciosos a los que podían emprenderse internamente, por tener acceso a sus resultados y explotaciones industriales de envergadura, y por haber aprendido a organizar y a gestionar mejor la investigación y la innovación.

La participación española en programas europeos de I+D no termina en el Programa Marco. De hecho, hay otros escenarios de colaboración científica y tecnológica establecidos mediante acuerdos internacionales con algunos Estados miembros de la Unión Europea y con países terceros.

Entre ellos cabe citar: EUREKA (marco de proyectos de desarrollo tecnológico precomercial en temas libremente escogidos); COST (marco para la coordinación de acciones de investigación orientada por objetivos de participación «a la carta»); Agencia espacial europea (ESA), que ofrece un programa doble de actividades «obligatorias» (principalmente, el programa de investigación científica) y de actividades «a la carta» en los sectores del transporte espacial y de aplicaciones (Galileo); CERN (organización de cooperación europea en el campo de la física de partículas); Fundación Europea de la Ciencia (ESF), que agrupa 65 organismos de 22 países y gestiona programas (esencialmente de coordinación) y redes, en un largo espectro de sectores, el Observatorio Europeo Austral, el Consorcio EADS, el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL), etc.

En sus dominios respectivos, la creación de estas instituciones representa una iniciativa fundamental en términos de cooperación científica y tecnológica europea, de formación, movilidad e intercambio de investigadores, de difusión de los resultados de la investigación, y de asesoramiento científico a la sociedad.

Hasta el comienzo de esas iniciativas de cooperación intergubernamental, la I+D se consideraba una actividad nacional, y las fronteras entre los diferentes sistemas nacionales eran relativamente impermeables. La investigación de cooperación transeuropea tendía a ser un acontecimiento excepcional tanto para los investigadores como para las empresas. Los países europeos cooperaban, y tal vez sigan haciéndolo, más intensamente con Estados Unidos que entre ellos mismos, aunque esa tendencia va cambiando lentamente.

La presencia de España en los programas de I+D de la Unión Europea, y los derivados de acuerdos intergubernamentales, ya no puede hacerse únicamente con la voluntad a título personal de los grupos de investigación o empresas que lo deseen. Debe existir una estrategia institucional, apoyada por las administraciones públicas (regionales y nacionales) que aseguren el marco de actuación plurianual y que comprometan los recursos a nivel nacional necesarios para un mejor aprovechamiento del esfuerzo de participación internacional. Esta interacción entre los diferentes niveles regional, nacional y comunitario es especialmente importante en el caso de las infraestructuras y de los recursos humanos.

Como quiera que es del ámbito internacional de donde proceden los avances científicos y tecnológicos más relevantes, es necesario para España:

- participar en esos programas y foros internacionales de I+D;
- impulsar una presencia activa en los órganos internacionales de decisión;
- participar en los grandes proyectos tecnológicos industriales de ámbito mundial;
- facilitar la cooperación internacional con competidores, proveedores y clientes, como fuente de innovación tecnológica.

Además, dada la limitación de los recursos, la política de cooperación científica y tecnológica internacional debe tener un enfoque selectivo, dando prioridad a la acción en un número limitado de áreas temáticas y geográficas.

La propuesta de la Comisión Europea del futuro Programa Marco (2007-2013)<sup>3</sup> se define en el contexto político y de objetivos de la Comunicación «Construcción del Espacio Europeo de Investigación del Conocimiento para el Crecimiento».<sup>12,13</sup> Esa propuesta de programa, además de duplicar el presupuesto y de ampliar el período de vigencia a siete años, refuerza las acciones de apoyo a la investigación de excelencia, a la formación y movilidad de los investigadores, a las infraestructuras de investigación, y a la investigación y la empresa, aspectos específicos que se tratan más adelante.

### Investigación básica

En los últimos cuatro años se ha abierto un debate en Europa sobre los retos de la investigación básica y los modos más adecuados de afrontarlos en el marco del Espacio Europeo de Investigación.<sup>14,15</sup> Como consecuencia del mismo, los Estados miembros de la Unión se han pronunciado unánimemente a favor del fomento de esta línea de actuación y la Comisión Europea le ha dado mayor visibilidad y un tratamiento presupuestario y de gestión específico en su propuesta de VII Programa Marco. En el mismo se subraya la necesidad de prestar mayor atención a la investigación básica de alta calidad, para la que prevé un presupuesto en torno al 10 % del total del programa, y una gestión autónoma a cargo del European Research Council (ERC).

Según el informe relativo a la creación de este Consejo Europeo de Investigación, en adelante ERC, debería establecerse, dentro del Programa Marco, un fondo para el fomento de todas las facetas del conocimiento, estimado en dos mil millones de euros al año. Las características del ERC, encarga-

do de su gestión, serían la autonomía, el rigor, la transparencia, la flexibilidad administrativa y la utilización de las instituciones científicas de acreditada calidad ya existentes en el Espacio Europeo.

La Comisión Europea aprobó, el 23 de marzo de 2005 en Bruselas, en una reunión de Jefes de Estado y de Gobierno, la creación del ERC. El European Research Council Identification Committee ha presentado un informe provisional, el 21 de marzo de 2005, que se inicia así: «El fomento de la investigación de vanguardia será un componente importante de las próximas propuestas de la Comisión relativas al VII Programa Marco de Investigación». Un Consejo Europeo de Investigación con un Consejo Ejecutivo de Científicos proporcionará un mecanismo distintivo y autónomo para la puesta en práctica de este programa de investigación científica de «frontera». El Comité de Identificación procederá a la evaluación de los candidatos en mayo y presentará el informe final en el mes de junio de 2005. El Comité ha presentado también sugerencias sobre los «métodos de trabajo» del consejo ejecutivo o de gobierno del ERC, que no podrán definirse con precisión hasta que el Parlamento Europeo, el Consejo de Ministros y la Comisión adopten las decisiones legislativas pertinentes.

La asignación hecha a primeros de abril de 2005 por la Comisión Europea en su propuesta financiera para la Unión Europea en el período 2007-2013 es de 67 800 millones de euros para investigación (11 300 millones de euros al año), lo que supone un incremento en relación al último Programa Marco (2000-2006) del 6,6 % del total. El 25 de marzo, el propio presidente de la Comisión Europea, José Manuel Durao Barroso, publicaba un artículo en el que argumentaba las razones por las cuales la educación, la investigación y la innovación son las claves para impulsar el aumento de la productividad de la Unión Europea: el porcentaje del PIB en la Unión Europea dedicado a I+D es del 1,96 % frente al 3,12 % de Japón. Actualmente, añade, 400 000 europeos que han cursado estudios científicos y técnicos viven en Estados Unidos y tres cuartas partes de los estudiantes

nacidos en la Unión Europea y que realizan su doctorado o posdoctorado en Estados Unidos prefieren seguir en este país después de terminarlos.

En una reciente publicación (*Informe EIROforum*, 2004), el *EIROforum*, integrado por las siete organizaciones europeas intergubernamentales de investigación dotadas con las más modernas infraestructuras (CERN, EMBL, EFDA, ESA, ESO, ESRF, ILL), establece las perspectivas de cooperación «en la ruta de Europa para alcanzar los objetivos de Lisboa». Se destaca la importancia del programa de becas Marie-Curie, así como el relieve extraordinario que puede tener el establecimiento de un Fondo Europeo para la Investigación de Excelencia y el Consejo (ERC) que deberá administrarlo con autonomía y flexibilidad, para conseguir «investigación competitiva a escala mundial».

El apoyo a la investigación básica, como uno de los campos de actuación de interés general, donde las inversiones gubernamentales alcanzan un mayor nivel de rentabilidad social, económica y cultural, se justifica dado que:

- a) su impacto sobre la competitividad empresarial, el crecimiento económico y el bienestar social es elevado;
- b) el coste y la complejidad debida a la pluridisciplinariedad de sus actividades es creciente y que el sector privado no lo va a asumir;
- c) asegura la propiedad pública de los resultados, especialmente cuando éstos no son explotados;
- d) permite avanzar en el conocimiento del por qué y el cómo de ciertas enfermedades (cáncer, cardio y cerebrovasculares, neurodegenerativas, sida o esclerosis múltiple, por ejemplo), mientras se busca una solución a los problemas concretos;
- e) sin ella no hay buenos profesores, sin éstos no hay buena educación, y sin ésta no podrán formarse buenos cuadros profesionales ni directivos;
- f) permite asegurar una capacitación suficiente para acceder e integrar la última y más completa información sobre los avances más novedosos, y para participar, incluso modestamente, en los consorcios que los generan;

g) la pérdida de cultura científica alejará a los ciudadanos de los lugares donde se toman las decisiones y los hace más dependientes.

Pero no hay que olvidar que, a medida que las necesidades económicas de los grupos de investigación básica aumentan, los responsables de la cosa pública eligen reducir los capítulos presupuestarios de las actuaciones en las que es posible resistir mejor las presiones de los diferentes agentes sociales. Y el mundo de las inversiones en intangibles lo es: por la incertidumbre de los resultados y porque sus efectos cuantificables se consiguen a largo plazo, más allá de la duración de los mandatos electorales.<sup>16</sup>

El gasto en investigación básica respecto al PIB, también sitúa a España en uno de los últimos lugares de los países miembros de la OCDE (sólo por delante de México y Eslovaquia), manteniéndose en un 0,15 % del PIB en los últimos años, mientras que la media de la OCDE alcanza el 0,34 %, en el año 2001. Sin embargo, los indicadores de producción científica y potencial investigador son positivos, lo que contrasta con la pendiente negativa de la tasa de productividad y con el incremento de casi un 30 % del coste por publicación. De manera general, se puede decir que la productividad por investigador español está descendiendo debido al crecimiento del número de investigadores por encima del número de trabajos publicados, y al aumento del número medio de autores españoles por trabajo. Con todo, no es el indicador de investigadores por cada mil habitantes el que se encuentra más alejado de la media europea, sino el de gasto por investigador. Así, «*es necesario crear un ambiente más atractivo para la investigación básica, apoyado en una educación de alta calidad, en una financiación adecuada de la investigación y de las infraestructuras, así como reforzar los lazos entre la ciencia y la innovación y dar el reconocimiento debido a los investigadores de excelencia*» (Conclusiones del Simposio de la Presidencia Irlandesa «Europe's Search for Excellence in Basic Research», Dublín, febrero 2004).

## Movilidad

La ponencia *Recursos humanos en la investigación* de la Acción CRECE trata de un modo amplio y en profundidad el aspecto concreto de los recursos humanos de investigación; no obstante, resulta oportuno realizar aquí algunas consideraciones (aunque someras) sobre el papel de los investigadores como medio fundamental (e imprescindible) de la transmisión de conocimientos en cualquier actividad concerniente a la cooperación científica y tecnológica, al mismo tiempo que por su eficacia en el proceso de formación de jóvenes investigadores.

La movilidad de los investigadores entre las diferentes disciplinas científicas, grupos de investigación y fronteras nacionales, es uno de los asuntos de mayor relevancia para un correcto desarrollo de la política de investigación de la Unión Europea, como se viene manifestando a través del tiempo y de las diferentes iniciativas que se adoptan en este campo en las resoluciones y comunicaciones de las instituciones europeas<sup>17</sup> y, en términos prácticos, con el aumento regular de los recursos económicos dedicados a esta actividad en los seis Programas Marco<sup>18</sup> ejecutados desde 1985 (Acta Única) hasta hoy.

En la propuesta de la Comisión Europea para el VII Programa Marco, uno de los objetivos principales de actuación se refiere al desarrollo y fortalecimiento de los recursos humanos en investigación: formación, movilidad y desarrollo de las carreras investigadoras.

Una medida importante en esta dirección ha sido la publicación de la Recomendación de la Comisión Europea relativo a la Carta Europea del Investigador y al Código de conducta para la contratación de investigadores.<sup>19</sup> La carta y el código de conducta tienen por objeto contribuir al desarrollo de un mercado laboral europeo atractivo, abierto y sostenible para los investigadores, en el que las condiciones favorezcan un alto rendimiento y productividad. Son recomendaciones de la Comisión a los Estados miembros que son invitados a aplicarlas voluntariamente, y serán revisados perió-

dicamente en el contexto del método abierto de coordinación.

La formación e incorporación de jóvenes investigadores al sistema europeo de I+D+i es una necesidad perentoria. El cumplimiento del objetivo de Barcelona para el año 2010 lleva aparejada una demanda de personal investigador de 1,2 millones de personas, de los que 700 000 serían investigadores,<sup>20</sup> además de los que deben reemplazar a los que abandonarán el sistema por motivos de edad. Todo ello, además, coincidiendo cronológicamente con el descenso demográfico en general y con el de alumnado en algunas disciplinas científico-técnicas que son imprescindibles para el adecuado desarrollo del proceso de innovación empresarial.

A su vez, el proceso de Bolonia es una excelente ocasión de reforma del sistema universitario, y la creación del ERC se percibe como necesaria para reforzar la misión investigadora de las universidades. Dada la importancia que la formación y la carrera investigadora tienen para los dos Espacios Europeos (de educación e investigación), se pretende crear más sinergias entre ellos promoviendo mejoras en la organización y estructura de los programas de doctorado en Europa.<sup>21</sup> Cabe mencionar la importancia de programas conjuntos entre dos universidades europeas y el reconocimiento del Doctorado Europeo.

Estas circunstancias hacen necesario el lanzamiento de iniciativas que atraigan hacia Europa a investigadores de excelencia de otras latitudes, a la vez que se introducen las modificaciones necesarias para adaptar el actual marco legislativo e institucional (condiciones de acceso y promoción, régimen económico y laboral, de inmigración, etc.) a las nuevas circunstancias. Sin olvidar los servicios de acogida y de atención profesional y familiar a los investigadores visitantes y de nueva incorporación que llegan del exterior.

Como ya se ha dicho en otros apartados de esta ponencia, las sociedades basadas en el conocimiento dependen de su capacidad para producir, utilizar y transferir conocimientos, para lo que es condición fundamental la movilización de todo

tipo de recursos en el marco internacional de la investigación y, por lo tanto, de los propios investigadores. Del mismo modo, la movilidad de los investigadores entre disciplinas complementarias e instituciones (universidades o laboratorios de investigación, empresas, y viceversa) no sólo favorece la transferencia de conocimientos, sino que da impulso a las actividades de cooperación de los grupos de investigación entre sí, y de éstos con la industria.

De lo dicho anteriormente es muy consciente la comunidad científica, como demuestra el hecho de que su cota de movilidad de este colectivo –siendo insuficiente para las necesidades actuales de la investigación científica y la innovación empresarial– es, aproximadamente, el 5 % de la población activa, frente al 2 % de la de otros grupos profesionales.

La movilidad internacional es un factor fundamental para la propia promoción personal, aunque con importancia relativa muy diferente de unas áreas a otras. Desgraciadamente, esta movilidad es fuertemente asimétrica, ya que el flujo de salida hacia otros países (más hacia Estados Unidos que hacia Europa) refleja la falta de atractivo de nuestro sistema público para incorporar personal investigador de otros países, reforzada por la falta de instrumentos adecuados y un cierto hermetismo de los procesos de selección y estabilización de plazas.

En el sector empresarial, la importancia e intensidad de la movilidad internacional del personal de I+D es menor que en el sector público si exceptuamos las que se llevan a cabo en el seno de empresas multinacionales con programas de rotación interna ligadas a la promoción de su propio personal. Por otro lado, la radicación en nuestro país de centros de I+D o de competencia de otras empresas con personal propio es un fenómeno limitado que no altera el juicio general indicado.

En España, con 83 000 investigadores (EDP) actualmente (4,5 por mil de población activa frente a 5,7 de la media de la Unión Europea), según OCDE y EUROSTAT, el esfuerzo a realizar debería ser aún mayor. Para avanzar en esa dirección, el

anterior Ministerio de Ciencia y Tecnología lanzó en 2001 el programa Ramón y Cajal. Su objetivo es incorporar, en cuatro años, a 3000 jóvenes investigadores de alto nivel (independientemente de su nacionalidad) en los organismos públicos de investigación españoles.<sup>22</sup> Hasta el momento se han realizado tres convocatorias anuales consecutivas con el resultado que se muestra en la tabla 3.

Los resultados del programa ponen de relieve, entre otras cosas, que existe un interés importante por parte de los investigadores españoles residentes en el extranjero (se estima que son unos 2000 sólo en Estados Unidos) por re/incorporarse al sistema español de investigación (21,4 % contratados de un total de 1978); y que el número de investigadores provenientes de otros países europeos es de 171 (8,6 % del total de contratados).

No obstante, no debe ignorarse que, al amparo de esa deseada movilidad de los investigadores, existe el riesgo de que, en países con alto nivel de educación superior, pero sin un desarrollo tecnológico equivalente, como España, se produzcan efectos negativos como, por ejemplo: la pérdida de capital humano de calidad (*brain drain*) o el empleo inadecuado a su formación (*brain waste*). Esto requiere una armonización de los sistemas actuales de acceso del personal investigador y del profesorado con los propios de los países más destacados en I+D.

La «fuga de cerebros» podrá limitarse si a escala nacional y de la ERA se adoptan las medidas establecidas en la Cumbre de Lisboa en 2000 y si el Fondo Europeo (ERC) favorece el retorno.

Los sistemas actuales de acceso del personal investigador y del profesorado universitario deben armonizarse urgentemente con los propios de los países más destacados en I+D. En Educación Superior y Doctorados (Doctorados Europeos), con las pautas del Espacio Europeo de Educación Superior y para el investigador, con la Carta Europea.

La mejor forma de combatir los efectos negativos de la movilidad es aumentando el pres-

TABLA 3. Programa Ramón y Cajal

<i>Características básicas de los doctores seleccionados para el Programa Ramón y Cajal, por un período anual</i>					
		2001	2002	2003*	Total
Número de candidatos seleccionados		774	498	706	1978
Número de candidatos extranjeros seleccionados		105	99	130	334
Número de españoles contratados que viven en el extranjero		108	114	202	424
Edad media de los candidatos contratados (años)		35,8	35,5	35,4	35,5
Distribución por sexo de candidatos contratados (%)	Hombre	63%	66%	63%	64%
	Mujer	37%	34%	37%	36%

Nota: \* datos provisionales

Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología

<i>Objetivos del Programa Ramón y Cajal (% del total de personas contratadas)</i>					
		2001	2002	2003	Total
Retornar a los investigadores españoles		14,0	22,9	28,6	21,4
Atraer a los investigadores extranjeros		13,6	19,9	18,4	16,9
Mejorar las condiciones de empleo y las perspectivas de carrera		72,4	57,2	53,0	61,7

Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología

<i>Distribución de contratos por áreas de investigación</i>		
	Nº	%
Ciencias (físicas, químicas, matemáticas, de la tierra y del espacio)	683	34,8
Ciencia y tecnología de los seres vivos (biología vegetal, agricultura, ganadería y tecnología de alimentos)	383	19,6
Biología animal y molecular	304	15,5
Medicina y fisiología	220	11,2
Ingenierías, tecnología de la información y computación	190	9,7
Ciencias sociales (economía y derecho)	67	3,4
Humanidades (pedagogía, filosofía, arte y ciencias de la educación)	113	5,8
<b>TOTAL</b>	<b>1960</b>	<b>100</b>

tigio social, mediante la sensibilización pública, y las condiciones de la carrera de investigador –reconociendo al profesional desde el posgrado–, adoptando las recomendaciones establecidas en la Carta Europea del Investigador y el Código de conducta para la contratación de investigadores.

Sería deseable, en todo caso, establecer medidas tendentes a crear una especie de «comunidad virtual» que sirva para mantener activo el patrimonio común de conocimiento y de referencia

científica de excelencia, así como para facilitar el establecimiento y el desarrollo de iniciativas eficaces de cooperación científica transnacional entre organizaciones, grupos e investigadores de excelencia del interior y del exterior del país para beneficio mutuo.

Por otra parte, la incorporación eficaz de investigadores dentro y del exterior al sistema español de I+D+i, requiere un marco legislativo, organizativo, de información y de gestión, eficiente y próximo.

### **Infraestructuras**

Las infraestructuras de investigación proporcionan un soporte cada vez más relevante al avance del conocimiento básico y aplicado, y al desarrollo tecnológico, la innovación y la competitividad socioeconómica.

En el ámbito de la Comunidad Europea, el término «infraestructuras de investigación» se refiere a las instalaciones que proveen servicios esenciales a la comunidad científica para la investigación en diferentes campos. Dichas instalaciones pueden ser bibliotecas, bases de datos, archivos biológicos, salas limpias, redes de comunicación, sincrotrones, etc., y estar emplazadas en un único lugar, distribuidas o virtuales.

Las infraestructuras, además de suministradoras de servicios esenciales para la comunidad investigadora, son:

- polos de innovación tecnológica, en áreas tales como la instrumentación o la adquisición rápida de datos, por ejemplo;
- polos de crecimiento regional, particularmente, para las regiones menos desarrolladas, incrementando los factores que marcan la competitividad (investigación e innovación, tecnología de la información y capital humano), y
- centros de formación y movilidad de investigadores en el período de formación posgraduado o posdoctoral.

Todo esto es especialmente relevante con vistas al próximo Programa Marco, dado que, en la comunicación de la Comisión sobre las perspectivas financieras de la Unión Europea para el período 2007-2013, se hace referencia a las infraestructuras de investigación como un elemento clave para el avance científico y el desarrollo tecnológico de Europa. En esta línea, desarrollar las infraestructuras de investigación de interés europeo aparece como uno de los seis objetivos principales en la comunicación de la Comisión sobre el futuro de la política de la Unión

Europea para la investigación<sup>23</sup> y el VII Programa Marco.

Las necesidades de infraestructuras de investigación en Europa a medio-largo plazo implica el establecimiento de un plan para los próximos diez a veinte años, en un proceso continuo que conlleva actualizaciones periódicas y revisiones.<sup>24</sup> Por ello, la Conferencia europea sobre infraestructuras de investigación ha constatado que existe un amplio consenso, tanto en círculos científicos como políticos, sobre la necesidad de tener un enfoque europeo respecto a las infraestructuras clave de investigación.<sup>25,26</sup>

El mapa nacional de infraestructuras que se está elaborando debe considerar las tareas del mapa europeo y la participación española en las infraestructuras internacionales, existentes y en proyecto, de los organismos científicos y tecnológicos internacionales, de los que es miembro. Los costes de estas participaciones son considerables (tablas 1 y 2), pero imprescindibles para situar España en el contexto científico internacional al que pertenece, y para producir importantes retornos industriales en forma de contratos y de *know-how*.

En ese sentido, España debe estar presente, desde el principio, en los nuevos proyectos de grandes instalaciones científicas europeas, estableciendo acciones de acompañamiento en el ámbito nacional a fin de optimizar el uso posterior de las instalaciones y contribuir también a su construcción mediante el suministro de instrumentos, equipos y componentes.

España dispone de algunas instalaciones científicas importantes y participa en un número creciente de grandes instalaciones internacionales (CERN, ESRF, EMBL, ILL, GBIF, etc.), cuyo uso por parte de los grupos y empresas españolas habría que mejorar cuantitativa y cualitativamente. Al mismo tiempo, se ha iniciado en pocos años un proceso de construcción de grandes instalaciones científicas entre las que se cuenta: el desarrollo de un telescopio segmentado de 10 m de diámetro en el Observatorio del Roque de los Muchachos en la Isla de La Palma; un sincrotrón de 3,5 GeV en Barcelo-

na; un nuevo buque oceanográfico de 70 m de eslora, y un supercomputador de 40 TFLOPS de capacidad de procesamiento en Barcelona. Todos ellos responden a una política novedosa en relación a la que ha sido común en nuestro país.

Además, ese proceso de incremento de la presencia española en la esfera internacional se manifiesta en una participación en el programa Galileo del 10,5 % –cuando la cuota de España en la ESA es del 5 %– o la apertura de negociaciones para la participación en la ESO, habiendo ya firmado la participación en el proyecto ALMA con un acuerdo con la ESO. Sin embargo, sería también conveniente, optimizar el uso de las grandes infraestructuras internacionales potenciando las áreas temáticas ligadas a las mismas.

Las infraestructuras científicas y tecnológicas son un factor fundamental del desarrollo científico, tecnológico y socioeconómico español. Éstas requieren fuertes inversiones económicas en su construcción, mejora y mantenimiento por lo que, además de los beneficios que proporciona su explotación científica y su construcción, debe asegurarse su uso por parte de las comunidades interesadas.

El diseño del mapa nacional que ha iniciado el Ministerio de Educación y Ciencia debe servir para impulsar, de forma coordinada con el mapa europeo de infraestructuras científicas y los planes en esa área de las comunidades autónomas, estas iniciativas para ofrecer a nuestros científicos y tecnólogos herramientas para el avance del conocimiento con una perspectiva temporal de 15 años.

Respecto a las grandes infraestructuras internacionales en las que España participa, es necesario optimizar el uso de las mismas. Para ello, entre otras medidas, se deberían potenciar las líneas de investigación y las actuaciones de formación en áreas temáticas conexas que propiciarán una utilización óptima de la instalación.

## Empresas

El papel de las empresas en el proceso de integración europeo es crucial. Son éstas, sin embargo, las que arrastran un mayor déficit y sobre las que se debería actuar con mayor intensidad. La estructura del gasto en I+D en España, de acuerdo con los datos proporcionados por EUROSTAT, indica que en el año 2003 España alcanzó el 1,11 % del PIB, pero el porcentaje del gasto debido a las empresas fue sólo del 48,9 % en el año 2002, muy alejado de los dos tercios preconizados en la Estrategia de Lisboa para el año 2010.

Estos datos reflejan una debilidad histórica del sector empresarial español en el desarrollo de actividades de I+D, debido a factores como los siguientes: un tejido industrial formado por gran número de pequeñas empresas en sectores productivos tradicionales con bajo contenido tecnológico, y por una estrategia basada en la compra de tecnología del exterior –cuando esto sea imprescindible– con ausencia de implicación alguna en su creación o desarrollo.<sup>27</sup>

Muchas empresas españolas, sobre todo las financieras y de servicios, desarrollan una política de globalización mediante redes de comercialización y suministro de componentes, la cual, sin embargo, no se aplica con similar intensidad a la participación en redes internacionales de generación, desarrollo e integración de nuevos conocimientos.

A esto se une la *falta de incentivos* claros a la participación de las grandes empresas con capacidad tecnológica en los programas europeos de I+D y a la deficiente estructura de conexiones estables en red con otras empresas y centros públicos europeos y nacionales. En el V Programa Marco de I+D de la Unión Europea, el 50 % de los retornos españoles han ido al sector empresarial, concentrado en un número relativamente reducido de empresas. El VI Programa Marco, actualmente en ejecución, presenta cifras similares.

A ello también ha contribuido la concentración de prioridades en un número reducido de temas tecnológicos alejados de los intereses de las em-

presas españolas y, en general, de un horizonte temporal de aplicación a más largo plazo. La existencia de programas escasamente dotados para las pymes –a modo de *ghetto* aplacador de conciencias– tampoco contribuye a resolver el problema. La falta de interés relativo en las prioridades existentes es, a su vez, consecuencia de una escasa implicación directa en los asuntos comunitarios –muy pocas empresas españolas tienen presencia directa en Bruselas como hacen los grandes grupos empresariales europeos– y, por tanto, con casi nula capacidad de influencia a lo largo del proceso de elaboración de los programas.

Cabría preguntarse cuál ha sido el impacto producido por la incorporación de grandes empresas multinacionales y cómo aumentar la incidencia en I+D de las instituciones financieras que tienen una mayor visibilidad atendiendo al volumen de negocio.

Es cierto que los grupos de investigación cooperan con empresas en el Programa Marco de I+D, pero en cerca del 50 % de los proyectos no hay empresas españolas y, en un porcentaje adicional difícil de estimar, la presencia de empresas no implica que la tecnología generada por el sistema público sea aprovechada por las empresas españolas. El factor de arrastre, en todo caso, es reducido.

Sin embargo, algo está cambiando. Algunas empresas españolas con vocación internacional y capacidad tecnológica cooperan con centros de investigación de todo el mundo, existiendo un proceso de mejora de las redes de acceso a tecnología que, de forma incipiente, se manifiesta

en la compra (o control) de empresas de base tecnológica.

Por otra parte, las iniciativas por parte del Gobierno de potenciar los parques científicos y tecnológicos como instrumento de competitividad y desarrollo empresarial, y no tanto como una actuación meramente urbanística, pueden contribuir a incrementar la actividad innovadora en las empresas.

El posicionamiento más adecuado de la empresa española en los grandes consorcios de I+D europeos, y su participación en la puesta en marcha de las plataformas tecnológicas del VII PM requiere, entre otras medidas:

- vincular los recursos nacionales a la participación en programas europeos;
- potenciar las actividades consorciadas entre empresas y grupos de investigación;
- crear centros de competencia europea en I+D con la suficiente masa crítica y capacidades tecnológicas;
- continuar dando apoyo a la presencia de pymes de base tecnológica españolas en los consorcios de todos los proyectos europeos, así como a su internacionalización, tanto en el despliegue de sus redes de acceso y comercialización de tecnología como en los acuerdos a los que puedan llegar con otros socios estratégicos tecnológicos.

## Comentarios sobre el VII Programa Marco

La Comisión Europea ha presentado el pasado 6 de abril de 2005 su propuesta de VII Programa Marco de I+D para el período 2007-2013. Aunque es aún prematuro conocer el resultado de la *codecisión* final del Consejo y el Parlamento Europeo, resulta conveniente comentar el previsible impacto que ésta puede tener para el sistema de ciencia y tecnología español. Por tanto, para contribuir a la formación de la opinión del Gobierno español y para prepararse colectivamente para afrontar la nueva iniciativa, se enuncian a continuación los aspectos clave de la propuesta de la Comisión. Son los siguientes:

- Es bueno para la ciencia y la tecnología española la propuesta de duplicar el presupuesto del Programa Marco, aunque éste cubra en esta ocasión un período temporal de 7 años, en lugar de los 4 tradicionales.

A mayor presupuesto comunitario, mayores posibilidades de conseguir retornos económicos; sobre todo si se incrementan al mismo tiempo los presupuestos propios y se reforma la estructura de la gestión en España.

- Se constata la importancia de la investigación básica de excelencia en todos los campos de la ciencia, a la que se dota de un significativo presupuesto (1500 M de euros), y de autonomía para la selección por pares, de propuestas de equipos individuales de investigadores, lo mismo que para la selección de recursos humanos y la movilidad de investigadores, bajo la coordinación del Consejo Europeo de Investigación.

El término *equipo investigador* no debe implicar, necesariamente, que sus componentes trabajen en el mismo país.

- Para resolver el problema de la gestión fuertemente burocratizada del actual Programa Marco, se apoya la externalización hacia el modelo de agencias ejecutivas (una o varias), aplicable al Consejo Europeo de Investigación, a los programas de recursos humanos y movilidad (acciones Marie Curie) y a las acciones dirigidas a las pequeñas y medianas empresas.

La deslocalización de la gestión de programas y/o modos de actuación no debe ignorar ni disminuir la responsabilidad de las decisiones de la Comisión Europea ante el control del Parlamento Europeo, como autoridad presupuestaria, ni ante los Estados miembros, ni ante la opinión de los expertos independientes a lo largo de las etapas de evaluación de propuestas, ejecución de la investigación, e impacto de los resultados de la investigación.

- Los instrumentos de participación propuestos no difieren en exceso de los actuales, dejando a los proponentes la elección del instrumento más adecuado a las características de la actividad a realizar.

No obstante, no menos del 50 % del presupuesto se destina a la financiación de actividades de investigación e innovación tecnológica en los mismos campos que sus predecesores, si bien se refuerzan las grandes redes científicas y las plataformas tecnológico-industriales. Esto implica que los pequeños grupos de investigación y las escasas empresas innovadoras españolas que pueden participar en este programa van a tener más dificultades para asumir un papel de liderazgo científico, técnico u organizativo, que en el Programa Marco actual. Para hacer frente a esa situación, será necesario que se arbitren las medidas oportunas de apoyo administrativo, jurídico y financiero.

## España en Europa

- Las *plataformas tecnológicas* se constituyen bajo el liderazgo de la industria, con objeto de definir sus agendas de investigación, a medio y largo plazo, incrementar la inversión industrial en I+D y orientar la actividad del sistema público de investigación aplicada hacia las prioridades empresariales. Pueden crearse estructuras legales concretas, como se pretende para Galileo e Hidrógeno, entre otras.

España debe estar presente en todas las plataformas tecnológicas con fuerza y capacidad de decisión. Debe ser capaz de liderar algunas (o algunas de sus áreas de trabajo) y debe, en la medida en la que se pueda disponer de la masa crítica suficiente, aprovechar el proceso de definición para lanzar plataformas tecnológicas a nivel nacio-

nal con la adecuada financiación y participación tanto del sistema público como del privado.

- Dada la necesidad de fortalecer el proceso de apertura progresiva de los programas nacionales, como contribución a la creación del denominado Espacio Europeo de Investigación, la Comisión ha propuesto nuevas iniciativas de interés para España: ERA-NET PLUS (con la financiación de convocatorias conjuntas), concesión de créditos de alto riesgo por el Banco Europeo de Inversiones, o un nuevo replanteamiento de la relación entre el Programa Marco y los fondos estructurales que permita iniciar actuaciones con fuerte presencia regional (*regiones del conocimiento* como se denomina la actuación en la propuesta).

## La gestión de programas y proyectos

El desarrollo eficiente de una política de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en el ámbito de la cooperación internacional (también en el nacional) requiere poner a disposición del sistema un marco legislativo, organizativo y normativo, que permita realizar una gestión especializada, dinámica, flexible e independiente. Esto es particularmente relevante en un sistema de I+D+i como el español, en el que, además de tres niveles de gobernanza de la investigación (internacional, nacional y regional) en la estructura de gobierno, coexisten competencias ministeriales independientes, y fuertemente arraigadas en los servicios, cuya coordinación es imprescindible para asegurar una asignación eficiente de recursos.

Parece que el Gobierno aprobará, próximamente, una ley de Agencias Estatales<sup>28</sup> para hacer frente a éstas y a otras situaciones similares, como entidades administrativas especializadas, dotadas de autonomía organizativa para la gestión descentralizada de una función pública independiente respecto de las empresas e intereses privados.

Esta iniciativa organizativa, en principio necesaria, debe apoyarse en un decidido compromiso político y estar dotada de una forma de personificación jurídico-pública bien definida, sobre todo si se quiere erigir una entidad que aglutine la acción pública de fomento científico como pudiera ser, por ejemplo, la gestión de todo, o una parte significativa, del Plan Nacional de I+D+i, fundamentalmente, en la actividad relacionada con el sistema público.

Dado el reparto de competencias y presupuestos entre los ministerios ejecutores del Plan Na-

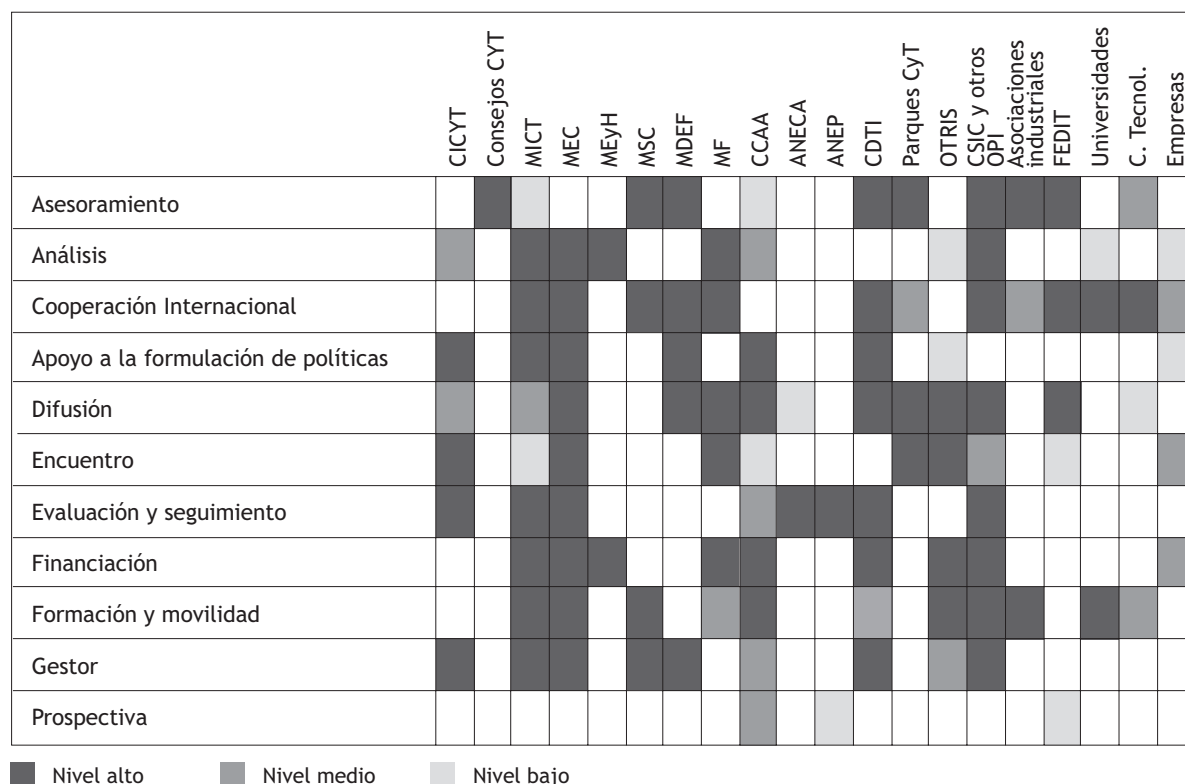
cional de I+D+i, cabe preguntarse, si en este escenario de deslocalización de la gestión de la investigación se contempla una o varias agencias, una por ministerio ejecutor.

En un ámbito más próximo a la realización de la investigación, es imprescindible y urgente reforzar la capacidad operativa de las universidades y los Organismos Públicos de Investigación (OPI) para la gestión de proyectos de los programas internacionales de I+D –en particular los de la Unión Europea– con el fin de evitar un retraimiento en la participación de grupos españoles en los mismos, resistentes a asumir labores de liderazgo dada la carga administrativa y de gestión que actualmente implica. Si la Unión Europea desea realmente fomentar la investigación científica y liderar una «economía fuerte en el conocimiento», deberá flexibilizar la rígida e intrínseca burocracia que la caracteriza.

En la figura 1 se relacionan las principales instancias e instituciones que componen el sistema español de I+D y el grado de intensidad de sus funciones.

Es necesario, de un lado, conseguir una mejora del sistema español de ciencia y tecnología en el campo de la gestión eficaz, ágil y flexible de sus planes y programas. De otro, dotar a la Unión Europea de los mecanismos y procedimientos que eviten el actual laberinto administrativo.

Para la evaluación de propuestas, programas e impactos científicos y económicos, resulta oportuno y conveniente la creación de una agencia nacional de evaluación, financiación y explotación de los planes plurianuales de investigación y de desarrollo tecnológico.



■ Nivel alto    ■ Nivel medio    ■ Nivel bajo

Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).  
 Consejos General y Asesor para la Ciencia y la Tecnología.  
 Ministerio Industria, Comercio y Turismo (MICT).  
 Ministerio de Educación y Ciencia (MEC).  
 Ministerios de Economía y Hacienda (MEyH).  
 Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC).  
 Ministerio de Defensa (MDEF).  
 Ministerio de Fomento (MF).  
 Sistemas Regionales de I+D+i (CCAA).

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad Académica (ANECA).  
 Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP).  
 Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).  
 Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE).  
 OTRIS.  
 CSIC y otros Organismos Públicos de Investigación (OPI).  
 Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).  
 Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (FEDIT).  
 Universidad.

FIGURA 1. Principales instancias e instituciones del Sistema Nacional de I+D y funciones

## Conclusiones y propuestas de actuación

Como resultado de las consideraciones y datos anteriormente expuestos, resulta oportuno proponer aquí una serie de medidas que puedan contribuir a mejorar la posición y eficacia de España en Europa.

- Como España ya no es uno de los Estados miembros con menores salarios, el nivel de competitividad requerido para enfrentarse adecuadamente a los retos que le plantea el mercado internacional debería apoyarse, muy principalmente, en su *capacidad de creación, adaptación y aplicación de los nuevos conocimientos*; y por ende, en una buena educación, una investigación científica de excelencia, un desarrollo tecnológico innovador, un tejido industrial emprendedor, y un capital de inversión más que de renta.
- La implementación del proceso de Bolonia en las universidades va a tener una importancia fundamental para la integración europea. España debería aprovechar la oportunidad para que las universidades readapten sus estructuras para contribuir adecuadamente a un mayor desarrollo de la I+D.
- España debe poner los medios para convertirse en un actor esencial en el desarrollo del proceso de integración en materia de I+D. En este sentido, se debe, por un lado, desarrollar una estrategia europea activa de I+D. Por otro lado, es necesario situar las políticas de I+D nacionales y autonómicas en ese contexto europeo, de modo que se refuercen, coordinen e integren.
- Teniendo en cuenta que el principal escenario europeo de *investigación transnacional* es el que define el VII Programa Marco, es necesario que los responsables de la política científica y tecnológica,

las agencias de financiación y los organismos de investigación del país, adopten, cuanto antes, las medidas oportunas con objeto, por una parte, de *participar en el proceso formal de la toma de decisiones de las instituciones europeas*, activa y eficazmente, desde el conocimiento experto y, por otra, de *apoyar organizativa, técnica y financieramente, a los grupos de investigación y a las empresas innovadoras* que podrían participar en las futuras iniciativas comunitarias de I+D y demostración.

- El desarrollo eficiente de una política de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación industrial en el ámbito de la cooperación internacional requiere un *marco legislativo, organizativo y normativo, que permita realizar una gestión especializada, dinámica, flexible e independiente* y asegure una coordinación de actuaciones.

### Propuestas de actuación

- La convergencia en I+D+i con Europa y el acercamiento al objetivo de Barcelona del 3 % del PIB requiere un aumento, en España, de la inversión real en investigación científica y desarrollo tecnológico civil en los próximos 4 años, en el 25 % de media anual (capítulos 1-7). La propuesta de duplicar el presupuesto del Programa Marco es una excelente ocasión para la ciencia y la tecnología española. Para su aprovechamiento eficiente es preciso incrementar al mismo tiempo los presupuestos propios y reformar la estructura de la gestión en España.
- La mejor forma de contar con los suficientes recursos humanos en cantidad y calidad, y combatir los efectos negativos de la movilidad, es aumen-

## España en Europa

tar, no sólo la financiación, sino, también, el prestigio social de los investigadores, mediante la sensibilización pública, y las condiciones de la carrera investigadora. España debería adherirse a la *Carta Europea del Investigador* y al *Código de conducta* para la contratación de investigadores que recoge una serie de recomendaciones, entre las que figuran las siguientes:

- Reconocer la profesión del investigador desde el posgrado.
  - Establecimiento de un marco claro de trayectoria profesional y personal de los investigadores científicos y tecnólogos.
  - Favorecer la movilidad del personal investigador entre las empresas, las universidades y los organismos de investigación.
  - Formación permanente de los investigadores.
  - Fórmulas estables (funcionariales o no) y transparentes de integración en el sistema de investigadores formados, según su mérito y capacidad.
  - Desarrollar programas de formación sobre técnicas de apoyo a la investigación.
- Adoptar medidas, en la línea de una iniciativa de la Comisión, tendentes a crear una *comunidad virtual* en la que, al mismo tiempo que se mantiene activo el patrimonio de conocimiento y referencia científica de los investigadores españoles de excelencia –en el interior y en el exterior–, se facilita el desarrollo de iniciativas de cooperación científica transnacional entre sus grupos y organizaciones, para beneficio mutuo.
  - Optimización del uso de las grandes infraestructuras de investigación en las que España participa, potenciando las áreas temáticas ligadas a las mismas.
  - Incrementar la competitividad empresarial es fundamental para reforzar el papel que corresponde a España en la Europa emergente y aumentar el bienestar social de los ciudadanos. Esto requiere, entre otros, los siguientes elementos complementarios de la investigación transnacional en colaboración:

- Diseño de un sistema de incentivos para aumentar la participación en los programas europeos por parte de las grandes empresas, con capacidad tecnológica y con conexiones con las pequeñas y medianas empresas.
  - Promover la creación de parques científicos y tecnológicos y la participación en *eurorregiones* científicas (agrupamientos geográficos).
  - Política de infraestructuras de investigación coherente con las diferentes economías de escala: la internacional, la común europea y la de los Estados miembros.
  - Programas europeos y nacionales en apoyo de las pequeñas y medianas empresas innovadoras que sean eficaces y complementarios.
  - Sinergias con otras iniciativas europeas como EUREKA, COST, Fundación Europea de la Ciencia (ESF), y de otras federaciones y asociaciones científicas (EIROFORUM, FEBS, EACS, etc).
- El establecimiento por la Unión Europea de un fondo para el fomento de la investigación básica en todas las disciplinas, dotado con 2000 millones de euros anuales, constituye una oportunidad, tanto para reducir el éxodo de talentos como para aumentar la competitividad propia de una economía basada en el conocimiento, que España debe aprovechar al máximo.
  - Los instrumentos de participación propuestos en el VII Programa Marco no difieren en exceso de los actuales, si bien se refuerzan las grandes redes científicas y las plataformas tecnológico-industriales. Para ayudar a los pequeños grupos de investigación y las escasas empresas innovadoras españolas que participen en este programa y asuman un papel de liderazgo científico, técnico u organizativo mayor que en el programa actual, sería necesario que se arbitraran las medidas oportunas de apoyo administrativo, jurídico y financiero.
  - Las *plataformas tecnológicas* se constituyen bajo el liderazgo de la industria, su objetivo es definir sus agendas de investigación, a medio y largo plazo, incrementar la inversión industrial en I+D y orientar la actividad del sistema público de inves-

tigación aplicada hacia las prioridades empresariales. España debe estar presente en todas las plataformas tecnológicas con fuerza y capacidad de decisión. Debe ser capaz de liderar algunas (o algunas de sus áreas de trabajo) y aprovechar el proceso de definición para lanzar plataformas tecnológicas a escala nacional con la adecuada financiación y participación tanto del sistema público como del privado.

- El fortalecimiento de la presencia regional (regiones del conocimiento como se denomina la actuación en la propuesta del VII Programa Marco) requiere proveerse de instrumentos de gestión que permita iniciar este tipo de actuaciones.
- Es necesario establecer un *sistema de evaluación y seguimiento científico* de la presencia de universidades, grupos de investigación y empresas en los programas y actuaciones de I+D en Europa, que posibilite la medición de los resultados obtenidos y su impacto en el sistema español.
- Impulsar la creación de entidad/es de referencia y/o de asesoramiento científico y tecnológico que permitan una presencia más activa y eficaz de España en el ámbito internacional, en particular, en Europa.
- La *coordinación* en la presidencia del Gobierno entre los diferentes ministerios, comunidades autónomas y organismos de financiación de la investigación es imprescindible para conseguir una mayor integración de los esfuerzos que se realizan en I+D con el objeto de reforzar la presencia de grupos de investigación y empresas en Europa y la obtención de resultados. Esta coordinación es todavía más importante esencial en el caso de la innovación tecnológica por la utilización de fondos estructura-

les de la Unión Europea y por las competencias asumidas por las comunidades autónomas en estos ámbitos.

- El fomento de la participación de los grupos españoles en los programas internacionales –especialmente en el Programa Marco de la Unión Europea– requiere una acción de apoyo dirigida, por un lado a la capacitación de los investigadores en los aspectos relacionados con la gestión de los proyectos y, por otro lado, la puesta a disposición de las universidades y organismos de investigación de unas Unidades de Gestión que les aporten los servicios requeridos. Otras acciones complementarias serían:
  - Estimular la preparación de propuestas mediante ayudas directas a los grupos o a las Unidades de Gestión, en el caso de que existan.
  - Apoyar la ejecución de los proyectos a través de ayudas complementarias para proyectos aprobados que cubran los gastos relacionados con la protección y explotación de los resultados, estudios sobre el estado de la técnica a través de la OEPM; costes de registro de patentes en España, en el caso de que no se hayan cubierto por el proyecto del Programa Marco; acciones que favorezcan la generación de prototipos industriales con la colaboración de una empresa española; elaboración de planes de negocio para la creación de empresas de base tecnológica, etc.
  - Impulsar en la Unión Europea la aprobación de mecanismos y procedimientos que eviten los sistemas actuales, excesivamente burocratizados, en la administración y gestión de los recursos destinados al fomento de la investigación en todas las disciplinas.

## Notas

- <sup>1</sup> Parte III, Título III, Capítulo III, Sección 9ª sobre *Investigación y desarrollo y espacio*, del Tratado por el que se establece una constitución para Europa.
- <sup>2</sup> Consejos Europeos de Lisboa de 2000 y Barcelona de 2002.
- <sup>3</sup> VII Programa Marco para actividades de investigación, desarrollo tecnológico y demostración. COM (2005) 119 de 6 de abril de 2005.
- <sup>4</sup> La Comisión Europea propone un presupuesto anual de 10 000 M euros para financiar el VII Programa Marco (2007-2013).
- <sup>5</sup> Plan de Acción Ciencia y Sociedad. Com (2001)714.4, Dec. 2001.
- <sup>6</sup> Tratado de la Unión. Art. I-47 (participación democrática).
- <sup>7</sup> En el Consejo Europeo de Lisboa de 23 y 24 de marzo de 2000 los Jefes de Estado y de Gobierno fijaron como nuevo objetivo para la UE para el año 2010: «Convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social».
- <sup>8</sup> Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología: Indicadores bibliométricos de la actividad científica española (1998-2002). Madrid, 2004.
- <sup>9</sup> CDTI: «Resultados y evolución de la participación española en el Programa Marco». 27.01.2005, y 05.11.2003.
- <sup>10</sup> «Growth and jobs: a new Start for the Lisbon strategy». Discurso del Presidente Durao Barroso al Parlamento Europeo. Estrasburgo 09.03.2005.
- <sup>11</sup> Perspectivas financieras 2007-2013: 1.025000M de euros de los que el 1 % del PIB (10 000 M euros) europeo se destinan a I+D (Com (2004) 101 final).
- <sup>12</sup> Building the ERA of knowledge for growth. COM (2005).
- <sup>13</sup> «El Espacio Europeo Común de Conocimiento en la Unión Europea». Un enfoque al problema desde España. Emilio Muñoz et Al. Academia Europea de Ciencias y Artes. España 2005.
- <sup>14</sup> Propuesta del Grupo Consultivo de Alto Nivel sobre la creación del Consejo Europeo de Investigación (ERC) Diciembre 2003/Enero 2004.
- <sup>15</sup> Comunicaciones de la Comisión Europea sobre la Investigación Básica. Enero y Mayo de 2004.
- <sup>16</sup> El gasto en investigación básica respecto al PIB sitúa a España en uno de los últimos lugares de los países miembros de la OCDE –sólo por delante de México y Eslovaquia–, manteniéndose en un 0,15 % del PIB, en los últimos años, mientras que la media de la OCDE alcanza el 0,34 %, en el año 2001.
- <sup>17</sup> COM (2003)436. Bruselas, julio 2003. «*Los investigadores en el Espacio Europeo de Investigación: una profesión con múltiples carreras*».
- <sup>18</sup> El presupuesto de la actividad *Recursos Humanos* del VI Programa Marco (2002-2006) es de 1580 millones de euros. Es decir, casi el 10 % del presupuesto de las actividades no nucleares (16 270 M euros).
- <sup>19</sup> Recomendación [2005/251/CE] de la Comisión, de 11 de marzo de 2005, relativa a la Carta Europea del Investigador y al Código de conducta para la contratación de investigadores. DOUE L 75/67 22.3.2005.
- <sup>20</sup> «Europe needs more scientists». Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe. Abril 2004.
- <sup>21</sup> Conclusions and Recommendations from the Bologna Seminar on «Doctoral Programmes for the European Knowledge Society», Salzburg, 3-5 February 2005.
- <sup>22</sup> L. Cruz-Castro y L. Sanz Menéndez: «*Human resources. Bringing science and technology human resources back in: the spanish Ramón y Cajal Programme*», Science and Public Policy. February 2005.
- <sup>23</sup> Ciencia y Tecnología, la clave para el futuro de Europa (Com (2004) 353 de 16.6.04).
- <sup>24</sup> Documento de trabajo de los servicios de la Comisión de 29.10.04.
- <sup>25</sup> Las presentaciones de la conferencia se pueden encontrar en: <http://www.cordis.lu/improving/infrastructure/events.htm>.
- <sup>26</sup> El European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) va a crear tres grupos en: Ciencias Físicas e Ingeniería, Ciencias Biológicas y Médicas, Ciencias Sociales, Humanidades, y un cuarto grupo, en las e-infraestructuras, ya existentes desde finales de 2002 (eIRG, un grupo de representantes del Ministerio para tratar los temas de GEANT y Grid).
- <sup>27</sup> Según Eurostat, el gasto en I+D en España debido a las empresas -del total de 1,11 % del PIB- fue sólo del 48,9 % en el año 2002, cifra bastante alejada de los dos tercios para el año 2010 preconizados como objetivo en el Consejo Europeo de Barcelona.
- <sup>28</sup> ORDEN del Ministerio de Administraciones Públicas/3017/2004, de 16 de septiembre, por la que se constituye la comisión para el estudio y preparación del anteproyecto de Ley de Agencias Públicas.



---

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA (COSCE)

# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## Ciencia y sociedad

Resumen

Ciencia y público en el cambio de siglo

Ciencia para la sociedad: la responsabilidad social del científico

Ciencia y sociedad: el papel de los medios de comunicación

La ciencia en la TV, la actividad editorial e internet

Museos de ciencia y su papel en las relaciones ciencia-sociedad

Un aspecto central de las relaciones ciencia-sociedad: mujer y ciencia



## Resumen

En la ponencia *Ciencia y sociedad* de la Acción CRECE se ha planteado el análisis de algunos de los problemas centrales que surgen en la interacción del avance científico con las estructuras sociales y, particularmente, de la recepción de dicho avance por los individuos y grupos sociales (el «público») en España. Asimismo, este trabajo ha incluido el estudio de las influencias que esa recepción de la ciencia por la sociedad o el público tiene sobre la propia ciencia. En el presente resumen se destaca un conjunto representativo de las observaciones, conclusiones y recomendaciones que contiene el documento citado.

La mayoría de las áreas de la ciencia y de su aplicación a la satisfacción de necesidades sociales no presentan hoy un perfil problemático para el grueso del público, y muchas de ellas son vistas como claramente beneficiosas. Sin embargo, en el cuadro general de las percepciones de la ciencia y la tecnología por la sociedad española de este último período temporal destaca un aspecto diferencial respecto a otras sociedades europeas, de la mayor importancia a la hora de conceptualizar los programas de acercamiento entre ciencia y sociedad y de diálogo entre comunidad científica y público:

- a) En lo que se refiere a la sociedad española, tanto los estudios de la Comisión Europea como otros llevados a cabo por instituciones privadas, coinciden en caracterizarla como una de las sociedades más optimistas y con menos reservas ante la ciencia.
- b) Ese perfil optimista y apromblemático de nuestra sociedad se da, en paralelo, con un bajo nivel de conocimientos científicos de la población (conocimiento de conceptos centrales y de los modos de operar de la ciencia), a distancia significativa de la mayoría de sociedades europeas avanzadas. Dicho de otro modo, la actitud de

apertura ante la ciencia es más bien pasiva, sin correspondencia con el esfuerzo personal por interesarse e informarse acerca de la misma, y no ha ido acompañada de una visión de la ciencia como componente inexcusable de la cultura de la sociedad.

En este sentido, las propuestas son:

- En España, más que en otras sociedades europeas, es preciso desplegar iniciativas duraderas y efectivas para incrementar los conocimientos y el interés general de la sociedad sobre los fundamentos científicos de nuestra cultura y la contribución de la ciencia a su desarrollo, propiciando, además, la aparición de vocaciones científicas entre los jóvenes.
- El esfuerzo de agentes públicos y privados por comunicar la ciencia al público debe incrementarse de manera significativa. Además, los resultados de esos esfuerzos deben someterse a escrutinio o evaluación, de manera inexcusable en aquellos casos que procedan de la aplicación de políticas públicas.

El número de investigadores involucrados en el programa de acercamiento de la ciencia al público es prácticamente insignificante, y esta actividad no forma parte de las preocupaciones habituales del investigador, que la considera ajena a su papel, cuando no contraria al mismo. Por todo ello, se propone que:

- La comunidad científica y las instituciones científicas y/o con competencia en materia de política científica adopten un claro y explícito compromiso de valoración y estímulo del trabajo de divulgación de los investigadores.

Es, obviamente, dentro de los sistemas de enseñanza reglada donde los esfuerzos formativos alcanzan mayor rendimiento. En el nivel universitario reviste la mayor importancia dedicar especial atención a generar y mantener entre los estudiantes el interés por la investigación.

- Las instituciones académicas de enseñanza superior deberían encontrar nuevas formas de apoyo y reconocimiento a aquellos de sus miembros que destaquen por un empeño especial en actividades de estímulo científico y renovación curricular, promoviendo la desaparición de formas de enseñanza rutinarias y desincentivadoras del interés por la investigación. Debe fomentarse el conocimiento por los estudiantes de la actividad investigadora de su profesorado.
- En los niveles de enseñanza primaria y secundaria cualquier iniciativa de su profesorado dirigida a aumentar el interés por la ciencia y sus aplicaciones debiera ser objeto de atención especial y apoyo, por parte de las universidades, el CSIC y las organizaciones científicas. Este apoyo puede ser particularmente importante para llamar la atención de las correspondientes administraciones educativas sobre la importancia de las enseñanzas científicas en estos niveles fundamentales, hoy con serias deficiencias, y, además, sobre la falta de estímulo, incentivos y medios que, en general, tiene el profesorado.

La clase política española comparte con el resto de nuestra sociedad el alejamiento del conocimiento científico. Así, es sintomático que, a diferencia de la mayoría de los países de nuestro entorno, no existen en España cauces formalizados y transparentes de asesoramiento científico y tecnológico al Gobierno o a nuestros representantes, tales como Oficinas de Asesoramiento Científico de la Presidencia, comisiones científicas permanentes del Parlamento y Senado, consejeros científicos en embajadas y organismos internacionales.

- Es de la mayor importancia que se institucionalicen los canales de gestión y aplicación del conocimiento científico en la gestión diaria del interés público, y no sólo en situaciones de crisis.

El interés con el que la sociedad española percibe la ciencia, y su grado de adquisición de la cultura científica, no pueden ser cuestiones indiferentes para la comunidad científica. Por tanto,

- Los investigadores españoles tienen la responsabilidad de conocer aquellas preocupaciones y actitudes de su entorno social relevantes para el desarrollo de su actividad. Asimismo, la comunidad científica debe aprovechar todas las oportunidades para transmitir a la sociedad en qué forma incorpora a su trabajo y a sus decisiones esas preocupaciones, preferencias y demandas del público.
- La comunidad científica, cuando utiliza recursos públicos, debe tener claro que la recepción de dichos recursos lleva indisolublemente incorporados principios de correspondencia, entre otros, el de responder de su uso eficiente en términos comprensibles para la sociedad que los provee.

La situación de la información científica en los medios de comunicación en España es paralela a la posición del país en cuanto al esfuerzo y el nivel científico, ocupando posiciones intermedias entre los países menos avanzados y los de mayor desarrollo. El pequeño tamaño del sistema español de ciencia y tecnología, la falta de científicos de referencia y de portavoces autorizados, la poca influencia social y política de los científicos y la escasa tradición científica del país, juegan en contra de una valoración social de la ciencia, a pesar del nivel alcanzado en las dos últimas décadas. Por tanto,

- Todos los actores del sistema de ciencia y tecnología deben ser conscientes de la importancia de una buena comunicación de sus ac-

tividades a la sociedad a través de múltiples canales, pero con un énfasis especial en los medios. Los responsables de las instituciones públicas deberían adoptar las medidas oportunas para alcanzar este propósito.

Esta comunicación exige tender puentes o mejorar la conexión entre comunidad científica y medios de comunicación, requiriéndose que ambos componentes hagan su parte. Conviene recordar que seguirá siendo la ciencia la que tenga que «ganarse» su presencia en los medios de comunicación, generando noticias de interés, con apertura y transparencia a los medios, y que incluya la oferta de información de calidad y máxima actualidad.

- Sería conveniente la intervención de personal especializado o comunicadores científicos, idealmente periodistas con formación científica o científicos con formación periodística, dedicados prioritariamente a la comunicación. El sistema público debería estimular la formación de dichos profesionales.

La consulta de los datos más fiables sobre la presencia de la ciencia en televisión documenta su débil impacto relativo en la programación de TV en España (0,001 % – 0,01 % en TVE). Así, se propone que:

- Las cadenas públicas de televisión dediquen más atención y espacios de mucha mayor audiencia a programas de divulgación científica, a pesar de que pudieran no tener un éxito inmediato. La inclusión de contenidos científicos en los programas infantiles es una clara inversión de futuro. Debería, también, articularse el encuentro entre guionistas, editores de noticieros y científicos para propiciar el intercambio de sus respectivas visiones de la ciencia y la sociedad.

La ciencia, desde los inicios de internet ha buscado y encontrado acomodo en los recursos de la red

digital, consiguiendo con ello mejorar las expectativas de acercamiento a la sociedad. Las organizaciones y asociaciones científicas, hospitales, universidades, empresas que desarrollan investigación, administraciones públicas, museos, etc., están creando un gigantesco espacio de aprendizaje y comunicación de la ciencia. Sin embargo, en nuestro país los escasos portales digitales de información o divulgación científica son, frecuentemente, de bajo nivel e influencia marginal. Contemplados los efectos a escala global, es claro que internet ha hecho que, tanto en éste como en otros dominios, se pase de una situación de escasez crónica de información y conocimiento a otra en la que el problema es la gestión individual de su sobreabundancia. Junto a ello se debilitan los mecanismos tradicionales de «filtrado» o de identificación del conocimiento verificado frente al espurio.

- Las instituciones y organizaciones científicas deberían explotar más inteligente y profesionalmente las revolucionarias posibilidades de los nuevos recursos de la red, para proyectar a la sociedad la actividad investigadora que desarrollan. Es perentorio formar a los ciudadanos en criterios para seleccionar y distinguir el valor cognoscitivo de la información disponible en internet, para que puedan acceder y beneficiarse del conocimiento verificado que existe hoy en la gigantesca biblioteca digital que es internet.

El acceso intelectual a la ciencia y otros contenidos queda seriamente limitado por la pérdida del hábito de la lectura y de comprensión lectora, especialmente en los escolares. La recuperación y el reforzamiento de ambas capacidades debe ser compatible con la emergencia de nuevos medios y formatos. Por otra parte, en España es muy reducida la producción propia del libro científico y divulgativo y tienen un peso modesto las grandes revistas de ciencia (en todas sus acepciones, de divulgación y reflexión), mejor representadas e implantadas en otros países europeos.

- En el caso específico del libro de ciencia, su presencia en las bibliotecas públicas es anecdótica y, por lo general, está desfasada, lo que hace necesario planes sostenidos para incrementar su disponibilidad en las mismas. Por otra parte, deberían recuperarse los convenios de coedición de obras de divulgación científica de claro interés social y poner en marcha un plan meditado de ayudas a revistas de divulgación y cultura científica.

En la actualidad existe en nuestro país un notable conjunto de centros dedicados a la divulgación científica, que integra museos y centros interactivos de ciencia, además de museos especializados, planetarios, acuarios, jardines botánicos y zoológicos. Todos estos centros constituyen un factor clave para la mejora del conocimiento científico y de la percepción pública de la ciencia. Además, promueven la educación en las actitudes y habilidades características de la investigación científica entre todos los ciudadanos; ayudan a comprender conceptos científicos vinculados a la actualidad y sugieren claves para integrarlos en la cultura.

- Es importante que la sociedad y los poderes públicos reconozcan el creciente impacto y la diversidad de funciones de los museos de la ciencia, incluidos planetarios, acuarios, jardines botánicos y zoológicos, en la difusión del conocimiento científico. Sería conveniente aumentar de manera significativa los recursos humanos, financieros y de espacio requeridos para potenciar la función educativa de los Museos Nacionales de Ciencias Naturales y de Ciencia y Tec-

nología. Debería evaluarse sistemáticamente la contribución de todo este conjunto de instituciones a la difusión del conocimiento científico.

La presencia de las mujeres en el sistema de educación e investigación en España en las últimas dos décadas ha aumentado considerablemente; pero esto no se ha traducido, hasta el presente, en una presencia significativa en los escalones superiores de la carrera docente-investigadora.

- Para hacer frente a un problema de esta complejidad es urgente obtener información fiable y sistemática, sobre la que basar análisis estadísticos precisos de todas las variables implicadas en la situación de desigualdad de la mujer en el sistema español de ciencia y educación superior.

No es necesario esperar a esos análisis para comenzar a aplicar una serie de medidas que contribuyan a detener la pérdida de mujeres en el sistema español de I+D, o su masiva desmotivación causada por las barreras adicionales que encuentran en la carrera competitiva por la excelencia investigadora. Entre estas medidas destacan:

- Crear o reforzar los mecanismos de conciliación entre la vida profesional, privada y familiar con horarios flexibles, servicios sociales públicos para el cuidado de las personas dependientes e incentivos fiscales que favorezcan estos mecanismos, y otras iniciativas similares que faciliten la movilidad de las investigadoras, el retorno a la carrera científica o la dedicación, a tiempo parcial, tras períodos de baja maternal.



## Ciencia y público en el cambio de siglo

La sociedad global y compleja de la modernidad tardía tiene uno de sus motores más potentes en el avance continuado del conocimiento científico y tecnológico, que ha pasado a convertirse en lo que, con expresiva metáfora, se ha calificado como «sistema de soporte vital» (*life-support system*). No es exagerado afirmar que la frontera de posibilidades colectivas de una determinada sociedad y, desde otra perspectiva, la del conjunto del planeta, es hoy función de la capacidad de seguir ampliando la imagen científica del mundo y de entender mejor y diseñar de manera más eficiente el ámbito de «lo artificial», objetivo este último de la tecnología y la ingeniería.

La preeminencia observable hoy de la ciencia y la tecnología no se ha abierto paso sin tensiones con otras construcciones conceptuales e instituciones, de tal manera que, en las últimas tres décadas, han emergido indicadores de «malestar cultural» y resistencia ante el cambio científico. Unido a esos fenómenos, han surgido grupos y asociaciones abogando por un mayor control u orientación externa de la ciencia y por una redefinición de las reglas del «contrato implícito» entre comunidad científica y sociedad (Guston y Keniston, 1994). En los últimos años, ha cristalizado la percepción, tanto entre los reguladores y responsables públicos cuanto en la comunidad científica, de que nos encontramos ante una crisis *generalizada* de confianza en la ciencia y sus instituciones más características. Las recomendaciones y planes de acción han tomado como suelo ese diagnóstico de las relaciones ciencia–sociedad. En realidad ni diagnóstico ni tratamiento son enteramente nuevos, sino que de manera cíclica vienen repitiéndose al menos desde finales de los años sesenta del pasado siglo. Un

breve apunte de la trayectoria de las relaciones ciencia–sociedad desde el ángulo adoptado aquí puede resultar de interés para percibir los elementos nuevos de esa interacción respecto a periodos anteriores.

En paralelo con el creciente acoplamiento de la ciencia con un gran número de instituciones y prácticas sociales en el marco del proceso más general de modernización, se produjo una formalización de la ciencia como actividad privativa de un grupo profesional, dando origen así a una demarcación nítida entre comunidad científica–público, claramente perceptible desde finales del siglo XIX. Con la demarcación *comunidad científica–público* se planteó la cuestión de lo que podríamos llamar el *contrato implícito*, regulador de las interacciones entre ambos. En virtud de ese acuerdo tácito, vigente hasta finales de la Segunda Guerra Mundial, la comunidad científica obtuvo autonomía (en la selección de objetivos y el desarrollo de la investigación) y un volumen creciente de recursos financieros y humanos, a cambio de su contribución a la producción de un torrente de bienes materiales y servicios (entre los que destacan los del ámbito de la salud) y a la transformación de la educación y equipamiento cultural del ciudadano medio. La sociedad, a través de los decisores públicos, aceptó sin mayor discusión el supuesto según el cual el apoyo material y la no-interferencia con el modo de proceder de la comunidad científica, por esotérico y antinatural que éste pudiera parecer, acabaría dando de sí, antes o después, un nivel de vida más elevado y un espacio de elección más amplio para la mayoría de la sociedad. Todo el período central de la modernidad ha estado recorrido por una confianza sin fisuras en la existencia de ese

vínculo entre teoría científica y progreso material (y menos explícitamente, cognitivo o educativo). Los efectos indeseados del avance científico fueron, por lo general, percibidos como episodios transitorios y solucionables gracias a más ciencia y tecnología (Pardo, 2001).

En aquellas áreas del globo en las que arraigó el complejo *ciencia-industria*, la fuente de legitimación de la ciencia residió más en sus efectos prácticos o aplicaciones (el incremento sostenido y la generalización de los niveles de bienestar) que en su dimensión estrictamente cognitiva (la superior capacidad de construir representaciones del mundo natural y social, en permanente revisión y de potencia creciente, inigualada por las restantes formas de la cultura superior). Esa función utilitaria de la ciencia se plasmó de forma más expresiva en la medicina moderna (Handlin, 1972: 260).

Esta situación cambia profundamente tras la demostración del devastador poder del armamento nuclear en la Segunda Guerra Mundial, y en los años sesenta con los impactos medioambientales de la asociación ciencia-industria. La visibilidad de las consecuencias no-queridas de la aplicación del conocimiento científico experimentaría un cambio de magnitud tal que ni el optimismo ilustrado de la comunidad científica, ni la creencia en el progreso de base científica, característica de las sociedades modernas, pudieron obviar en lo sucesivo.

La dramática constatación de la naturaleza dual del conocimiento científico, «creando nuevos parámetros de riesgo y peligro, al tiempo que ofreciendo posibilidades benéficas para la humanidad» (Giddens, 1991), se tradujo en una erosión de la confianza del público en la asociación entre avance científico y progreso social (Marx, 1988). Desde la cultura de los movimientos críticos y alternativos surgidos a finales de los años sesenta se atribuyó un amplio espectro de efectos indeseados a la ciencia y la tecnología: el ser agente causal de procesos de alienación y deshumanización, reemplazar imágenes del mundo intuitivas o apoyadas en el sentido común por representaciones fragmentarias y abstractas, ajenas al modo de visualizar el

mundo por la mayoría de los individuos en la vida cotidiana, originar estilos de vida artificiales y «antinaturales», alterar gravemente los ciclos y equilibrios medioambientales, dar soporte a la carrera armamentista de base nuclear.

La sensibilidad de la comunidad científica ante la crítica externa, percibida como incentivo para la regulación por parte de las agencias públicas, cuando no para la intervención directa del público en materias que se supone deberían quedar reservadas a aquella comunidad, llevó ya a mediados de los setenta a que desde algunos medios de expresión e instituciones científicas se hiciera sonar la señal de alarma acerca de «la capacidad de la ciencia para sobrevivir a los ataques que se estaban lanzando contra ella». La noción de *crisis de legitimación de la ciencia* tomó forma, contribuyendo indirectamente a multiplicar el entonces modesto nivel de investigación acerca de las percepciones de la ciencia por el público, así como las iniciativas para mejorar la «alfabetización del público». Esta tarea fue liderada hasta finales de los años ochenta por la National Science Foundation, en Estados Unidos, con su serie bienal de indicadores de ciencia y tecnología, desde 1972 hasta el presente. Desde finales de los ochenta se sumó la Comisión Europea a ese programa de cartografía de las percepciones de la ciencia por el público, así como otras instituciones privadas de base nacional.

Este contexto ayuda a entender que la agenda de la investigación etiquetada al otro lado del Atlántico como *scientific literacy* y a éste como *public understanding of science* (Miller, 1983), haya estado presidida por la preocupación por estimar el grado de consentimiento del público con la ciencia y la comunidad científica, una preocupación que se ha prolongado hasta el período más cercano. El supuesto central de ese programa de investigación ha sido considerar que las actitudes (favorables) ante la ciencia son función del grado de conocimiento de la misma por parte del público. El déficit cognitivo del público, documentado por una larga serie de encuestas en los países avanzados, ha sido visto, sin prueba estadística o formal, como la va-

riable responsable de los fenómenos de crítica o de las resistencias ante determinadas aplicaciones científico-tecnológicas. Sólo en los últimos años se ha sometido a escrutinio tal supuesto (Evans y Durant, 1995), aunque con resultados poco claros.

La perspectiva temporal permite reevaluar hoy la evidencia acerca del grado de gravedad de la supuesta *crisis de legitimación de la ciencia*. Un segundo examen de los datos ofrece un juicio bastante más matizado, aunque hay que tener presente que el caso mejor documentado es el de Estados Unidos, cuyo perfil no es, sin más, susceptible de generalización a las sociedades europeas. Con esa cautela, la evidencia empírica e historiográfica disponible permite afirmar que los temores de la comunidad científica, entre mediados de los sesenta hasta el final de la década siguiente, se correspondían sólo en parte con la realidad, o si se quiere, se basaban sobre todo en las actitudes y conducta de algunas minorías bastante activas, y en una cobertura desmesurada de los medios de comunicación de masas de algunos episodios críticos involucrando a la ciencia y a la tecnología, a los que se atribuyó un peso desproporcionado a su presencia real en la sociedad. Esta disparidad ilustra que la opinión del público no puede inferirse sin más de la opinión difundida por los medios de comunicación de masas, o de las manifestaciones y actuaciones de los grupos de interés (Pardo, 2001).

Según los datos de las encuestas llevadas a cabo en Estados Unidos entre finales de los años cincuenta y comienzos de los setenta, analizados por Karen Oppenheim y Amitai Etzioni (1974), el público tenía una valoración globalmente positiva del papel de la ciencia, rechazaba las posiciones abiertamente anticientíficas y manifestaba un alto nivel de consideración (prestigio y confianza) hacia la figura del científico profesional. Con todo, esas percepciones positivas estaban basadas, sobre todo, en la dimensión instrumental (efectos prácticos) de la ciencia, no en la de tipo cognitivo (capacidad explicativa).

La difusión sostenida de un cierto número de efectos indeseados del progreso basado en la cien-

cia y la tecnología acabaría por abrir el camino a actitudes escépticas o críticas respecto al avance científico. Paradójicamente, un mayor nivel de conocimiento trajo consigo –e implica hoy– una mayor consciencia de los factores de riesgo, generando una lista en expansión permanente, que han ido modelando hasta el presente una *cultura de tolerancia cero* con el riesgo (al menos, en el plano simbólico o declarativo, frecuentemente en colisión con la asunción personal sin aprehensión alguna de riesgos evitables y bien conocidos en el plano de la vida cotidiana).

Es importante notar que la divisoria entre la trayectoria de optimismo y confianza mayoritaria en la ciencia hasta los primeros años sesenta y la cultura de la crítica o, cuando menos, la ambivalencia ante el progreso y la ciencia de finales de esa década, ocurre en un contexto de crisis más general de confianza en las principales instituciones de las sociedades modernas (Lipset, 1987), en el que, a pesar de su erosión, las comunidades científica y médica ocupan las posiciones más favorables en el ranking de confianza. Hay que señalar también que, frente a la imagen convencional según la cuál la pérdida de confianza relativa en la ciencia habría ocurrido entre los sectores más educados, el examen de los datos instruye acerca de lo contrario.

Una de las transformaciones de efectos más persistentes de la cultura de las sociedades modernas, y que ha afectado más a las percepciones de la ciencia, ha sido el surgimiento de la consciencia medioambiental. El historiador Leo Marx (MIT) ha notado que la moderna visión optimista euroamericana del progreso se ha visto erosionada durante las últimas tres décadas, y que el principal factor que ha contribuido a su declive es el creciente pesimismo acerca del papel de los seres humanos en la naturaleza, esto es, la consciencia de los serios efectos indeseados sobre el ecosistema global derivados del sistema de producción industrial y de la modernidad en general, sostenidos por la ciencia y la tecnología (Marx, 1998). Un juicio sobre el que se dispone de amplia evidencia convergente indica que el público de las sociedades de modernidad

tardía es consciente de la negativa evolución de algunas dimensiones del medio ambiente (calentamiento global del planeta, efecto invernadero, desaparición de especies), al tiempo que da por sentado y no parece dispuesto a renunciar a los muchos avances en los estándares y estilos de vida favorecidos por el avance tecnocientífico y por su proyección social vía sistema productivo. De esos dos vectores contrapuestos surge, en gran medida, la ambivalencia del público ante la ciencia en el cambio de siglo.

El cuadro general de las percepciones de la ciencia y la tecnología por el público en las sociedades de este último período se caracteriza por los puntos que siguen, útiles a la hora de conceptualizar los programas de acercamiento entre ciencia y sociedad y de diálogo entre comunidad científica y público:

- *La mayoría de las áreas de la ciencia y de su aplicación a la satisfacción de necesidades sociales no presentan un perfil problemático para el grueso del público, y bastantes de ellas son vistas como claramente beneficiosas.* El caso típico continúa siendo el que los avances científicos y tecnológicos pasen a integrarse de manera silenciosa en el substrato del complejo modo de satisfacción colectiva de necesidades y, más débilmente, en los esquemas conceptuales para interpretar el mundo y ordenar el dominio de la experiencia cotidiana.
- Por lo general, la *atención* prestada a esos avances, fuera de la comunidad científica, es modesta y poco duradera o, dicho de otro modo, *los temas científicos se ven obligados a competir hoy por la atención de un público que ha visto multiplicada la oferta de canales informativos y de áreas de interés bastante por encima de lo que sus capacidades cognitivas y estructura del uso del tiempo le permiten abarcar.* El segmento conocido como *público atento* (cuya denotación es resultado de satisfacer la conjunción de las condiciones de estar «interesado por» e «informado» acerca de la ciencia) se sitúa en los países más avanzados alrededor del 10 por 100 de la población adulta.
- *Los fenómenos de resistencia ante el cambio tecnocientífico observables en el panorama actual son de radio limitado y no involucran por lo común actitudes críticas generalizadas de la ciencia.* En la segunda mitad del siglo xx, las resistencias y controversias afectan, sobre todo, a casos de impactos indeseados (observables o supuestos) de algunos subconjuntos de la ciencia y la tecnología sobre el medio ambiente natural, sobre valores centrales de nuestra cultura, sobre las imágenes de la autoidentidad humana y la demarcación entre especies.
- *Las series temporales más robustas existentes acerca de las predisposiciones o actitudes generales del público ante la ciencia* (medidas, por ejemplo, a través de preguntas acerca de las expectativas sobre los efectos en los próximos veinticinco años de una amplia serie de áreas científicas y tecnológicas) *documentan la vigencia de una visión globalmente optimista acerca del papel de la ciencia.* Las medidas sobre confianza en grupos e instituciones ponen de manifiesto también que ésta sigue siendo claramente favorable para la institución científica, aunque en éste como en los demás casos haya descendido respecto a los niveles observados antes de los años sesenta.
- *Ese cuadro general es compatible con reservas y ansiedades acerca de algunas áreas y, particularmente, ante determinadas aplicaciones de la biotecnología, que, por lo demás, son las que centran las preocupaciones y el debate de algunas instituciones (como la Iglesia), asociaciones (de tipo religioso, pero también y, generalmente en sentido contrapuesto, asociaciones de pacientes de determinadas enfermedades, beneficiarios potenciales de nuevos avances biomédicos), de los medios de comunicación, los medios de expresión e instituciones de la comunidad científica y, desde luego, del regulador.* Los estudios más rigurosos muestran que el *nivel de comprensión de la genética moderna por el público es sumamente bajo* y las confusiones o creencias erróneas abundan, pero también proporcionan evidencia de *legítimas preocupaciones de carácter moral* asociadas al desarrollo y aplicación de algunas áreas que, por lo

general, la comunidad científica aborda de manera inadecuada, dificultando el diálogo entre investigadores, público y reguladores.

- Es claro, también, que *el público distingue entre grados de aceptabilidad de las varias aplicaciones, incluso en ausencia de información precisa*. La guía fundamental para «aprobar» una determinada aplicación es, sobre todo, el juicio que merece su *finalidad*, aunque en otros casos sobresalientes (como la investigación con células madre) los *medios* importan de manera sobresaliente (de ahí, por ejemplo, la diversa evaluación de la obtención de células madre embrionarias o de tejidos de adultos). Aunque con carácter general se observan hoy pocas colisiones entre actitudes del público ante la ciencia y creencias religiosas, en casos como el citado revisten la mayor importancia, y la comunidad científica y el regulador deben ser sensibles a esas diferencias y abordar sin reservas el debate moral (Solter *et al.*, 2004; Pardo, Midden y Miller, 2002).
- Una serie de análisis de las percepciones de la ciencia por el público aparecidos en la segunda mitad de los años noventa e, incluso, en el comienzo del nuevo siglo, cuestionaron el papel que el conocimiento o familiaridad con la ciencia tiene sobre las actitudes (aceptación o resistencia) ante la misma. La tesis que se abrió paso en la bibliografía hasta los dos o tres últimos años, es que, con carácter general, un mayor nivel de conocimiento de la ciencia o no tiene efecto sobre las actitudes favorables ante la misma o, en otras variantes, ese efecto es el opuesto del que se había creído, favoreciendo actitudes más críticas o escépticas con la ciencia. La difusión de esta tesis entre los responsables políticos –particularmente en la Comisión Europea, pero también en algunos países europeos–, pasado un primer momento de desorientación, llevó a un cambio de estrategia en las relaciones con el público: de la comunicación y difusión de la ciencia se pasó a un modelo alternativo, de diálogo con el público y experimentos de participación del público en controversias científico-tecnológicas (mediante mecanismos como las conferencias de consenso).

Un nuevo examen más elaborado de la evidencia empírica (los Eurobarómetros) que sirvió de base a la crítica del paradigma de *scientific literacy* («el conocimiento importa») ha permitido, en los últimos tres años, restablecer de manera más fina pero inequívoca el papel diferencial que la familiaridad del público con la ciencia tiene en sus predisposiciones ante la misma (Pardo y Calvo, 2002; Muñoz, 2003; Sturgis y Allum, 2004). Apenas se pueden encontrar incumplimientos significativos de la tesis según la cual *existe una asociación entre un mayor nivel de conocimiento y actitudes más favorables hacia la ciencia* (los pocos incumplimientos se circunscriben a expectativas respecto a la ciencia que se podrían calificar como «milagrerismo científico-tecnológico», que lógicamente son rechazadas por el público más informado, o a unas pocas cuestiones que involucran principios éticos de manera directa y fuerte).

Estos nuevos análisis han restablecido la base para dar sentido a las numerosas actividades de comunicación de la ciencia que han ido creciendo en la pasada década. Al tiempo, han mostrado que, además del conocimiento, hay otras variables de tipo general (*worldviews*) –incluyendo de manera central creencias acerca de la naturaleza y «lo natural» y las orientaciones éticas–, que tienen una influencia significativa en el modelado de la visión acerca de la ciencia tenida por los ciudadanos. Sin negar el papel que puedan tener determinados experimentos de participación del público en la evaluación de áreas controvertidas, dos conclusiones emergen en este período más reciente. La primera es que *el esfuerzo de agentes públicos y privados por comunicar la ciencia al público debe incrementarse de manera significativa y, además, los resultados de esos esfuerzos deben someterse a escrutinio o evaluación* (de manera inexcusable en aquellos casos que sean resultado de la aplicación de políticas públicas). El número de investigadores involucrados en el programa de acercamiento de la ciencia al público es todavía poco significativo. Esta actividad no forma parte de las preocupaciones habituales del investigador, que la

considera ajena a su papel, cuando no contraria al mismo. La eficacia de los distintos enfoques y medios de comunicar con el público en lo que a la ciencia se refiere necesita de un programa de evaluación rigurosa. La segunda conclusión es que *la comunidad científica debe incrementar su grado de atención a las legítimas cuestiones de naturaleza ética y valores* que, con frecuencia, su actividad o los resultados de la misma generan entre el público. Esto debiera traducirse en una mejor formación en esa área, el diseño de guías por parte de las propias instituciones científicas y una atención sostenida por parte de éstas a las preocupaciones y sensibilidad de sociedades plurales como la nuestra.

- En lo que se refiere a *la sociedad española, tanto los estudios de la Comisión Europea como otros llevados a cabo por instituciones privadas, coinciden en caracterizarla como una de las sociedades más optimistas y con menos reservas ante la ciencia*, incluso respecto a aquellas áreas (como la biotecnología) que resultan problemáticas en sociedades de orientación religiosa afín (Italia, Polonia). La comunidad científica es altamente valorada, sólo ligeramente por detrás del otro grupo mejor valorado (la profesión médica). El acelerado ritmo de cambio socioeconómico experimentado por España en las últimas tres décadas, junto al marco democrático pluralista y la plena incorporación a Europa, parecen haber erosionado o incluso

arrinconado a espacios muy acotados todas aquellas tradiciones y principios normativos percibidos como obstáculo a la innovación, el pluralismo y la profundización del bienestar. *Ese perfil optimista y aporético –que distingue a la sociedad española incluso de sociedades con una dilatada tradición científica y plural– se da, en paralelo, a un muy bajo nivel de conocimientos científicos de la población* (conocimiento de conceptos centrales y de los modos de operar de la ciencia), a distancia significativa de la mayoría de sociedades europeas avanzadas. Dicho de otro modo, la actitud de apertura ante la ciencia es más bien pasiva, sin correspondencia con el esfuerzo personal por interesarse e informarse acerca de la misma. En España, más que en otras sociedades europeas, es necesario mejorar significativamente el acercamiento de la ciencia a los diversos colectivos, mejorando la información y el interés sostenido por la dinámica y resultados de la actividad investigadora, escasamente conocida incluso entre estudiantes universitarios de segundo ciclo. Este esfuerzo es más urgente que la también deseable ilustración de las bondades de determinadas áreas o aplicaciones, tarea que, en todo caso, debería ser llevada a cabo de manera realista o sin «sobrevender».

Esas notas caracterizan el marco más general y el más propio de nuestro país en el que se desarrollan las consideraciones más específicas que siguen en los próximos apartados.

# Ciencia para la sociedad: la responsabilidad social del científico

La ciencia es una aventura intelectual que lleva implícitas las ideas de creatividad y progreso, es una parte esencial de la cultura moderna que ha revolucionado nuestra concepción del mundo y de nosotros mismos. La función primera de la ciencia es la construcción de conocimiento verificable y abierto constantemente a la confirmación y el rechazo. Cuando el científico transmite a la sociedad este conocimiento contribuye a la generación de ideas y conceptos que permiten a las personas desenvolverse en la cambiante sociedad global del presente con mayor racionalidad, libertad y seguridad. Por otro lado, las aplicaciones de la ciencia han transformado profundamente nuestra vida cotidiana, hasta el punto de que la ciencia y la tecnología son, actualmente, factores clave para el desarrollo económico de los países. Por estas razones, *el interés con el que la sociedad española percibe la ciencia y su grado de adquisición de la cultura científica no pueden ser cuestiones indiferentes para la comunidad científica.*

Aunque suele darse por sentado que el conocimiento característico de las ciencias experimentales es ética y moralmente neutro, hay dimensiones más allá de la estrictamente cognitiva (teorías, evidencia empírica) en las que aparecen componentes de naturaleza valorativa e incluso ética. En las sociedades democráticas avanzadas la selección de campos de investigación prioritarios, la forma en que se realiza dicha investigación y los desarrollos tecnológicos a que da lugar son actividades que, en grado distinto, pueden afectar de manera directa o indirecta a las ideas, los valores, los intereses, las preferencias, las necesidades y las oportunidades colectivas. En nuestra sociedad la mayor

parte de la investigación científica se realiza en instituciones de carácter público o utilizando fondos públicos (universidades, Organismos Públicos de Investigación, centros tecnológicos, institutos regionales de investigación, centros del sistema sanitario, etc.). El investigador científico adquiere, por esta razón, un compromiso adicional con el entorno social al que pertenece y que hace posible su actividad. En el momento presente, en la comunidad científica española no se observa una actitud *generalizada* de reconocimiento de que su trabajo está condicionado por las preferencias y requerimientos de la sociedad. Por ello, consideramos necesario llamar la atención acerca de la incorporación de esa actitud en la cultura del investigador y proponemos algunas vías para incentivar y materializar el compromiso social de nuestros científicos.

Por otra parte, para que la sociedad pueda interesarse y apreciar correctamente la naturaleza y los objetivos de la ciencia, los de sus aplicaciones (que se generan de manera mucha más rápida que en el pasado reciente) y las incertidumbres asociadas a las mismas, se requiere un importante esfuerzo de formación y difusión de la ciencia en todos los niveles educativos, y también fuera de los cauces reglados de la enseñanza. La contribución actual de los científicos españoles a este esfuerzo está actualmente en niveles bajos, teniendo amplio espacio para crecer al tiempo que mejorar su eficacia y visibilidad. Estos y otros aspectos conexos que caracterizan la relación del científico con su entorno social en las condiciones de nuestro país se especifican en las páginas siguientes.

## El investigador en la sociedad

Como se ha dicho anteriormente, *la sociedad española aprecia mayoritariamente que los avances científicos y tecnológicos contribuyen a mejorar su bienestar. Sin embargo, esa percepción no ha ido acompañada de una visión de la ciencia como componente inexcusable de la cultura de la sociedad y de cada uno de sus ciudadanos.* Frente a las incertidumbres o incluso resistencias que, en ocasiones, se observan en la sociedad respecto a algunos desarrollos científicos o tecnológicos, la comunidad científica no debe «sobre-reaccionar», sino más bien tratar de entender su base y sentido, entablando un diálogo abierto y no paternalista con el público.

Segmentos del público no perciben con claridad que las certezas absolutas de las teorías y modelos (esto es, el resultar inmunes a su modificación ulterior por otras teorías) no se dan en el ámbito de la ciencia. Tampoco que el «riesgo cero» es inalcanzable (por más que sea y deba ser reducible a niveles socialmente aceptables). Por su parte, los científicos se ven con demasiada frecuencia desconcertados ante los debates éticos a propósito de la investigación, atribuyéndolos meramente a falta de información del público. La combinación de ambas actitudes a propósito de temas objeto de controversia puede erosionar el «activo intangible» de la confianza del público en la comunidad científica.

Los investigadores españoles tienen la responsabilidad de conocer aquellas preocupaciones y actitudes de su entorno social relevantes para algunos aspectos de su actividad y deben aprovechar toda oportunidad disponible para informar a la sociedad de las formas bajo las cuáles el colectivo investigador incorpora a su trabajo y a sus decisiones esas preocupaciones, preferencias y demandas del público. Existen vías diferentes para llevar a la práctica este contrato social múltiple del investigador con la sociedad, existiendo numerosas iniciativas europeas (como la del Grupo Europeo de Ética de la Ciencia), y algunas en nuestro país, que deberían ser conocidas, evaluadas y en su caso generalizadas. Los programas de posgrado y doctorado de nuestras univer-

sidades deberían incorporar espacios para presentar cuestiones de ética y responsabilidad social a los jóvenes investigadores y tecnólogos en formación. Las administraciones responsables de la financiación de la investigación pueden, con poco esfuerzo adicional, suministrar guías de principios éticos generales para el investigador (al modo del conocido cuadernillo *On Being a Scientist. Responsible Conduct in Research*, preparado en 1989 por las Academias Americanas de Ciencia y de Ingeniería y el Instituto Nacional de Salud), complementados por otros más específicos en las especialidades con mayor capacidad de afectar valores y principios éticos de la sociedad. La implantación estatal del CSIC facilita una deseable labor de sensibilización, promoción de debates y reuniones informativas sobre estos aspectos. Las academias y las sociedades científicas ofrecen un marco particularmente apropiado para la presentación y debate de las responsabilidades sociales de los investigadores.

Otro aspecto importante del compromiso social del investigador surge también, como se ha mencionado anteriormente, del origen público de los fondos que utiliza en su trabajo. La comunidad científica debe tener muy claro que la recepción de dichos recursos lleva indisolublemente incorporados principios de correspondencia, entre otros el de responder de su uso eficiente y responsable en términos comprensibles por la sociedad que los provee. Esta labor informativa puede hacerse a través de las organizaciones de investigación (universidades, CSIC, OPIS), a través de actividades tales como jornadas de puertas abiertas, medios informativos electrónicos, difusión de las memorias de actividad y de los principios de conducta de los investigadores. Este soporte institucional no sustituye en modo alguno a la responsabilidad de cada investigador.

## El investigador como formador y divulgador

Reviste la mayor importancia e, incluso urgencia, desplegar un esfuerzo duradero y efectivo para in-

crementar los conocimientos y el interés general de la sociedad española sobre los fundamentos científicos de nuestra cultura y la contribución de la ciencia a su desarrollo, propiciando además la aparición de vocaciones científicas entre los jóvenes. Este esfuerzo debe abarcar numerosos aspectos, tales como:

- a) descripción inteligible y atractiva de la función creadora de conocimiento de la ciencia y del impacto de los avances científico-tecnológicos sobre el crecimiento y el bienestar de nuestro país;
- b) aumento del estímulo de la actitud científica y de conocimientos científicos en todos los niveles educativos, en correspondencia con las características específicas de cada nivel (un programa similar al desarrollado por la American Association for the Advancement of Science con el título de *Science for all Americans*. AAAS, 1981, 1993);
- c) divulgación de los métodos y componentes que caracterizan la investigación científica, tales como la curiosidad y deseo de entender el mundo, el papel de la duda, la atención a la evidencia empírica, la incertidumbre, el riesgo, la perseverancia, el análisis crítico de los argumentos de terceros pero también y, en primer lugar, de los propios, etc.

Si bien es cierto que un número creciente de científicos españoles participan en programas e iniciativas de divulgación científica, generalmente con ausencia de incentivos y reconocimiento y con niveles bajos de organización y soporte, las instituciones de investigación y las propias administraciones públicas no aprecian en toda su magnitud el valor de la difusión y divulgación de los avances científicos que se generan dentro de ellas. Creemos que es importante que la comunidad científica y las instituciones científicas y/o con competencia en materia de política científica adopten un claro y explícito compromiso de valoración y estímulo del trabajo de divulgación de los investigado-

res, con incentivos concretos, profesionales y económicos. Esos estímulos no pueden comprometer tampoco en esta área de la divulgación los criterios de selección y excelencia, ya que son bien conocidos los efectos negativos de una deficiente divulgación científica. Las instituciones universitarias y organizaciones de investigación deberían hacer un uso más amplio y eficiente de las oportunidades ofrecidas por las tecnologías de la información para la difusión de la ciencia, por lo general todavía ausentes o con niveles de contenido muy bajos en las páginas web y portales de esas instituciones.

Las sociedades y academias científicas españolas tienen entre sus programas de trabajo la divulgación de los conocimientos científicos, aunque por lo general no hay planes sostenidos y eficaces. El importante papel que pueden realizar esas organizaciones se puede ilustrar con el ejemplo de algunas de estas sociedades que, al integrar tanto profesionales como aficionados bajo unos objetivos comunes de investigación, conservación y difusión de conocimientos, consiguen alcanzar una notable y activa presencia social.

Es, obviamente, dentro de los sistemas de enseñanza reglada donde los esfuerzos formativos pueden alcanzar mayor rendimiento. En el nivel universitario reviste la mayor importancia dedicar especial atención a generar y mantener entre los estudiantes el interés por la investigación. Resulta preocupante que, a tenor de algunos estudios recientes, el marco de formación superior sólo débilmente pone en contacto a los estudiantes con el mundo de la investigación, privándoles así de uno de los más potentes estímulos para orientarse a la actividad investigadora y no ayudando a transmitir el núcleo constitutivo de esa actividad (no sólo los resultados de la misma). Atendiendo a la trascendencia de esta cuestión, le dedicamos un apunte especial, siguiendo el estudio de la Fundación BBVA sobre *Los estudiantes universitarios españoles* (Fundación BBVA, 2004).

De acuerdo con el mencionado estudio, que seguimos en esta sección, el 35 % de los estudiantes universitarios de segundo ciclo ha considerado

en algún momento la posibilidad de dedicarse a la investigación. Ese porcentaje se reduce al 11 % si se atiende exclusivamente a la primera mención del tipo de actividad a la que les gustaría dedicarse al acabar sus estudios.

Un aspecto importante de la percepción de la ciencia por nuestros universitarios es la imagen que tienen del investigador, tanto el conjunto de los estudiantes como el grupo que quisiera dedicarse a la investigación. Es interesante comprobar que todos los estudiantes universitarios perciben que la carrera del investigador es exigente y poco atractiva económicamente y coinciden también en creer que los poderes públicos no apoyan a los investigadores. Entre los aspectos positivos sobresalen la creencia de que los investigadores son cada vez más necesarios para el desarrollo social y económico y que es un trabajo prestigioso (figura 1).

El 11 % que menciona la investigación como la primera actividad a la que le gustaría dedicarse, aun compartiendo esa imagen, no parece estar afectado por esas dificultades para elegir su opción profesional. Las razones y motivos de su elección parecen basarse en otros factores, como la experiencia universitaria, sus actitudes generales hacia la ciencia, sus motivaciones e intereses al iniciar sus estudios (influidos en medida significativa por su experiencia durante la enseñanza secundaria, la

influencia familiar y la del «grupo de referencia» durante esos años).

Este estudio de nuestros universitarios sugiere que la experiencia universitaria tiene un peso significativo en las expectativas de los estudiantes sobre la investigación. Quienes desean dedicarse a la investigación cuando acaben sus estudios están más familiarizados con la investigación que se desarrolla en su facultad (el 46 % conoce algún proyecto de investigación de su facultad), tienen una visión más favorable del desarrollo de la misma (el 57 % considera que es muy positiva) y, en comparación con quienes no desean dedicarse a la investigación, valoran algo más favorablemente el contacto que tienen con los profesores sobre temas de investigación (tabla 1).

Es también muy relevante constatar la percepción (compartida por los estudiantes que desean dedicarse a la investigación y por la gran mayoría de los estudiantes) de una ausencia de estímulos hacia la investigación por parte de los profesores y de falta de medios de la universidad para que los estudiantes puedan hacer investigación.

El análisis por rama de conocimiento muestra que los estudiantes de ciencias experimentales se diferencian claramente por su mayor familiaridad, interés y orientación hacia la investigación. El 45 % de los estudiantes de ciencias experimenta-



**FIGURA 1.** Grado de acuerdo en cada frase

Base: Total de casos (3000) media en una escala de 0 a 10 (0 indica completamente en desacuerdo y 10 completamente de acuerdo)

Fuente: Fundación BBVA

TABLA 1. Valoración de la investigación

	Desea dedicarse a la investigación (11%)	Resto de estudiantes
<b>¿Conoces algún programa o proyecto de investigación que actualmente se esté llevando a cabo en tu facultad?</b>		
Respuesta afirmativa	46 %	20 %
<b>Valoración de la investigación que se desarrolla en su universidad</b>		
Media (en escala de 0 a 10)	6,7	5,9
Valoración muy positiva (puntuaciones de 7 a 10)	57,3	36,2
<b>Acuerdo con frases sobre la investigación en su universidad (media escala de 0 a 10)</b>		
La investigación no tiene nada que ver conmigo ni con mis estudios	2,6	4,5
Los profesores estimulan a los estudiantes para dedicarse a la investigación	4,8	4,1
Los profesores suelen hablar de sus investigaciones en clase	4,5	3,9
Mi universidad ofrece los medios para que los estudiantes puedan hacer investigación	4,7	4,5

Base: Total de casos (3000). Fuente: Fundación BBVA

les conoce algún programa o proyecto de investigación de su facultad, frente a un 23 % en el total de los universitarios. Al mismo tiempo, son éstos los que más aprecian una relación entre sus estudios y la investigación, en tanto que los que menos perciben este vínculo son los de ciencias sociales y jurídicas.

De igual modo, el 67 % de los estudiantes de ciencias experimentales ha considerado en algún momento la posibilidad de dedicarse a la investigación, y el 35 % declara en primer lugar a la investigación como el área en la que le gustaría dedicarse cuando acabe sus estudios. En el resto de los estudiantes, este porcentaje no supera el 11 %.

Los planes del segmento que desea dedicarse a la investigación cuando acabe la carrera tienden a diferenciarse del conjunto de los universitarios. El punto que más distancia a ese grupo del conjunto de los estudiantes es el propósito de seguir estudios de doctorado, el *tiquet* de entrada a la investigación profesional (25 % frente a 5 % en el resto).

Cabe destacar también que el segmento que declara su interés por dedicarse a la investigación se caracteriza por actitudes claramente más favorables hacia la ciencia. Respecto a las actitudes

hacia la ciencia, cabe notar entre los estudiantes dos diferencias relevantes:

- La primera de ellas aparece asociada a las *diferentes ramas de estudio*. Los estudiantes de ciencias experimentales y de ciencias de la salud constituyen los segmentos más implicados y con actitudes más favorables hacia la ciencia, al tiempo que son quienes tienen una imagen más favorable de los científicos.
- La segunda tiene que ver con la *orientación profesional*, detectándose una actitud más favorable hacia la ciencia entre aquellos estudiantes más orientados a tareas académicas, como la investigación.

La interacción entre ambas variables produce el segmento con predisposiciones más positivas ante la ciencia, esto es, el grupo de estudiantes de salud y experimentales, con intención de dedicarse a la investigación. Los indicadores de la tabla 2 son ilustrativos de esas diferencias también en el plano de otros modos de cercanía a la ciencia y la investigación.

Los resultados anteriores documentan las deficiencias en la proyección de la labor investigadora

TABLA 2. Cercanía y valoración de la ciencia según perfil por área de estudio y orientación profesional

	Área científica (ciencias experimentales y de la salud)		Otras áreas (humanidades, ciencias sociales y jurídicas, técnicas)	
	Desean dedicarse a la investigación (5 %)	Resto de estudiantes (13 %)	Desean dedicarse a la investigación (6 %)	Resto de estudiantes (76 %)
Ve programas de TV dedicados a temas científicos y tecnológicos	71	54	49	40
Lee revistas de divulgación científica todos los meses	31	17	23	10
Ve vídeos dedicados a temas de ciencia y tecnología	55	41	40	27
Muchas + bastantes veces forman parte de tus conversaciones temas de ciencia y tecnología	60	42	49	27
Ha visitado en los últimos 12 meses Museo de ciencias naturales	49	36	33	27
Interés en temas científicos (media de 0 a 10)	8,2	7,1	7,2	6,0
Información en temas científicos (media de 0 a 10)	6,3	5,8	5,8	5,0

*Fuente:* Fundación BBVA

de los docentes-investigadores entre los estudiantes universitarios. Las instituciones académicas deberían encontrar nuevas formas de apoyo y reconocimiento a aquellos de sus miembros que destaquen por un empeño especial en actividades de estímulo científico y renovación curricular, promoviendo la desaparición de formas de enseñanza rutinarias y desincentivadoras. El proceso recientemente iniciado de adaptación de las titulaciones españolas al Espacio Europeo de Enseñanza Superior ofrece oportunidades únicas para esta renovación, que deberían ser aprovechadas al máximo. También podría ser de utilidad para estos fines la colaboración entre el profesorado universitario y científicos del CSIC y de otras organizaciones de investigación.

En los niveles de enseñanza primaria y secundaria cualquier iniciativa de su profesorado dirigida a aumentar el interés por la ciencia y sus aplicaciones debiera ser objeto de atención especial y apoyo, por parte de las universidades, el CSIC y las organizaciones científicas. Este apoyo puede ser particularmente importante para persuadir a las

correspondientes administraciones educativas de la importancia de las enseñanzas científicas en estos niveles fundamentales, hoy muy deterioradas, eliminando, además, las dificultades que asolan a los profesores en estas áreas. La comunidad científica española tiene aquí una rica variedad de oportunidades, poco aprovechadas hasta el presente, para contribuir de forma eficaz, estructurada y sistemática a la actualización y difusión del conocimiento científico y los avances tecnológicos entre los profesores de enseñanza primaria y secundaria. Por otra parte, la administración responsable debería estimular la interacción de este profesorado con investigadores profesionales, por ejemplo mediante su participación en proyectos de investigación conjuntos, facilitando su incorporación a sociedades científicas especializadas, etc., así como promover el contacto directo del alumnado con los científicos a través de una variedad de fórmulas, como los seminarios a cargo de jóvenes investigadores en los centros de enseñanza secundaria. La presentación de la historia de la ciencia y la tecnología en estos niveles de enseñanza podría tam-

bién contribuir a transmitir una visión de la fascinante aventura de la búsqueda del conocimiento en la ciencia, además de sus consecuencias en el plano del bienestar y la ampliación de las oportunidades vitales de los individuos.

### **El investigador como asesor en los asuntos públicos**

La tradicional escasez de recursos asignados a la investigación científica en España es un síntoma del bajo interés por este componente esencial de la cultura y desarrollo del país por parte de la clase política y los gobernantes. Paradójicamente, en un Estado industrialmente avanzado como el nuestro, un número creciente de las decisiones políticas que afectan a su desarrollo está íntimamente relacionado con aspectos científicos y tecnológicos. Los gobernantes se enfrentan cotidianamente, tanto a nivel nacional como a nivel europeo, con problemas de asignación de recursos, creación de marcos normativos y elaboración de políticas públi-

cas que, directa o indirectamente, tienen un fuerte componente científico. A diferencia de la mayoría de los países de nuestro entorno, no existen en España cauces formalizados y transparentes de asesoramiento científico y tecnológico al Gobierno o a nuestros representantes parlamentarios, tales como, por ejemplo, oficinas de asesoramiento científico de la Presidencia, comisiones científicas permanentes del Parlamento y Senado, y consejeros científicos en embajadas y organismos internacionales. Los representantes políticos españoles sólo excepcionalmente recurren al asesoramiento científico, a pesar de que de la propia Administración depende una amplia comunidad de científicos con competencias muy variadas. Es de la mayor importancia corregir esta anomalía de una sociedad avanzada como la nuestra, multiplicando, formalizando y dotando de transparencia (lo cual podría resumirse con la expresión de «institucionalizando») los canales de gestión y aplicación del conocimiento científico disponible entre nosotros, y no sólo en situaciones de crisis, sino también en la gestión diaria del interés público.

# Ciencia y sociedad: el papel de los medios de comunicación

## Introducción

«Para la mayor parte de la gente, la realidad de la ciencia es lo que leen en la prensa», ha escrito Dorothy Nelkin. Esa afirmación es, particularmente, certera si *prensa* se sustituye por *medios de comunicación*. Una vez que los individuos abandonan las aulas, el principal canal para mantenerse informado de los avances científicos y sus consecuencias son los medios de comunicación, especialmente en un contexto de rápido cambio científico. Como consecuencia de ello, la atención de los decisores públicos y de la propia comunidad científica ha recaído con frecuencia en el papel de los medios en la comunicación de la actividad y la actualidad científicas y, como consecuencia, en la imagen que la sociedad de cada país tiene de la ciencia y de los científicos.

Esta actitud se ha traducido en esfuerzos por promover la comunicación pública de la ciencia a través de los medios, recurriendo en ocasiones a la incentivación de los científicos para que comuniquen su trabajo de forma directa o a través de periodistas intermediarios. En este esfuerzo se ha tendido a olvidar las características esenciales del periodismo, lo que ha llevado a que los resultados no se hayan correspondido al esfuerzo realizado. En particular se ha querido dar, *de facto*, a los medios informativos el papel de actores en el sistema de ciencia y tecnología, cuando su función no puede ser otra que la de transmisión de lo que ocurre en el dominio de la ciencia. Un ejemplo extremo permite ilustrar los requerimientos de la actividad informativa de los medios: si no hay actividad científica o ésta es baja o no se puede informar sobre ella o se hará muy débilmente.

Otra confusión observable en iniciativas y propuestas del papel que los medios deberían desempeñar en la comunicación de la ciencia a la sociedad es atribuir a la prensa, la radio y la televisión un papel educativo directo. Se confunde así lo que era la comunicación oficial de los medios públicos de hace varias décadas –obligados a publicar aquello que quería quien los financiaba–, con la actual situación en la que la mayoría de esos medios son privados y compiten en el marco de una economía de mercado. Los medios deben captar receptores o «audiencia» para que su negocio funcione y, por ello, no pueden dar la espalda a las reglas del mercado: «vales tanto como la cantidad de veces que llegas a la opinión pública». Al carecer de subvenciones, los medios se atienen a esa regla, que les permite compatibilizar el núcleo de su actividad con la obtención de beneficios a ser repartidos entre sus accionistas, aproximándoles en ese sentido –y, a pesar de sus especificidades– a la lógica de cualquier otra empresa. Algunos medios de titularidad pública (señaladamente la televisión), sin poder cancelar la línea de conducta acabada de mencionar, pueden y deben tener mayores grados de libertad, o, desde otra perspectiva, se les puede exigir una presencia recurrente de ciertos contenidos como los de tipo científico, aunque ello no se traduzca en ganancias de cuota de teleespectadores.

Con carácter general, sean los medios públicos o privados, su papel debe ser informar sobre la ciencia como lo hacen sobre cualquier otra actividad, situando las informaciones en su contexto social o económico y dotándolas de un plus de divulgación si es necesario, según el nivel estimado de conocimiento del público al que se dirigen.

En el periodismo científico que se hace en nuestro país se pueden distinguir dos tipos de noticias: noticias científicas de actualidad procedentes de cualquier país (incluido España) y noticias sobre el ambiente científico, el sistema de ciencia y tecnología y la política científica en España y en otros países. La información sobre el ambiente científico varía mucho de un país a otro y es consecuencia, entre otros factores, de la imagen social de la ciencia en ese país.

En los últimos años ha emergido una especialización periodística en torno a la divulgación del medio ambiente y la ecología con espacio propio en algunos medios y profesionales especializados, aunque vinculada en gran medida al periodismo científico.

Las noticias científicas de actualidad proceden de múltiples fuentes, entre las que destacan los congresos científicos, las revistas de referencia y los propios investigadores. Son tratadas como información de actualidad, lo que implica ciertos condicionantes, como la inmediatez. Necesitan, sin embargo, estar acompañadas de rigor, lo que dificulta la elaboración con la celeridad propia del trabajo periodístico. Que su origen esté en España o en cualquier otro país no condiciona el tratamiento, con la excepción del importante factor de mayor interés que implica la cercanía al público receptor.

En España, el periodismo científico se despierta en los últimos años de un largo letargo, en paralelo a lo ocurrido con la investigación científica. Es sobre todo ahora, en los albores del siglo XXI, cuando en nuestro país se tienen en cuenta los avances, las creaciones y las investigaciones de otros ciudadanos que se dedican a ello. Ambos campos, investigación y periodismo, están condenados a entenderse por el bien todos, incluidos los receptores de la información. En este sentido, cabe destacar los esfuerzos de investigadores y divulgadores. Los unos han creado gabinetes de comunicación –a veces muy precarios– y los otros tratan de especializarse y ser lo más rigurosos posible. Los grandes medios de comunicación impresos tienen páginas especiales: *El País* dedica un día a la semana

a mayor difusión de información científica; *El Mundo* tiene una sección diaria; *ABC* sigue diariamente la actualidad científica; *Heraldo de Aragón*, pionero en esta actividad y recientemente premiado; *La Vanguardia*, etc. Por el contrario, la televisión, a pesar de su importancia, es el medio en el que la información científica es más precaria.

### Problemas de la comunicación científica

En España, la situación de la información científica en los medios de comunicación es paralela a la posición del país en cuanto al esfuerzo y el nivel científico, ocupando posiciones intermedias entre los países menos avanzados y los de mayor desarrollo. El pequeño tamaño del sistema español de ciencia y tecnología, la falta de científicos de referencia y de portavoces autorizados (consecuencia de una falta de verdadera organización), la poca influencia social y política de los científicos y la escasa tradición científica del país juegan en contra de una valoración social de la ciencia que se corresponda con lo que verdaderamente se esté haciendo y lo que ello significa para la sociedad.

Sin embargo, todos los estudios existentes coinciden en señalar niveles de interés medio-alto por los temas científicos, a distancia significativa del nivel de información existente sobre aquellos. En España, como en otros países, sobresale el interés por los temas de biomedicina y salud. *El interés por la política científica y tecnológica parece estar significativamente por debajo del existente en otros países europeos, un fenómeno paralelo al modesto interés que muestra la clase política y, con excepciones, el mundo empresarial.* Como se señaló anteriormente, ese bajo nivel de conocimientos científicos se da al tiempo de una estimación favorable de la ciencia y un grado alto de confianza en la comunidad científica. No se detectan barreras creenciales o morales fuertes que, desde la perspectiva del conjunto de la población, pudieran suponer un freno a la investigación científica. El conocimiento de los científicos españoles y sus

instituciones es sumamente bajo: la gran mayoría de los españoles apenas pueden citar a un científico vivo español.

Existe una serie de factores específicos del «caso español» que influyen negativamente en la relación entre ciencia y sociedad. Entre ellos cabría destacar los siguientes:

- *La comunidad científica española es pequeña y está poco cohesionada. Salvo algunas excepciones (como la de los jóvenes investigadores), está mal organizada y carece hasta hoy de una voz unitaria.* Es no menos excepcional la intervención de los científicos en los debates públicos y cuando lo hacen es en contextos de crisis catastróficas (casos *Prestige* o Doñana) (Nombela, 2004).
- *Es difícil encontrar investigadores dispuestos a pronunciarse sobre fenómenos de índole no puramente científica que afectan a nuestra sociedad,* esto es, acerca de cuestiones en las que además de la componente científica hay otras de naturaleza económica, política o valorativa.
- *Los debates y controversias rara vez surgen entre investigadores,* sino entre científicos y colectivos ajenos a la investigación que defienden credos religiosos, morales o intereses sociales.
- *El principio de excelencia está mal reconocido e incentivado.*
- *La información científica en España no está «normalizada».* Apenas existen opiniones diferenciadas, debates e incluso conflictos, componentes esenciales, aunque no únicos, de la información. Si la comunidad científica pretende dar una información edulcorada, donde sólo aparezcan los éxitos (reales o supuestos, distinción muy difícil para los periodistas no especializados por la falta de referencias serias) y sus supuestas buenas consecuencias para la sociedad, esto es un indicador de falta de normalización. Son pocos los cauces establecidos de expresión, grupos de presión, personalidades científicas relevantes fuera de su ámbito de especialización.
- Un factor muy importante condicionante de la comunicación es que *la mayoría de los científicos*

*españoles trabaja en el sistema público, teniendo un peso muy débil en el sistema las empresas que desarrollan investigación,* dando lugar a una distorsión en las fuentes, que deberían ser, como sucede en otras sociedades con mayor tradición y nivel científico, más numerosas, variadas y con mayor disposición a la comunicación.

- Se podría también añadir *otro factor distorsionante de la comunicación científica en España, influida por el hecho de que el periodismo científico se desarrolló hace décadas en el mundo anglosajón,* en parte como reflejo del liderazgo científico global de Estados Unidos. Es de allí de donde proviene gran parte de la información sobre el espacio o la biotecnología, por citar sólo dos áreas. A veces, en los medios españoles se tiene más en cuenta una determinada noticia porque sus directivos la han conocido a través de un medio anglosajón, en el que cuenta con un buen titular, excelentes imágenes y se sabe de antemano que puede interesar al receptor. La consecuencia es que «entra» mejor una noticia publicada previamente en *The New York Times*, que en una revista científica española.

Además de esos factores específicos, la información científica tiene en España los mismos problemas que en los demás países desarrollados, reflejados en distintos informes sobre este tema producidos en otros países. El mayor obstáculo es, en todas partes, la dificultad de comunicación entre el mundo de la ciencia y los periodistas de los distintos medios. Pero es un problema que ha mejorado significativamente en las últimas décadas y existe el convencimiento tanto entre periodistas como entre científicos que puede mejorar más, siempre que se establezca un marco claro de colaboración en el que ambos lados ganen. Por un lado, el diálogo tiene que ser constante y honesto, y el mundo científico tiene que reconocer que los medios de comunicación tienen su propia forma de trabajar –que no va a cambiar– y que no pueden tratar el área científica de forma diferente a como tratan todos los demás sectores que generan infor-

mación. Ello tiene que ir correspondido por un esfuerzo por parte de los medios para que la información que publican sea lo más rigurosa posible.

Un problema creciente es el de los intereses que están detrás de las noticias científicas. En este aspecto el posible conflicto es simplemente el mismo que el que se presenta en otras áreas informativas, como la económica o la cultural. Identificar esos intereses y actuar en consecuencia es un problema periodístico, no de los científicos.

Todos esos factores, específicos y compartidos, componen una situación en la que hay amplio espacio para el acuerdo. El objetivo no debe ser, en todo caso, la mejora de la imagen de la ciencia y los científicos, sino aportar información a los ciudadanos acerca de cuestiones que les atañen directamente y que incrementan su capacidad de tomar o influir en la toma de decisiones tanto en los ámbitos público (decidiendo en democracia con mayor conocimiento y, por tanto, libertad) cuanto en el privado, además de poder adentrarse en el dominio de la ciencia como cultura. Los objetivos últimos de esa mayor información proporcionada por los medios de comunicación podría plasmarse en la siguiente tipología propuesta por el astrónomo Shen (1975). El primer tipo de *literacy* o información científica sería de carácter *práctico* y en el podrían encuadrarse cuestiones como la del conocimiento científico relacionado con temas de salud, el medio ambiente, el trabajo y el consumo. El segundo tipo es el de carácter *cívico*, abarcando los conocimientos necesarios para una participación del público en las políticas públicas de ciencia y tecnología, y muy particularmente en aquellas susceptibles de generar alarma o desembocar en «controversias». El último de ellos es de naturaleza *cultural* y viene referido a la dimensión de animales simbólicos de los humanos, que buscan el conocimiento con independencia de su utilidad práctica en el corto plazo, y que responde a la curiosidad que parece estar presente en la gran mayoría de los individuos. A medio camino entre los tipos 1 y 2, se sitúa la comunicación del *riesgo*, en la que los medios informativos ejercen un papel

muy importante, que influye en los tipos y niveles de riesgos percibidos por la sociedad (cuestiones como la enfermedad de las vacas locas, la contaminación o incluso la conducción de automóviles tienen un trasfondo científico que debe de ser comunicado correctamente para que la sociedad tenga una percepción adecuada de los riesgos).

*De la existencia de un clima cultural y social adecuado puede depender la propia libertad de investigación en áreas susceptibles de controversia*, particularmente en biomedicina, como está ocurriendo hoy en el caso de las células madre de origen embrionario o la utilización del diagnóstico genético preimplantacional para seleccionar embriones sin aquellos genes defectuosos que aumentan el riesgo de padecer enfermedades neurodegenerativas. El avance científico y tecnológico está presionando sobre el marco de criterios éticos, valores y creencias de un pasado bien reciente. Las posibilidades que se abren con la manipulación de DNA o de la estructura atómica de la materia (nanotecnología) acarrearán retos de enorme envergadura y trascendencia para el conjunto de la sociedad y la propia comunidad científica, en los que un mayor nivel de información científica es esencial, pero también lo son los criterios éticos y el debate moral racional propios de una sociedad pluralista.

Las relaciones ciencia-sociedad tienen otra área de interés en las influencias y regulaciones que sobre la actividad investigadora llevan a cabo los gobiernos que financian la investigación, presionados a su vez por colectivos ciudadanos abogando por la introducción de sus «problemas» e intereses en la agenda de la ciencia financiada con fondos públicos. Otro aspecto de preocupación social, al menos para algunos segmentos sociales, es el efecto que los intereses económicos de la investigación biomédica puede tener, y está teniendo, en la orientación de la investigación hacia campos que no son prioritarios desde el punto de vista científico, ni tampoco como problemas relevantes de salud pública.

La solución a los problemas mencionados no es sencilla, requiriendo esfuerzos sostenidos en la dirección adecuada, evaluando periódicamente la

eficacia de las medidas aplicadas, así como sus posibles efectos indeseados. Lo que parece claro, en todo caso, es la necesidad de motivar y facilitar el diálogo abierto entre ciudadanos, representantes políticos, empresa y comunidad científica, diálogo que podrá tomar una variedad de formas. Elemento central de las relaciones ciencia-sociedad es la mejora significativa de la información científica de los ciudadanos y el afloramiento de los aspectos científicos que determinadas políticas públicas involucran (energía, agua, políticas medioambientales, alimentarias, comunicaciones, etc.).

## Propuestas

Todos los actores del sistema de ciencia y tecnología deben ser conscientes de la importancia de una buena comunicación de sus actividades a la sociedad a través de múltiples canales, pero con un énfasis especial en los medios. Los responsables de las instituciones públicas deberían adoptar las medidas oportunas para lograrlo.

El papel esencial de los científicos ha sido y será el de hacer avanzar las fronteras del conocimiento, pero hay espacio para hacer compatible esa dedicación prioritaria con las actividades de comunicación directa al público y, más frecuentemente, con el concurso de los medios. En todo caso, en la proyección de la información científica a la sociedad deben intervenir prioritariamente profesionales especializados o comunicadores científicos, periodistas con formación científica o científicos con formación periodística dedicados a la comunicación. El sistema público debería estimular la formación de estos comunicadores.

Esta comunicación exige tender puentes o mejorar la conexión entre comunidad científica y medios de comunicación, requiriéndose que ambos componentes «hagan su parte».

Idealmente, dada la actual situación de la información científica en los medios de comunicación masivos, y muy especialmente en la televisión, la parte científica deberá hacer, cuando menos, la

mitad del camino, mediante contactos, notas de prensa, documentación básica, disponibilidad de fuentes, imágenes, etc. Las herramientas de internet son básicas en la actualidad para esta comunicación, pero un web, por muy bien diseñado que esté y por más rico en contenidos que sea, debe ser complementado con otras vías para constituir una política de comunicación a los medios por parte de las instituciones y organizaciones científicas.

Un corolario de lo anterior es la necesidad de que existan comunicadores científicos en todas las instituciones científicas, ya que ellos son los mejor posicionados para traducir los resultados científicos y explicar la forma de trabajar de los científicos a los periodistas no especializados.

La tarea de los comunicadores científicos debería también extenderse al periodismo especializado, a la comunicación de empresas científicas, farmacéuticas, tecnológicas o innovadoras en general, y en temas de política científica.

Aunque a los medios de comunicación privados no pueda imponérseles cuotas de información científica, sí se les puede pedir una actitud de mayor receptividad a la ciencia que la que tienen actualmente. Los poderes públicos pueden abrir un diálogo en torno a este tema con dichos medios. Por lo que respecta a los medios públicos deberían incrementar significativamente su atención a la ciencia y a la tecnología, aunque ello no se traduzca, previsiblemente a corto plazo, en ganancias de audiencia o de telespectadores.

La Administración de acuerdo con las universidades, debería introducir mejoras en todos los ciclos de la formación universitaria en comunicación científica.

Conviene recordar que, en el panorama actual, seguirá siendo la ciencia la que tenga que «ganarse» su presencia en los medios de comunicación, generando noticias de interés, con un talante de apertura a los medios que incluya la oferta de información de calidad, de máxima actualidad y también de transparencia.

Un mayor peso de la ciencia en la esfera política sería, sin duda, una de las formas de obtener

## Ciencia y sociedad

mayor cobertura en los medios. En la actualidad, no es infrecuente que los máximos responsables públicos cuenten con asesores científicos. Pero, por lo común, son totalmente desconocidos para la propia comunidad científica y, desde luego, para la sociedad. Una mayor visibilidad de esos expertos

con capacidad de influir en la toma de decisiones y transparencia de las orientaciones y consejos proporcionados a los decidores públicos, permitiría incrementar el interés de los medios en la política científica y el de los ciudadanos.

# La ciencia en la TV, la actividad editorial e internet

## La difusión textual del conocimiento

En la actualidad, las sociedades avanzadas transitan de la cultura de la información a la del conocimiento y se caracterizan por disponer de cantidades ingentes y crecientes de información en búsqueda de canales de comunicación que permitan su llegada hasta sus destinatarios finales, los ciudadanos. Esos tránsitos hacia el conocimiento se realizan a velocidades crecientes, lo que dificulta cualquier proceso incipiente de acomodación cultural y dificulta la generación de vías de acceso «ordenado» a las expectativas de información.

Como consecuencia del enorme desarrollo que la ciencia ha experimentado en las últimas décadas, una parte significativa de esa información es de carácter científico, lo que obliga a esfuerzos crecientes de difusión por parte de los emisores, si se pretende evitar que se convierta en inédita para amplios sectores sociales. Pero una vez la oferta informativa consigue su propósito, la dificultad en la difusión no se produce tanto por un problema de exceso de oferta informativa, y la consiguiente discriminación de preferencias particulares y colectivas, como de una dificultad creciente de acceso a la información científica por parte de los ciudadanos debido al umbral cada vez más elevado de los conocimientos requeridos para acceder a textos introductorios, informativos e incluso divulgativos de ciencia, extremo que ha quedado suficientemente documentado en la primera parte de esta sección.

Sin insistir en el tema, recordemos que cada sociedad ha encarado esa problemática según sus propios medios y características, y que en el caso de España, existe un déficit acumulado y, así, la

transferencia de conocimiento entre el mundo de la ciencia y la sociedad continúa presentando niveles especialmente bajos. Y ello, a pesar de que nuestra sociedad haya incorporado con cierta puntualidad los diversos canales de comunicación, en paralelo a su surgimiento, *aunque la intensidad y profundidad de su uso por los receptores y por los emisores presenta deficiencias muy notables.*

Desde el punto de vista de la naturaleza de los canales de difusión, existe un cúmulo de informaciones científicas, que adquieren la forma de contenidos editables, cuya base y organización es *textual*, expresables en distintos formatos (escritura, sonido e imagen), que se difunden finalmente a través de soportes tecnológicos, desde la letra impresa a la TV e internet.

Una somera ordenación de los «productos» comunicacionales que pueden vehicular cualquier información, y también la científica, nos la proporciona la siguiente clasificación:

- a) En texto impreso: libros y publicaciones cuya actualización tiene escasa o nula periodicidad. También publicaciones periódicas y revistas.
- b) En texto digital: portales en Internet de información y documentación, actualizables, con y sin periodicidad establecida y páginas web. La formalidad de las ediciones digitales puede ser la que ha desarrollado el sistema o bien una réplica de la edición impresa, convirtiéndose en una mera traslación de formato.
- c) En texto de «narrativa oral»: radiodifusión y representaciones escénicas basadas en un guión textual preestablecido.
- d) En texto de «narrativa audiovisual»: programas

audiovisuales y de TV (informativos, seriados, dramatizados) y cine, en los cuales el guión textual es también la raíz y la estructura de sus contenidos.

### Relación de la ciencia con los distintos canales

#### *Libros y publicaciones*

La ciencia ha mantenido una relación tópica, casi mítica, e histórica con la letra impresa, y las bibliotecas han sido, durante siglos, su reservorio. Porque la ciencia es, desde su consolidación ilustrada hasta la actualidad, esencialmente *ciencia escrita*. Las grandes teorías científicas clásicas se han forjado en la letra impresa, se han expresado sobre papel impreso y encuadernado y, a la vez, han sido profundamente condicionadas por este formato. Si los libros hubiesen presentado otra formalidad, las grandes teorías científicas clásicas (con Newton y Darwin como paradigmas) revestirían formulaciones distintas de las que actualmente consideramos estándar.

De ello se desprende que el libro ha sido un formato maduro, evolucionado y «a medida» para la ciencia. Pero también, a medida para la sociedad, al menos, para la sociedad que ha recibido en los últimos dos siglos los avances científicos.

El protagonismo del libro en el panorama científico actual es escaso en relación al volumen de ciencia circulante, pero, desde luego, no carente de importancia. Siguen produciéndose libros dedicados a exponer, en «primera persona», teorías científicas, escritos en especial en las dos últimas décadas del siglo xx (baste citar como ejemplos a Lovelock, Margulis, Dawkins, Jay Gould y Kauffman) y, en el período más cercano, parece darse un cierto resurgimiento, con casos de científicos de perfil poco convencional, como Hawkins (*On Intelligence*) y Luca Turin (*The Emperor of Scent*). En esos libros sus autores exponen teorías científicas de primera mano, con un claro propósito divulgador y con vo-

luntad de encontrar formas expositivas que los hagan accesibles a un público amplio. Se observa también una tímida recuperación de los libros de divulgación científica, escritos por autores (científicos y comunicadores especializados) diferentes de los que crearon las teorías, que han conseguido alcanzar un cierto éxito entre el público.

Los distintos modelos de libros científicos expuestos tienen al menos un rasgo en común. En todos ellos, se observa una profunda influencia de las pautas literarias, tanto en la forma como en la formulación, convirtiendo así al libro en encrucijada de expresiones culturales y en el vivo ejemplo de que esas expresiones no están tan disociadas como el tópico proclama.

Por su propia naturaleza cultural, el libro suele presentar una durabilidad mucho más elevada que los «objetos» creados por las nuevas tecnologías. En esa tradición, se han convertido en «ciencia para guardar», lo que permite que sea revisitada por sus lectores.

#### **Revistas**

Es, sin duda, un formato de comunicación actual, y representan una relativa «novedad» en el soporte impreso frente a la tradición milenaria del libro. La revista aporta a la ciencia una regularidad en el acceso a la misma, introduce brevedad en los textos, en sintonía con la necesidad de brevedad en la lectura, y desarrolla un lenguaje propio, no-literario (que desembocará en el estilo «informe técnico» actual de las revistas de referencia). También introduce la «multiautoría» en cada entrega, desde una perspectiva muy distinta a la del enciclopedismo.

Las revistas científicas son, en la misma medida que los libros, esencialmente ciencia escrita, pero la «ilustración» (una palabra de doble filo editorial) adquiere en ellas una relevancia desconocida en los libros. Es el germen de la «ciencia vista», que tendrá diversos desarrollos en asociación con los avances de las tecnologías de la representación.

Por una constelación de razones, a medida que las revistas florecen y se expande su influencia, los científicos van renunciando a dirigir sus escritos a la sociedad, en general, para focalizarse sólo en llamar la atención de sus colegas. Un buen número de revistas científicas renuncia, en ese proceso, a mantener a la sociedad entre sus lectores. Nacen las revistas científicas de referencia, prestigiosas, cada vez más, e inasequibles, cada vez más, para la mayoría de los ciudadanos, y de los propios científicos. Su posición ha levantado un muro desde el que se imparte ciencia, dirigiendo en gran medida lo que debe ser noticiable gracias a los avances que dosifican a los grandes medios de comunicación. Frente a la exclusividad de las revistas de referencia, otras han tomado el relevo de informar sobre ciencia a sectores amplios de la sociedad, con notable éxito. Su evolución ha transitado desde la textualidad estricta o sobriamente ilustrada (*Scientific American*) hasta el magazine visual en el que domina la fotografía, la infografía y el 2D/3D (*Muy Interesante*), por poner algunos ejemplos representados entre nosotros, aunque el origen y el esplendor (pasado y presente) de ambos tipos de revistas se encuentren en el mundo anglosajón.

Especial atención merecen las revistas llamadas de «cultura científica», como las publicadas por algunas sociedades científicas y universidades, en las que los contenidos observan la sociedad desde el punto de vista científico (con carácter general o parcial). Son buenos ejemplos de ello, aunque no los únicos, *Revista de Física*, de la Real Sociedad Española de Física o la revista *SEBBM*, de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular) y, también, *Quark* de la Universidad Pompeu Fabra. En ellas, los científicos ejercen en primera persona la labor de la difusión de la ciencia y son un terreno abonado para las escasas vocaciones divulgativas de los profesionales de la ciencia.

Las revistas, por tanto, se han convertido en un formato potente, al que la ciencia se ha adaptado perfectamente, hasta convertirlo en su «versión oficial».

Por lo que respecta al panorama español, apenas destaca alguna revista científica de referencia capaz de competir con las grandes publicaciones internacionales. Y si lo hace ha de ser publicando su contenido íntegramente en inglés, lo que contribuye definitivamente a alejarla de una posición cultural próxima a nuestra sociedad. Por lo que respecta a las revistas de divulgación científica, se han convertido (excepto insignes excepciones, algunas ya citadas) en proyectos de corto recorrido (surgen, brillan y desaparecen o sobreviven), incapaces de encontrar el tono y el acento que nuestra sociedad requiere.

Por su propia naturaleza periódica, la revista es culturalmente «fungible» y sus contenidos no son tradicionalmente revisados por los lectores. Su paradigma narrativo se acerca cada vez más al periodístico en el caso de las publicaciones divulgativas. Las revistas de referencia han desarrollado, como ya se ha dicho, una formalidad muy cercana al informe técnico, de una desoladora aridez literaria.

### **Portales digitales**

Las estructuras informativas en internet, especialmente las que han surgido a raíz de la popularización del espacio web (*World Wide Web*) han representado un cambio significativo de formato, aunque no tan radical como pudiera parecer en un primer examen. Es cierto que algunas de las principales características de internet, la interactividad entre emisor y receptor y la facilidad con que cualquier ciudadano puede emitir su mensaje, han convertido este nuevo medio en comunicacionalmente revolucionario, pero esa radicalidad no ha tenido todavía paralelismo en sus contenidos ni en su formato. La página, es decir, una superficie que contiene una cantidad determinada de texto, sigue siendo la unidad conceptual en la web. De hecho, la principal característica respecto al contenido es que las «páginas digitales» imponen brevedad funcional. Hay, por lo demás, un factor social que

opera como barrera previa: el nivel de generalización del acceso a internet.

La ciencia, desde los inicios de internet ha buscado y encontrado acomodo en los recursos de la red consiguiendo con ello mejorar las expectativas de acercarse más a la sociedad. Expectativas que, sin embargo, parecen tardar en cumplirse íntegramente. Los portales digitales tienen una formalidad singular y atractiva, y abren la posibilidad de la interactividad, pero su estructura y presentación se siguen pareciendo demasiado a las publicaciones impresas (libros, revistas, periódicos) y el discurso y el origen de sus textos tiene excesivos referentes en la publicaciones de formato tradicional. En la medida que los creadores y editores operando en Internet sean capaces de incorporar a la novedad de los contenidos la novedad de los formatos, abandonando la referencia continua, directa o indirecta, a la página impresa, se liberará el potencial que este nuevo medio contiene e inevitablemente impregnará a la ciencia.

Atendiendo a la inmediatez e interactividad de Internet es plausible que no nos encontremos lejos del día en que una teoría científica se exprese originariamente en un portal digital y con una formulación esencialmente distinta de las utilizadas hasta ahora. Nuevas estructuras de la red, también textuales, como los *blogs* y los *tags*, que tienen cierto paralelismo con los cuadernos (de laboratorio y de campo) y las notas que los científicos han utilizado para plasmar de primera mano sus teorías, pueden estar en la raíz de los primeros pasos de esa revolución esperada. La expectativa de teorías científicas construidas en tiempo real en la red, ante la mirada atenta, y la interacción de infinidad de espectadores–seguidores–colaboradores, podría significar un resurgimiento de la interacción entre la comunidad científica y la sociedad (una nueva y potente versión de los desafíos de Benjamin Franklin, cuando colgaba las pruebas de imprenta de sus libros en la ventana de la imprenta para que los transeúntes las corrigieran según sus criterios).

Hay numerosos ejemplos de portales de ciencia. Toda gran institución científica ha desarrollado

y mantiene su propio espacio en internet. Pero los más famosos y visitados suelen ser, en la actualidad, los creados por las grandes revistas científicas de referencia y las de divulgación científica. Las organizaciones científicas, los hospitales, las universidades, las Academias y sociedades científicas, las empresas que desarrollan investigación, las administraciones públicas, las fundaciones, los museos, las bibliotecas y bancos de datos, los medios de comunicación, las asociaciones de aficionados a la ciencia en cualquiera de sus ramas, y un número abierto y creciente de organizaciones y particulares están creando de manera independiente la mayoría de las veces, coordinadamente otras, un gigantesco «espacio de aprendizaje y comunicación de la ciencia». Como se dijo al comienzo de esta sección, el problema que aparece en el horizonte y que multiplica el desarrollo de internet es el pasar de una situación histórica de escasez crónica de información científica al fenómeno opuesto, de *sobreabundancia* y «*sobrecarga*» *cognitiva* para los individuos. Junto a este fenómeno se da también el de una relativa dificultad para encontrar, en el espacio público de internet, un sistema capaz de calificar el conocimiento como conocimiento válido (esto es, validado por pares siguiendo los estrictos protocolos formales de las revistas de referencia impresas). Para el usuario final se hace cada vez más difícil distinguir entre conocimiento «*auténtico*» y conocimiento espurio o, al menos, no validado. En especial cuando no procede de un emisor públicamente y científicamente prestigioso y contrastado. Esto le impide asignar niveles de relevancia distintos a la información disponible en internet sobre un determinado tema científico (en ocasiones, con consecuencias directas indeseables sobre el usuario final de la información, particularmente en casos como los de la biomedicina y el cuidado de la salud). En nuestro país es perentorio que, en el marco de los planes de fomento de la sociedad de la información, se proporcione *formación a la sociedad sobre cómo filtrar la información científica y reconocer su validez*, si no se quiere que para un amplio segmento

de la población conocimiento relevante y verificado (o «autorizado») equivalga, sin más, a las páginas que presenta en primer lugar un buscador. Internet es, sin duda, un espacio y un conjunto de herramientas de potencialidades desconocidas, que todos, creadores y usuarios de la información científica necesitan dominar (adquiriendo un nuevo tipo de «literacy» o capacidad) y utilizar de manera intensiva. Sin perder la espontaneidad y los grados de libertad que creadores y usuarios (en cierto modo, creadores también) han tenido en la web, dando forma a la misma, es claro que el sistema educativo, las administraciones públicas y la propia comunidad científica deben contribuir a la formación sobre cómo navegar con mínimos riesgos y mayor ganancia en ese océano de información.

## TV

Medio de grandes difusiones y grandes audiencias, por excelencia. Su componente visual ha ido generando su propio lenguaje, imponiéndose a sus referencias textuales (el casi imprescindible guión). A pesar de que, con frecuencia, el contenido suele estar por debajo de la vistosidad y amenidad, es claro que la TV constituye un excelente soporte de la divulgación científica (no así de la ciencia en sentido estricto, que no ha encontrado su sitio en ese medio). Los programas calificados «de ciencia», adquieren con frecuencia el formato reportaje o magazine.

Hay en nuestros canales televisivos cierto número de programas que de algún modo podrían etiquetarse «de ciencia», pero su audiencia es baja y su horario de emisión, generalmente intempesitivo, es un efecto que retroalimenta la falta de espectadores. Sobresalen las series de reportajes dedicadas al mundo natural y, en especial, de etología animal, la mayoría de elaboración externa. Es claro que la TV impone elevadas barreras de entrada bajo la forma de recursos financieros muy altos.

Hay pocos hitos de divulgación científica a través de la TV (dos emblemáticos son la serie de

Carl Sagan y la obra del singular Rodríguez de la Fuente). La TV, en su proceso de especialización, ha generado canales de contenidos divulgativos de calidad (Discovery, NatGeo) en los que se encuentran todo tipo de ejemplos sobre cómo se entiende la ciencia en TV, pero su difusión sigue siendo minoritaria. Cabe destacar el fenómeno de una serie de TV de emisión internacional cuya trama se fundamenta en la aplicación de técnicas científicas y en la que la imagen tradicional del investigador es sustituida por la de un tipo peculiar de policía. Se trata de *CSI*. Su éxito en países como Estados Unidos, que ha dado lugar a varias franquicias, está produciendo el inquietante efecto de identificar al científico con un detective y a la actividad científica con la trama de una novela negra. Hay que subrayar que el portal digital de la serie contiene abundante material científico de un nivel que supera la estricta divulgación.

Tras el reportaje, la dramatización (y los híbridos entre ambos) es la mejor opción que ha detectado la TV para difundir ciencia. Queda de manifiesto que los principales reportajes de naturaleza tienen grandes dosis de artificiosidad y preparación y ello es, muy probablemente, parte fundamental de la clave de su éxito. La TV como vehículo del conocimiento científico presenta fortalezas y debilidades. El texto escrito (libro) es ideal para transmitir/crear pensamiento abstracto, la televisión es ideal para transmitir/crear emoción. La televisión es mala transmisora de datos, y la acumulación de éstos provoca la saturación de la capacidad receptora del espectador, que cambia de canal o, simplemente, desconecta. En ambos casos, el intento de comunicación queda abortado por un error en el planteamiento y la ejecución del mensaje (esto no ocurre solamente con la ciencia; también se da, por ejemplo, con determinados tratamientos televisivos de la historia). Sin embargo, existen trabajos televisivos que han conseguido transmitir conceptos de gran complejidad con un lenguaje adecuado.

La consulta de los datos más fiables sobre la presencia de la ciencia en televisión (datos de au-

diencia compilados por Sofres), documenta la débil presencia relativa de la ciencia en la programación de TV en España. Así, por ejemplo, el examen de los datos referidos al período 2000-2004 permite comprobar que la presencia de la ciencia es marginal en las parrillas: en 2004, TVE 1 emitió 19 horas de programación científica y otras tantas por la 2. Esto significa el 0,001 % de la emisión anual en cada cadena (las dos emiten 24 horas diarias, es decir 8784 horas al año). Esos datos distan de ser completos y responder a una clasificación precisa de lo que constituye y lo que no contenido científico (por ejemplo, el magazine *Redes* de TVE no aparece en la lista de programas dedicados a la ciencia), por lo que es posible que exista un número mayor de programas científicos (no capturados como tal debido a un «etiquetaje» incorrecto). De todos modos, aún suponiendo un factor de corrección de 10 a 1, estaríamos hablando de un porcentaje anual del 0,01 %, a todas luces modesto y a distancia de lo que sería deseable.

Si la presencia e influencia de los científicos en los formatos «de página» es escasa, en los medios audiovisuales es anecdótica, lo que ha contribuido a la «invisibilidad» del científico, y no sólo de la ciencia, para amplias capas sociales.

## Propuestas

### ***Propuestas de carácter general***

*Es necesario crear y potenciar acciones que mantengan el interés, no sólo sobre la ciencia noticiable, sino sobre el científico.*

Focalizar la atención periódicamente sobre un científico y su trabajo puede contribuir a «humanizar» la ciencia y a percibir la diversidad de sus contenidos a través de la diversidad de sus protagonistas.

Proponer a los medios de comunicación «*El científico del mes (o del trimestre)*», en la que se pongan de relieve, en un continuum, la importancia de la profesión a través de sus miembros más

destacados y la actualidad de sus proyectos puede contribuir a potenciar el interés de la sociedad. La COSCE debería liderar específicamente esta propuesta.

Desde la perspectiva institucional, faltan entidades (institutos, agencias) de referencia, con suficiente prestigio y capacidad comunicacional como para estimular la aparición de temas científicos con generación de material multimedia para uso de los medios de comunicación. Estas entidades son especialmente necesarias en casos de crisis (baste recordar aquí el caso reciente de los «meteoritos de hielo»), en los que la sociedad requiere una voz capaz de dar respuestas satisfactorias.

*Deben potenciarse instituciones científicas que ejerzan la referencia comunicacional.*

Si bien es cierto que existen profesionales de valor incuestionable a ambos lados de la interfase ciencia-comunicación, parece necesario profundizar en la profesionalidad del «espacio transaccional». *Generalizar un perfil de comunicador científico más profesionalizado e integrado en ambos mundos* y dotado de mejores y más efectivos útiles para evitar la reticencia del científico y la incompreensión del ciudadano.

Creemos muy recomendable la creación de un espacio de noticias científicas, una agencia capaz de proporcionar una visión panorámica de la extensa actualidad científica de nuestro país, reuniendo, integrando y articulando la información de los múltiples gabinetes de universidades y centros de investigación públicos y privados.

*Propiciar una agencia de noticias científicas que recoja y ordene la actualidad científico-técnica española.*

Finalmente, el mayor problema detectado en el camino que conduce la información científica desde su origen a la sociedad no es la confección de los productos (sean impresos o en formatos visual o digital), sino su difusión y distribución. Es, por tanto, *especialmente recomendable tener en cuenta los aspectos de difusión a la hora de valorar, in-*

*centivar o atender a cualquier proyecto o propuesta científicos.* La experiencia demuestra que magníficas realizaciones de divulgación científica nunca han llegado a su destino por no contar con un adecuado proyecto (y financiación) de su distribución.

## Propuestas específicas

### Libros

El acceso intelectual a la ciencia y otros contenidos queda seriamente en entredicho por la pérdida del hábito de la lectura, y la pérdida de comprensión lectora, especialmente en los escolares. La recuperación y el reforzamiento de ambas «capacidades» debe ser compatible con la emergencia de nuevos medios y formatos.

Un mayor calado de la ciencia en la sociedad, y una mayor actividad por parte de los ciudadanos, requerirá sin duda un incremento de su educación científica, que habrá de promoverse y estructurarse con el rigor que requiere una estructura conceptual como la de la ciencia. Uno de los escalones de ascenso a esa cultura puede estar constituido por una mayor y mejor oferta editorial.

La industria editorial de nuestro país, que comparte la misma crisis de identidad existente en el resto del mundo, merece la suficiente atención y medios como para superar esta situación. Las editoriales científicas son actualmente una rareza en nuestro panorama, lo que propicia que la producción de libros de ciencia sea inferior a la esperable del nivel de actividad científica entre nosotros y escasea en particular la producción de autores propios.

Deberían impulsarse los convenios de coedición con las instituciones correspondientes de obras de difusión y divulgación científica de claro interés social.

*Promoción específica de la edición científica a través de convenios de coedición.*

En su calidad de objeto social (aunque también cultural y comercial), el libro debería tener un acceso público a través de la red de bibliotecas, en la

actualidad claramente insuficiente y mejorable. En el caso específico del libro de ciencia, su presencia en las bibliotecas públicas es anecdótica y desfasada, y su oferta en muchos casos decepciona al usuario.

*Incrementar la presencia de los libros de ciencia, en especial de la novedades, en las bibliotecas públicas.*

El acceso comercial al libro de ciencia también se ve comprometido por las pocas facilidades que el sistema ofrece, donde la competitividad por un espacio en las librerías y la rápida rotación que impone el libro de consumo, no juega a favor de la idiosincrasia del libro de ciencia, de consumo no compulsivo y de mayor ciclo.

*Debe propiciarse un diálogo entre el mundo de editores y el de librerías para facilitar un trato diferenciado y favorable al libro de ciencia, que permita un mejor acceso a su público lector.*

Finalmente, la cultura del libro científico pasa por la cultura de la lectura, que no resulta suficientemente fomentada a lo largo del sistema educativo. El libro es actualmente un artículo poco valorado en las escuelas y raramente protagoniza segmentos importantes del proceso educativo, algo que se agrava en el caso del libro científico.

*Plena incorporación del libro de ciencia en la experiencia del aprendizaje.*

Una consecuencia indeseable de la poca presencia del libro en la escuela es que el ciudadano pierde capacidad de comprensión lectora, que es como decir que pierde el acceso a una de las vías más potentes de transmisión de ciencia. Es importante evitar que cristalice la idea de que el ordenador es el «sustituto natural» del libro.

### Revistas

La imparable caída de las revistas de divulgación y el auge de nuevas formulaciones debe analizarse a fin de identificar qué cambio de paradigma se

está produciendo en la percepción de la ciencia por parte de la sociedad, y si las nuevas formas de revistas de divulgación están sustituyendo las anteriores en las preferencias del público de siempre o se proyectan en sectores de la sociedad que hasta ahora no han mostrado interés por la ciencia.

El incremento espectacular de ilustración de las nuevas revistas de divulgación parece indicar que estas nuevas publicaciones pretenden acercarse a la comunicación visual, minimizando la textual, a fin de seguir las preferencias de los ciudadanos. Pero no es obvio que el tipo de información científica que se transmite mediante esa vía pueda sobreponerse a la que se obtiene de un formato «textual».

Como consecuencia de ello, el acercamiento al «lenguaje televisivo» está suponiendo convertir las revistas de divulgación científica en proyectos caros y, por tanto, de difícil financiación para el sector editorial propio.

Faltan las grandes revistas de ciencia (en todas sus acepciones, de divulgación y reflexión), habituales en otros países europeos. Esa situación de déficit es difícil que se cubra si no es aunando gran cantidad de esfuerzos entre las entidades privadas y las instituciones públicas.

*Es necesario articular colaboraciones múltiples para dotarnos de grandes revistas de divulgación y cultura científica.*

Un planteamiento cuidadoso de ayudas a revistas de divulgación y cultura científica permitiría la creación y supervivencia de proyectos serios, permitiendo acabar con la situación de déficit socioeconómico y cultural que representa su ausencia o, cuando menos, débil presencia en nuestra sociedad.

### **Portales digitales**

La primera y más urgente medida ha de ser propiciar y promover el uso de Internet por parte de los ciudadanos, un objetivo que requiere de acciones

decididas por parte de todas las administraciones. No es necesario ser creativos u originales, basta con adoptar medidas similares a las aplicadas en otros países.

Estamos, tal como se señaló anteriormente, ante un medio de enorme potencial, en el que la escasa envergadura y la poca o nula inversión están marcando el panorama. Los portales de divulgación científica, en el sentido estricto del término, excepto los que involucran la salud, son casi inexistentes y de influencia marginal. Si se detecta una falta de profesionalización en ciertos estadios de la divulgación científica, en el caso de los portales es especialmente cierto. Todas las instituciones científicas deberían llevar a cabo iniciativas de proyección a la sociedad, en formatos ya consolidados y en otros emergentes, de contenidos inteligibles para el ciudadano de la actividad investigadora más relevante que ocurre dentro de ellas. Los problemas de sobrecarga y falta de validación de los contenidos deberían compensarse con formación desde los primeros escalones educativos.

### **TV**

En vista de la escasa presencia de la ciencia en las parrillas de programación televisiva, es imprescindible asegurar que cada nueva oportunidad de transmisión aproveche al máximo las potencialidades del medio. No sirve de mucho invertir recursos (públicos o privados) en series o campañas divulgativas si los mensajes que se transmiten hacen un uso pobre o equivocado del medio.

¿Estrategia de «ghetto» o de infiltración? (¿o ambas a la vez?). Incrementar la presencia de la ciencia en televisión significa incrementar:

- a) la divulgación (conocimientos ya adquiridos; perfiles biográficos),
- b) el debate (sobre opciones científicas y morales, por ejemplo, células madre),
- c) la información (novedades científicas; política científica), pero también,

- d) el peso de la ciencia en el imaginario público (personajes, reales o de ficción) y
- e) la presencia de la ciencia en las franjas de programación infantil.

Los tres primeros niveles se corresponden con el tratamiento o reflejo de la «realidad»: informativos, reportajes, magazines, documentales. La tendencia habitual de las cadenas de televisión (que por definición se dirigen a un público masivo) es considerar que esos contenidos son minoritarios y, por tanto, relegarlos a los segundos canales y a horarios poco asequibles. Es deseable mejorar esta situación persiguiendo el incremento en cantidad y calidad de este tipo de oferta –es la estrategia «ghetto»: más oferta para el público reducido que ya consume ese tipo de productos.

La estrategia de infiltración corresponde a insuflar contenidos científicos en géneros y formatos donde no tiene ninguna presencia. Por ejemplo, personajes de las series de ficción tipo *Siete Vidas*, *Aquí no hay quien viva*, *El Comisario*, etc.

La ventaja de la infiltración es que llega a un público mucho más amplio porque el género «portador» es de gran audiencia; el inconveniente es que hay que aceptar un grado de compromiso mucho mayor. En efecto, habitualmente en estas series las tramas argumentales giran en torno a las relaciones sentimentales de los personajes, no a la dimensión profesional de su vida. Cuando el aspecto profesional tiene un papel destacado, entonces el compromiso tiene que ver con la «espectacularización» de la actividad.

La inclusión de contenidos científicos en los programas o franjas infantiles es una clara inversión de futuro. El aspecto práctico de la ciencia (experimentos) permite crear programas que, con un lenguaje adecuado, intentan estimular el interés infantil por la fascinación del descubrimiento (por ejemplo *El mundo de Beakman*, emitido por algunas cadenas autonómicas). Esta presencia, que en las cadenas privadas debe ser incentivada, debería convertirse en obligatoria para las cadenas de titularidad pública.

*Promover una presencia significativa de programas de ciencia en franjas infantiles y juveniles, especialmente en canales públicos.*

Cuestiones de lenguaje: si en todos los formatos se constata una dificultad en la adecuación del lenguaje propio de la ciencia a la del medio, en el caso de la TV ello es especialmente cierto. Sin embargo, la ficción (más o menos pura) parece marcar el camino del éxito. La primera conclusión es que los guionistas deberían recibir suficiente información como estímulo para la incorporación de la ciencia a sus creaciones. Si es tópico afirmar que la TV recrea la sociedad real, en ella «sólo» existen policías, médicos, periodistas y abogados. No hay señales acerca de la existencia de científicos en la sociedad actual. Y el guionista no sabe cómo situarlo.

Para corregir estas deficiencias *debería articularse un espacio común (foros, encuentros) entre guionistas y científicos para intercambiar sus respectivas visiones de la ciencia y la sociedad*, algo que es también aplicable a los espacios de encuentro entre científicos y editores de noticiarios.

*Generar encuentros estables entre científicos y guionistas, y editores de noticiarios de TV.*

Como ejemplo positivo de esta interacción hay que citar la incorporación de redactores de ciencia en el noticiario de mayor audiencia de una cadena televisiva, además de un reportaje sobre el tema científico del mes, a raíz de un debate sobre ciencia en el que participó su editor.

Como nota negativa, el poco rendimiento que se obtiene de la concesión de premios relevantes a científicos en el que los informativos no parecen encontrar ni el tono ni la vía para hacer accesible el perfil de los premiados para el público.

Se pone de manifiesto que el éxito de producciones audiovisuales de ciencia tiene repercusiones sociales y políticas de gran alcance, como en el caso de la citada CSI, o del reciente film *The day after tomorrow*, que avivó la polémica sobre el cambio climático (a pesar de que se trata de una dramatización, se puede calificar de suficiente-

## Ciencia y sociedad

mente rigurosa y documentada) y favoreció un contexto más sensible para las investigaciones sobre el clima.

La TV pública debería apostar decididamente, y a medio plazo, por programas de divulgación científica, a pesar de que en un principio pudieran no tener el éxito esperable de un programa para su permanencia en la programación. Existen nu-

merosos casos en los que la cultura de un programa la ha creado su persistencia en la parrilla.

Es necesario llamar la atención de los *prescriptores*, los que deciden temas y programas, sobre los contenidos científicos. Es necesario realizar acciones de promoción para acercar la ciencia a los distintos niveles que forman el sistema de la comunicación.

# Museos de ciencia y su papel en las relaciones ciencia-sociedad

En la actualidad existe en España un notable conjunto de centros dedicados a la divulgación científica. Con esa denominación integramos a museos y centros interactivos de ciencia, además de museos especializados, así como planetarios, acuarios, jardines botánicos y zoológicos. Se trata de un conjunto de límites difusos (existen discrepancias, por ejemplo, en cuanto a si una institución que incluye un delfinario debe ser considerada dentro de este grupo) y con distintos ejemplos de centros de naturaleza mixta, como acuario/museo (Casa de los Peces), planetario/cine Imax (Hemisfèric) y otros.

La novedad más importante en los últimos años consiste en la aparición de los nuevos museos y planetarios, que incluyen una veintena y están distribuidos por toda la geografía nacional. La iniciativa de creación de esos centros –así como su financiación y mantenimiento activo– ha correspondido tanto a Fundaciones vinculadas a entidades de crédito (CosmoCaixa, Kutxaespacio de la Ciencia) como a Ayuntamientos (Museos Científicos Coruñeses, Planetario de Madrid), Comunidades Autónomas (Planetario de Pamplona, Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha) o consorcios que agrupan a distintas entidades (Parque de las Ciencias de Granada). Es de justicia que la sociedad reconozca el esfuerzo económico de todas esas instituciones en la tarea de popularización de la ciencia. En la actualidad el número de visitantes y personas implicadas en las actividades de estos museos supera los 10 millones al año destacando, entre todos, la asistencia al Museo de las Ciencias Príncipe Felipe, de Valencia.

Los nuevos museos y planetarios, en general, presentan exposiciones y realizan actividades rela-

cionadas con aspectos de la ciencia contemporánea y el impacto social de la ciencia y la tecnología. Para ello no utilizan necesariamente objetos de colección, sino elementos expositivos de distinta naturaleza (interactivos, audiovisuales, informáticos, maquetas, modelos,...) especialmente diseñados para mostrar un fenómeno, explicar un concepto o, en general, provocar ideas y sentimientos.

Entre las características más destacadas de los nuevos museos está la posibilidad de interacción, que nace de la concepción del objeto expositivo como elemento educativo (al margen de que sea o no objeto de colección) y que ha quedado subrayada en un enunciado que se ha convertido en popular con una fórmula de cuatro invitaciones: «Prohibido no tocar, prohibido no pensar, prohibido no sentir, prohibido no soñar».

Los museos tradicionales de ciencia y tecnología también han sufrido alguna transformación, incorporando elementos interactivos en sus exposiciones. Pese a ello, ha de decirse que tanto el Museo Nacional de Ciencias Naturales como el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología carecen de los recursos necesarios para desarrollar una función educativa a la altura de lo que cabría esperar de instituciones tan relevantes y de la propia actividad investigadora que se desarrolla en ellos. Por su parte, el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Cataluña representa un singular modelo de lo que supone integrar y coordinar una red de instalaciones de interés en el campo de la arqueología industrial.

Los nuevos museos de ciencia cubren una amplia labor social. Por una parte, constituyen un fac-

tor clave para la mejora de la percepción pública de la ciencia, contribuyendo a una valoración positiva de la misma y de sus desarrollos tecnológicos. Además, estos centros promueven la educación en las actitudes y habilidades características de la ciencia entre todos los ciudadanos; ayudan a comprender conceptos científicos vinculados a la actualidad y sugieren claves para integrarlos en la cultura.

Los museos científicos cumplen también una función de apoyo y complemento a la educación formal, y así son visitados cada año por numerosos escolares. En ellos se presentan aspectos de la ciencia que difieren, en contenido y forma, de los propios de los centros docentes y que están más relacionados con la actualidad y la interdisciplinariedad, y quedan vinculados a situaciones de juego, alegría y libertad de iniciativa. También se realizan actividades –como talleres de ciencia– con un enfoque más didáctico, o dirigido al aprendizaje concreto de cuestiones del currículo.

Desde 1997 vienen celebrándose reuniones anuales de directivos de centros de ciencia y planetarios españoles, para intercambiar experiencias y establecer pautas de colaboración. En la primera de estas reuniones, celebrada en La Coruña, se firmó un manifiesto (ver bibliografía) que vincula la actividad de estos centros a las necesidades culturales de la población derivadas del desarrollo científico-técnico.

Existe un ambiente de comunidad de objetivos entre los museos españoles, que lleva a la producción conjunta de exposiciones (destacando la muestra «Madera del Ayre», que itineró por toda España, siendo fruto de la colaboración entre el MNCN y la Casa de las Ciencias) o programas audiovisuales de planetario (como «Vía Láctea», estrenado simultáneamente en los planetarios de Madrid, Pamplona y La Coruña). Existen muchos otros proyectos compartidos que incluyen ediciones, conferencias y actividades en general.

Los museos científicos no sólo realizan actividades dentro de sus instalaciones, sino que es frecuente que sus exposiciones se presenten en salas

no especializadas o incluso viajen en forma de «museo itinerante», como fue el caso de la Carpa de la Ciencia de la Fundación «La Caixa». En este sentido, también cabe destacar el papel de los planetarios portátiles, algunos de iniciativa privada.

Los museos científicos han tomado la iniciativa de realizar acciones, como publicaciones de amplia tirada y conferencias, debates o exposiciones, de información a la población ante situaciones de inquietud o alarma social que tienen relación con la ciencia o la tecnología (vacas locas, antenas de telefonía móvil, mareas negras, clonación humana, etc.).

Desde 1988 existen, convocados por los Museos Científicos Coruñeses, unos premios anuales para los mejores trabajos de divulgación científica (audiovisuales, libros, textos inéditos, artículos periodísticos). Estos galardones están en la actualidad vinculados al Premio Descartes de Divulgación Científica convocado por la Comisión Europea. Asimismo existen premios para potenciar la investigación científica entre los jóvenes, incluso destinados a estudiantes de la ESO, como el «Luis Freire», convocado anualmente desde 1998.

Tiene especial relevancia el papel de los museos científicos –como organizadores o con participación relevante de los mismos– en iniciativas como ferias de la ciencia, días de la ciencia y similares, destacando las celebradas en Madrid (Madrid por la Ciencia), La Coruña (Día de la Ciencia en la calle), Sevilla e Islas Baleares.

Cabe destacar también la preocupación por el desarrollo de la tarea de comunicación pública de la ciencia y la tecnología, y como prueba de su implicación en ella, se han organizado tres congresos de Comunicación Social de la Ciencia, por parte del Parque de las Ciencias de Granada (1999), Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia (2001) y Museos Científicos Coruñeses (2005).

Es asimismo importante la participación de los museos de ciencia en la organización, solos o en colaboración con universidades, institutos del CSIC y otras entidades, de jornadas, cursos o ciclos de conferencias. Las salas de conferencias de museos

se han convertido en el terreno más adecuado para el encuentro de científicos con los ciudadanos en general.

Los planetarios constituyen una herramienta excepcional para la enseñanza de conceptos relacionados con la astronomía y la geografía, pero sobre todo, hacen posible que personas de todas las edades se aficionen, a través de su comprensión, al maravilloso espectáculo del cielo estrella-

do. Debe potenciarse la tendencia de creación de planetarios públicos, de manera que exista al menos uno por cada comunidad autónoma.

El desarrollo de parques zoológicos y acuarios ha de servir para que puedan compaginar cada vez mejor su misión de educación medioambiental con una filosofía de respeto a los seres vivos y de conservación de la biodiversidad.

## Un aspecto central de las relaciones ciencia-sociedad: mujer y ciencia

En este apartado se plantean algunos de los trazos del complejo problema del desarrollo profesional de la mujer dentro de la comunidad científica. Los datos disponibles a nivel europeo informan que, a pesar de numerosas iniciativas de la Comisión Europea para promover la equidad de género en el ámbito de la investigación y la docencia, el progreso ha sido muy lento, y así es reconocido en un reciente documento (*Women and Science: Excellence and innovation-Gender Equality in Science. European Commission, SEC (2005) 370*). En España, el progreso de las mujeres en educación en las últimas dos décadas ha sido espectacular. Tomando los datos aportados por la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas relativos a 71 universidades ([www.ujaen.es/serv/gerencia/images/webestudiocrue04/index.htm](http://www.ujaen.es/serv/gerencia/images/webestudiocrue04/index.htm)), las mujeres representan el 53 % de los estudiantes matriculados y el 59 % de las personas graduadas. Son mujeres el 75 % matriculado en ciencias de la salud, el 65 % en humanidades, el 63 % en ciencias sociales y derecho, el 59 % en ciencias experimentales y el 28 % en ingenierías y carreras técnicas. Por primera vez en España, el 51 % de las tesis doctorales defendidas corresponde a mujeres. Sin embargo, al avanzar en escalones superiores de la carrera docente-investigadora, las mujeres están en progresiva minoría, siendo solamente el 35 % del profesorado titular y ocupando escasamente el 13 % de las cátedras o el 15 % del escalón equivalente en el CSIC.

Una parte significativa de esas diferencias observables hoy se explica por variables claramente discriminatorias, que han operado en la sociedad española en un período temporal anterior. Otra

parte es resultado de la interacción de una larga serie de variables de dominios diversos, desde el «privado» de la distribución de roles y expectativas en el ámbito familiar, al de la influencia de intangibles culturales todavía existentes en nuestra sociedad y en sus instituciones, que convergen primando a los hombres cuando se trata de la asignación de los niveles más altos de responsabilidad (en este caso, en la carrera investigadora y/o docente).

Además de la ausencia de una verdadera igualdad de oportunidades durante las décadas anteriores, una de las principales razones de la casi ausencia de mujeres en los niveles altos del sistema de I+D es que las mujeres no han tenido estímulos para ser líderes de grupo. Ese condicionante socio-cultural no es, desde luego, específico de las científicas, sino que afecta a todas las profesiones. En el campo de la investigación, hay otro condicionante significativo, derivado de la presencia muy descompensada de hombres y mujeres, a favor de los primeros, en los tribunales y comités de evaluación. AMIT (Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas) ha venido reclamando diversas medidas sobre este aspecto que deberían ser objeto de consideración atenta por parte de los distintos agentes del sistema de ciencia y tecnología del país.

Para hacer frente a un problema de la complejidad del que nos ocupa, la primera y más urgente recomendación es la de *fomentar la obtención de información fiable y sistemática, sobre la que basar análisis estadísticos precisos de los orígenes de la actual situación de desigualdad observable en el sistema español de ciencia y educación superior*. La disponibilidad de indicadores cuantitativos estandarizados y análisis estadísticos rigurosos deberían

permitir identificar de manera precisa las variables del pasado y las del presente, las de naturaleza pública y las de carácter «privado», las fácilmente materializables y las de tipo «intangibles», que contribuyen a generar un efecto agregado de desigualdad. Esta información proporcionaría las herramientas más eficaces para la corrección de las desigualdades anotadas de manera decidida y sostenida, al tiempo que evitaría los efectos indeseados de medidas no fundamentadas en evidencia obtenida de acuerdo con los protocolos al uso en ciencias sociales.

No es necesario esperar a esos análisis para comenzar a aplicar algunas medidas, varias de ellas recomendadas por AMIT. Entre ellas, la reciente creación de la Unidad de Mujer y Ciencia (UMYC) dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia y otras que no necesitan de mayor análisis y cuyos efectos claramente beneficiosos son fácilmente anticipables. Así, destacamos las siguientes:

1. Crear o reforzar los mecanismos de conciliación entre la vida profesional, privada y familiar con horarios flexibles, servicios sociales públicos para el cuidado de las personas dependientes e incen-

- tivos fiscales que favorezcan estos mecanismos.
2. Fomentar la formación no sexista en todos los niveles educativos y sensibilizar a la sociedad en su conjunto.
3. Divulgar las políticas europeas que promuevan la igualdad de oportunidades entre ambos sexos en el sistema de ciencia y tecnología.
4. Instar a las distintas administraciones y organismos públicos a unificar los criterios en la elaboración de indicadores desglosados por sexo.
5. Publicar y difundir las estadísticas y los indicadores anualmente.

Hay numerosas iniciativas puestas en práctica, principalmente en los países nórdicos, que facilitan la movilidad de las investigadoras, el retorno a la carrera científica o la dedicación a tiempo parcial tras periodos de baja maternal. Muchas de estas acciones son transferibles a nuestro ámbito específico, y contribuirían a detener la pérdida de mujeres en el frágil sistema español de I+D, o su masiva desmotivación por las barreras adicionales que encuentran en la carrera competitiva por la excelencia investigadora, un problema que afecta de manera claramente negativa al progreso del país.

## Bibliografía

- American Association for the Advancement of Science (AAAS): *Project 2061. Science for All Americans*. Washington, D.C.: AAAS, 1989.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS): *Project 2061. Benchmarks of Science Literacy*. Nueva York-Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Barnes, Barry: *About science*, Oxford, Blackwell, 1985
- Brockman, John: *The Third Culture*, Los Angeles, Edge Books, 1995.
- Comisión Europea: *Plan de Acción. Ciencia y Sociedad*, Bruselas, Oficina de Publicaciones, 2002.
- Comisión Europea: *Ciencia y Sociedad, Forum Europeo 2005*: [http://www.europa.eu.int/comm/research/conferences/2005/forum2005/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/research/conferences/2005/forum2005/index_en.htm)
- Comisión Europea: «Ciencia y sociedad: Hacia una nueva forma de cooperación». [http://europa.eu.int/comm/research/science-society/action-plan/03\\_actionplan\\_es.html.0000011111](http://europa.eu.int/comm/research/science-society/action-plan/03_actionplan_es.html.0000011111)
- Etzioni, A.; Nunn, C.: «The Public Appreciation of Science in Contemporary America», *Daedalus* 1974; 103 (nº 3, Summer): 191-205.
- European Commission: *Science and Society Action Plan*. Bruselas, EC, 2002.
- Evans, Geoffrey; Durant, John: «The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain», *Public Understanding of Science* 1995; 4.
- Fundación BBVA: *Informe sobre los estudiantes universitarios españoles*, Bilbao, Fundación BBVA, 2004.
- Gaskell, G. et al.: «Europe ambivalent on biotechnology», *Nature* 1997; 387 (26 June): 845-847.
- Gaskell, G. et al.: «Worlds Apart? The Reception of Genetically Modified Foods in Europe and the U.S.», *Science* 1999; 285 (16 July): 384-387.
- Giddens, Anthony: *Modernity and Self-Identity*, Stanford, Stanford University Press, 1991.
- Giorello, Julio: «La perennidad del Libro», Comisión Europea, entrevista en: <http://europa.eu.int/comm/research/news-centre/es/soc/02-09-special-soc13.html>, 1992.
- Guston, David H.; Keniston, Kenneth: «Introduction: The Social Contract for Science», en: David H. Guston y Kenneth Keniston (eds.): *The Fragile Contract. University Science and the Federal Government*, Cambridge, MA, The MIT Press, 1994.
- Handlin, Oscar: «Ambivalence in the Popular Response to Science», en Barry Barnes (ed.): *Sociology of Science*, Harmondsworth, Penguin, 1972: 253-268.
- Hartz, Jim y Chappell, Rick: *Worlds Apart*, First Amendment Center. Accesible en [www.freedomforum.org/publications/first/worldsapart/worldsapart.pdf](http://www.freedomforum.org/publications/first/worldsapart/worldsapart.pdf)
- House of Lords (Select Committee on Science and Technology): *Science and Society*, Londres, The Stationery Office, 2000.
- Ingenious*: [www.ingenious.org.uk](http://www.ingenious.org.uk), NMSI, 2003.
- Lewenstein, Bruce (ed.): *When Science Meets the Public*, Washington, AAAS, 1992.
- Martin Lipset, Seymour; Schneider, William: *The Confidence Gap. Business, Labor, and Government in the Public Mind*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1987 (edición revisada).
- Marx, Leo: «The Domination of Nature and the Redefinition of Progress», en Leo Marx y Bruce Mazlish (eds.): *Progress. Fact or Illusion?*, Ann Arbor, The University of Michigan Press, 1998.
- Miller, Jon D.: «Scientific Literacy: A Review», *Daedalus* 1983; 112 (2): 29-47.
- Miller, Jon D.; Pardo, Rafael: «Civic Scientific Literacy and Attitude to Science and Technology: A Comparative Analysis of the European Union, the United States, Japan, and Canada», en: Meinolf Dierkes y Claudia von Grote (eds.): *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 2000: 131-156.
- Muñoz, Emilio: *Problems in the Analysis of the Public's Perception of Biotechnology: Europe and Its Contradictions*. Madrid: Working Paper 03-03, Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CSIC), 2003.
- National Academy of Sciences (Committee on the Conduct of Science): *On Being a Scientist. Responsible Conduct in Research*, Washington, D.C., National Academy Press, 1989.
- Nombela Cano, César (ed.): *El conocimiento científico como referente político en el siglo XXI*, Bilbao, Fundación BBVA, 2004.
- Nelkin, Dorothy: *Selling Science; Scientists in search of a press*, Monografías Dr. Antonio Esteve. Número 12. Barcelona, 1991.
- Nelkin, Dorothy: *La ciencia en el escaparate*, Dorothy Nelkin, Fundesco. Madrid, 1990.
- Nelkin, Dorothy: *Selling Science. How the Press Covers Science and Technology*, Nueva York, W.H. Freeman and Company, 1995 (Revised Edition).
- Pardo, Rafael: «La cultura científico-tecnológica de las sociedades de modernidad tardía», *Papeles y Memorias de la Academia de Ciencias Morales y Políticas*, Febrero 2001, Nº IX: 26-47.
- Pardo, Rafael; Calvo, Félix: «Attitudes towards Science among the European Public: a Methodological Analysis», *Public Understanding of Science* 2002; 11: 155-95.
- Pardo, Rafael; Midden, Cees; Miller, Jon D.: «Attitudes toward biotechnology in the European Union», *Journal of Biotechnology* 2002; 98: 9-24.
- Public Understanding of Science*. Revista trimestral. [www.sagepub.co.uk/journalhome.aspx](http://www.sagepub.co.uk/journalhome.aspx)
- Quark*, 7: «Comunicar la ciencia», Barcelona, OCC-UPF, 1997.
- Quark*, 26: «Divulgadores de la ciencia», textuales, OCC-UPF, 2002.

- Shanin, J. y Bierhoff, Jan: *Connecting the media and research worlds*, (informe), ProyectoMudia. Accesible en [www.mudia.ecdc.info](http://www.mudia.ecdc.info)
- Shen, Benjamin S.P.: «Science Literacy and the Public Understanding of Science», en Stacey B. Day (ed.): *Communication of Scientific Information*, Basilea–Munich–París–Londres–Nueva York, S. Karger, 1975: 44-52.
- Solter, Davor et al.: *Embryo Research in Pluralistic Europe*, Berlin-Heidelberg, Springer, 2004.
- Sturgis, Patrick; Allum, Nick: «Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes», *Public Understanding of Science* 2004; 13: 55-74.
- Wilson, Anthony (ed.): *Handbook of Science Communication*, Bristol-Filadelfia, IOP Publishing, 1998.

---

CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA (COSCE)

# ACCIÓN CRECE

Comisiones de Reflexión y Estudio  
de la Ciencia en España



## Anexo

Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)



# Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)

La incorporación de España a las nuevas estructuras internacionales ha determinado una transformación de la sociedad que afronta, de este modo, un futuro que se inscribe en una nueva realidad social. Sin duda, un elemento fundamental de esa realidad es el papel que necesariamente van a desempeñar el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico. Caben pocas dudas sobre el cometido esencial que la vigorosa sociedad civil europea está llamada a jugar en este proceso, en el que la aportación de la comunidad científica aparece como un ingrediente de cuya trascendencia nadie puede dudar ya.

La necesidad de convertir esa comunidad científica en un interlocutor coherente e integrado tanto de la propia sociedad como de los poderes públicos, se revela como un requisito en la vertebración social, tantas veces reclamada, de nuestro país. La comunidad científica española, consciente de las responsabilidades que le atañen en la construcción de este nuevo futuro, ha determinado contribuir a esta empresa común a través de sus sociedades científicas representativas, algunas de las cuales cuentan ya con más de un siglo de historia, promoviendo su integración en una **Confederación de Sociedades Científicas de España**. Esta Confederación, fruto de diversas iniciativas colectivas promovidas en 2003 agrupa, tras las últimas incorporaciones de 2004, más de 50 sociedades científicas.

Los fines de la **COSCE**, recogidos en sus estatutos, son los siguientes:

- Contribuir al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.
- Actuar como un interlocutor cualificado y unifi-

cado, tanto ante la propia sociedad civil como ante sus poderes públicos representativos en asuntos que afecten a la ciencia.

- Promover el papel de la ciencia y contribuir a su difusión como un ingrediente necesario e imprescindible de la cultura.

La creación de la **COSCE** ha representado un indicador inequívoco de la madurez del colectivo de científicos y la expresión de su capacidad de servicio y voluntad de asumir la responsabilidad que le exige la sociedad, sin renunciar al protagonismo colectivo que el futuro, sin duda, reserva a la ciencia.

## Primera Junta de Gobierno de la COSCE

**Presidente:** Joan Guinovart

**Vicepresidente:** Alfredo Tiemblo

**Secretario general:** Pablo Espinet

**Tesorero:** Juan Luis Vázquez

### Vocales:

Emilio Muñoz (artes, humanidades y ciencias sociales)

José Miguel Rodríguez Espinosa (matemáticas, física y tecnologías físicas, química y tecnologías químicas)

Manuel Mas (ciencias de la vida y la salud)

José López-Ruiz (ciencias de la tierra, agricultura y medio ambiente)

Manuel Palomar (ciencia y tecnología de los materiales y de la información y la comunicación)

**Sociedades miembros de la COSCE  
(mayo de 2005)**

- |  |  |
|--|--|
| Asociación Española de Andrología                              | Sociedad Española de Epidemiología   |
| Asociación Española de Ciencia Política y de la Administración | Sociedad Española de Fertilidad  |
| Asociación Española de Científicos                             | Sociedad Española de Fijación de Nitrógeno   |
| Asociación Española de Genética Humana                         | Sociedad Española de Física Médica   |
| Asociación Española de Historia Económica                      | Sociedad Española de Fisiología Vegetal  |
| Asociación Española de Leguminosas                             | Sociedad Española de Fitopatología   |
| Asociación Española para el Estudio del Cuaternario            | Sociedad Española de Genética  |
| Real Sociedad Española de Física                               | Sociedad Española de Geomorfología (SEG)   |
| Real Sociedad Española de Historia Natural                     | Sociedad Española de Inmunología   |
| Real Sociedad Española de Química                              | Sociedad Española de Inteligencia Artificial   |
| Real Sociedad Geográfica                                       | Sociedad Española de Malherbología   |
| Real Sociedad Matemática Española                              | Sociedad Española de Matemática Aplicada   |
| Sociedad de Biofísica de España                                | Sociedad Española de Materiales  |
| Sociedad de Espectroscopia Aplicada                            | Sociedad Española de Microbiología   |
| Sociedad de Estadística e Investigación Operativa              | Sociedad Española de Mineralogía   |
| Sociedad Española de Agroingeniería                            | Sociedad Española de Neurociencia  |
| Sociedad Española de Astronomía                                | Sociedad Española de Óptica  |
| Sociedad Española de Biología Celular                          | Sociedad Española de Paleontología   |
| Sociedad Española de Biometría                                 | Sociedad Española de Protección Radiológica  |
| Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular           | Sociedad Española de Psicofisiología   |
| Sociedad Española de Cerámica y Vidrio                         | Sociedad Española de Psicología Experimental   |
| Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas                     | Sociedad Española de Virología   |
| Sociedad Española de Ciencias Hortícolas                       | Sociedad Española para el Fomento de la Investigación en Materiales e Ingeniería de la Fabricación |
| Sociedad Española de Cultivo In Vitro de Tejidos Vegetales     | Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural                                       |
| Sociedad Española de Diabetes                                  | Sociedad Geológica de España   |