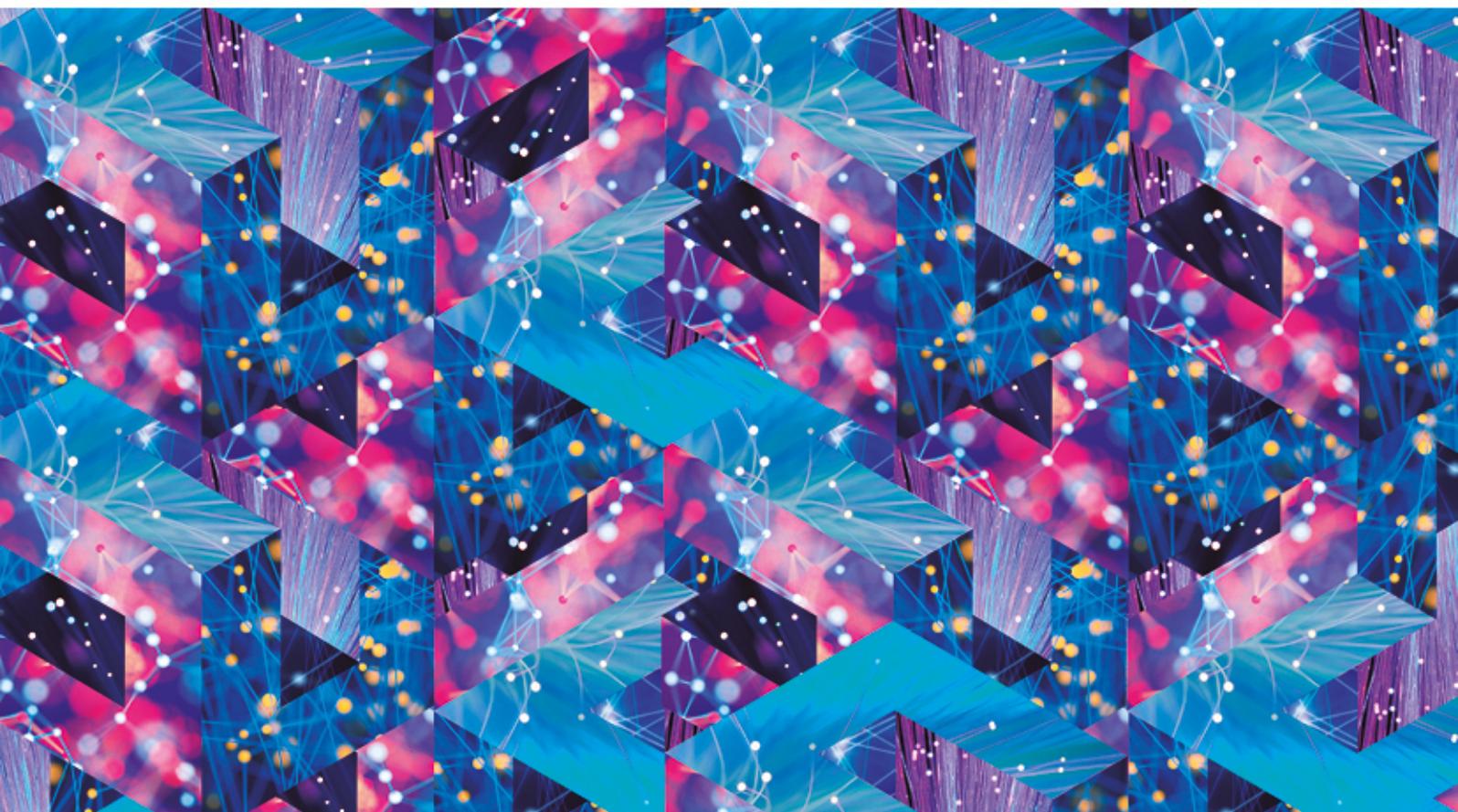




# INFORME SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA





**INFORME SOBRE  
LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
EN ESPAÑA**

MADRID 2017

@ Los autores  
@ Fundación Alternativas

Edición: Andrea Fernández Novo y Sergio Torres Pascual.

Diseño de cubierta, maquetación e impresión:  
Tevescop, S.A.  
C/ Villanueva 24, 3º 28001 Madrid.  
Tel.: 91 426 21 70

ISBN: 978-84-15860-80-8  
Depósito Legal: M. 16075-2017

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares de Copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos. No está permitido el uso comercial de los medios publicados por la Fundación Alternativas sin el consentimiento por escrito de la misma.

## INVESTIGADORES

### VICENTE LARRAGA (COORDINADOR)

Licenciado en Medicina y Cirugía y doctor en Biología. Profesor de Investigación en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, donde dirige el grupo de Parasitología Molecular. Autor de más de un centenar de publicaciones en libros y revistas internacionales. Recientemente ha publicado varios trabajos sobre genómica en parásitos.

### ISABEL ÁLVAREZ

Profesora Titular en el Departamento de Economía Aplicada II de la Universidad Complutense de Madrid. En la actualidad es Directora del Instituto Complutense de Estudios internacionales (ICEI) de la misma universidad. Las empresas internacionales, la innovación y el desarrollo son sus principales temas de investigación. Autora de numerosos artículos en revistas nacionales, internacionales y capítulos de libros, también ha sido consultora para diversas instituciones.

### JESÚS ÁVILA

Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es Profesor vinculado "ad honorem" en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM) y Director Científico de CIBERNED.

### MARIANO BARBACID

Profesor AXA-CNIO de Oncología Molecular y jefe del grupo de Oncología Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). Estudió Ciencias en la UCM y es Doctor por el Instituto de Biología Celular del CSIC. Es fundador del CNIO, miembro Extranjero de la Academia de Ciencias de EE. UU., así como Fellow de la Academia de la Asociación Americana de Investigación en Cáncer. Además, es Doctor Honoris Causa por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, por la Universidad de Cantabria y por la Universidad de Barcelona.

### ANA CUEVAS BADALLO

Doctora en Filosofía por la Universidad de País Vasco. Actualmente es profesora titular en la Universidad de Salamanca, y directora del Instituto Universitario de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Especialista en el área de la participación pública en ciencia y tecnología.

### JOSEP LOBERA SERRANO

Profesor de Sociología en la Universidad Autónoma de Madrid y profesor colaborador de Tufts University. Doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña, Master of Science por la University of Houston. Su tesis abordó "Las concepciones del mundo y de la tecnociencia en la transformación de los conflictos socioambientales". Recientemente ha publicado diversos artículos sobre la representación social de la tecnociencia en España.

## INVESTIGADORES

### SANTIAGO M. LÓPEZ

Profesor titular de Historia e Instituciones Económicas (Universidad de Salamanca). Subdirector del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (USAL). Miembro del proyecto de investigación BUCUM (BUilding Capacity for University Management) – TEMPUS / Unión Europea.

### RAQUEL MARÍN SANZ

Doctora en Economía por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es Profesora del Departamento de Fundamentos del Análisis Económico I de la Universidad Complutense e Investigadora asociada al Instituto Complutense de Estudios Internacionales. Las empresas multinacionales, la internacionalización de la tecnología y el desarrollo son sus principales temas de investigación. Es autora de varios artículos publicados en revistas nacionales e internacionales de reconocido prestigio.

### JOSÉ MOLERO ZAYAS

Catedrático de Economía Aplicada en la UCM. Actualmente es Director del Grupo de Investigación en Economía y Política de la Innovación; Coordinador del Programa de Doctorado Interuniversitario en Economía y Gestión de la Innovación; Vicepresidente del TOS-ICP de la Comisión Económica para Europa de la ONU; Presidente del Foro de Empresas Innovadoras; miembro del Patronato del Parque Científico de Madrid y miembro de la Comisión de Presupuestos de I+D+i de la COSCE.

### EMILIO MUÑOZ RUIZ

Doctor en Farmacia, ha ocupado diversos puestos en la gestión de la Política Científica española contemporánea. Actualmente asesora a la Unidad de Investigación en Cultura Científica del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y es Profesor de Investigación “ad honorem” del CSIC en el Instituto de Filosofía del mismo. Dirige científicamente la Unidad de Emprendimien-

to Social, Ética y Valores en la Ingeniería en la Escuela Superior de Ingenieros de Minas de la UPM. Es autor de La crisis de la sociedad actual y los riesgos de involución.

### JOSE DE NO SÁNCHEZ DE LEÓN

Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Valladolid. Investigador Científico del CSIC Jubilado. Trabajó en el Instituto de Automática Industrial y el Centro de Automática y Robótica del CSIC. Ha sido Subdirector General de Automatización y Robótica y de Tecnologías de Fabricación en el Ministerio de Industria y Energía (1989-96) y Director de Transferencia de Tecnología del CSIC (1996-2001). Dedicado al estudio de la innovación y a la explotación de los resultados de la investigación, desde 2009 realiza para COSCE el estudio sobre Análisis de la Inversión en I+D+I en los Presupuestos Generales del Estado.

### MIGUEL ÁNGEL QUINTANILLA FISAC

Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Salamanca, fue senador por Salamanca en las Cortes Españolas entre 1982 y 1989 en la candidatura del PSOE. En 1986 fue designado presidente de la nueva “Comisión mixta Congreso-Senado de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico”, responsable de la evaluación parlamentaria del Plan Nacional de I+D. También fue Secretario General del Consejo de Universidades (1991-1995) y Secretario de Estado de Universidades e Investigación.





# ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	15
AVANT-PROPOS .....	21
RESUMEN EJECUTIVO	
¿Cuál es la situación actual de la ciencia y la tecnología en España? .....	27
¿Qué se puede hacer para mejorar la situación actual? .....	28
INTRODUCCIÓN .....	33
<b>1. CIENCIA Y SOCIEDAD: DÚO NECESARIO PARA LA CALIDAD DE VIDA</b>	
1.1. Preámbulo. ....	39
1.2. Una perspectiva histórica. ....	39
1.3. Qué es la ciencia. ....	40
1.4. La utilidad de la ciencia. ....	41
1.5. La ciencia y su relación con las sociedades avanzadas. ....	42
1.6. La ciencia y los distintos niveles de organización social. ....	44
1.7. Los costes de los recortes en la inversión en ciencia en España. ....	45
1.8. Cómo afecta la ciencia a nuestro patrimonio cultural. ....	45
1.9. ¿Somos diferentes los científicos españoles? .....	45
1.10. Sin ciencia de calidad no hay futuro. ....	46
<b>2. TRAYECTORIA SOCIO-HISTÓRICA DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA EN ESPAÑA</b>	
2.1. La política científica: ¿un concepto en recesión? .....	51
2.1.1. Objetivos y medios de una política de ciencia y tecnología. ....	52
2.2. Indicadores y estándares en I+D. ....	52
2.3. El tránsito entre los siglos XX y XXI. De las políticas científicas a las políticas de innovación. ....	53
2.4. La trayectoria histórica del sistema español de ciencia y tecnología. ....	54
2.5. La universidad española: un apunte. ....	57
2.6. Análisis panorámico de la evolución de la política científica desde la transición. ....	58
2.7. Las nuevas instituciones. ....	59
2.8. Las plagas de la política científica española. ....	59
2.9. Conclusiones. ....	60

<b>3. LOS AGENTES DEL SISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SUS RELACIONES</b>	
3.1. Qué es actualmente el sistema de ciencia y tecnología. ....	65
3. 1.1. Los agentes dedicados a la investigación. ....	65
3. 1.2. Las administraciones públicas. ....	66
3. 1.3. El tejido productivo. ....	67
3. 2. Contextualización. ....	68
3. 3. La transferencia de los resultados de la investigación. ....	69
3. 4. Conclusiones, cuellos de botella y reconsideraciones. ....	70
<b>4. LA FINANCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE I+D+I</b>	
4.1. Introducción. ....	75
4. 2. La financiación pública. ....	76
4. 2.1. La financiación de la I+D en los PGE. La Política de Gasto 46. ....	76
4. 2.2. La ejecución presupuestaria y la relación con el tipo de fondos. ....	80
4. 2.3. La medición de resultados. Una carencia grave. ....	83
4. 3. Otros recursos públicos que deben financiar la investigación. ....	83
4. 4. Las empresas que viven de investigación. ....	84
4. 5. Conclusiones. ....	86
<b>5. LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA</b>	
5.1. Introducción. ....	91
5. 2. La internacionalización del conocimiento: movilidad y flujos. ....	92
5. 3. La colaboración internacional en la generación de conocimiento. ....	96
5. 4. La participación española en programas científicos internacionales. ....	98
5. 5. Conclusiones y recomendaciones. ....	100
<b>6. LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA</b>	
6.1. La percepción social de la tecnociencia. ....	105
6. 2. Interés, información y conocimiento. ....	106
6. 3. Imagen general positiva y ambivalencia. ....	107
6. 4. El prestigio de las profesiones tecnocientíficas. ....	108
6. 5. La profesión investigadora. ....	110
6. 6. Riesgo y tecnociencia. ....	111
6. 7. La financiación. ....	114
6. 8. Conclusiones. ....	115

<b>7. INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD: LA NECESIDAD DE UN “CÍRCULO VIRTUOSO”</b>	
7.1. Introducción.	119
7.2. Innovación y economía.	119
7.3. La innovación tecnológica en España.	
7.3.1. Condiciones de base.	120
7.3.2. Las empresas y su esfuerzo innovador.	121
7.3.3. Los activos complementarios.	122
7.3.4. Los resultados.	123
7.3.5. El marco institucional.	126
7.4. Recomendaciones: la necesidad de un “fuerte empujón”.	127
<b>8. GOBERNANZA Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA</b>	
8.1. Esfuerzo público en la dotación básica de infraestructuras y personal.	133
8.2. Gobernanza de la ciencia en manos de los científicos.	137
8.3. Creación de la oficina parlamentaria de evaluación de opciones científicas y tecnológicas.	138
8.4. Conclusión: un pacto cívico por la ciencia.	139
<b>CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES</b>	
Conclusiones.	143
Recomendaciones.	146
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	153
<b>GLOSARIO</b>	163



# Presentación



# PRESENTACIÓN

## **Nicolás Sartorius.**

Vicepresidente Ejecutivo de la Fundación Alternativas.

Hoy presentamos el primer Informe sobre la Ciencia y la Tecnología en España que ha elaborado la Fundación Alternativas. La decisión de abordar este nuevo proyecto se debe a diferentes motivos que se pueden resumir en un axioma: sin avances científicos no hay progreso posible. No creo descubrir nada nuevo si afirmo que la relación de la sociedad y el Estado español con la ciencia ha sido, en general, complicada por no decir frustrante. Y ello no se ha debido a que los españoles seamos mentalmente incapaces de pensar científicamente. Ha habido y sigue habiendo eminentes científicos españoles, no muchos pero suficientes como para rechazar cualquier incapacidad congénita y desmentir, con el tiempo, aquella afirmación de Juan de Mariana en su Historia General de España, en la que define a los "españoles" de excelentes guerreros pero "aborrecedores del estudio de las ciencias". Claro que en la época a la que se refería Mariana no habían nacido todavía investigadores como Cajal, Bolívar, Achúcarro, Pío del Río-Hortega, Severo Ochoa, Grande Covan, Blas Cabrera, Duperier, Rey Pastor, por mencionar algunos de los eminentes científicos que ha dado nuestro país.

La razón de la insuficiencia en este campo, tan trascendental, no obedece a razones biológicas, sino a que ni el Estado ni el sector privado han prestado un interés preferente por la ciencia, ni tampoco por la educación en general, hasta fechas bien recientes. En España el analfabetismo fue mucho más abundante y resistente que en los países avanzados de Europa. Las Universidades perdieron fuelle a partir de Felipe II y nuestra industrialización fue tardía, raquítica

y deudora de aportaciones foráneas, al igual que nuestro capitalismo y burguesía. No es de sorprender que en la lista de premios Nobel en Ciencia solo aparezcan dos españoles, el inolvidable Santiago Ramón y Cajal y Severo Ochoa, este último desarrollado profesionalmente en los EE.UU.

Bien es cierto que, con la labor de la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, creada en 1907 y dirigida por Ramón y Cajal, se dio un impulso notable a la ciencia; un impulso que se acrecentó durante la 2ª República, periodo en el que tanto el presupuesto de Instrucción Pública como el de la propia Junta se doblaron en el escaso tiempo de tres años. Tal era la penuria y abandono de años anteriores que D. Santiago, en sus recuerdos, afirma: "porque a mi llegada a la Corte (1892) encontré por todo laboratorio cierto pasillo angosto, pobrísimo de material e instrumental, sin libros ni biblioteca de revistas".

Con la guerra civil y la dictadura quedó destruida la ciencia española. La represión, el exilio, las depuraciones de lo más granado de nuestro pensamiento humanista y científico liquidó un despertar prometedor. El objetivo del Nuevo Estado, en este terreno, fue enmendar a fondo la labor de la Junta y de la Institución Libre de Enseñanza que la había inspirado. Un tercio de todos los catedráticos de Universidad fueron depurados, los fondos destinados a I+D nunca superaron el 0,30 % del PIB y un Informe de la OCDE señalaba en 1964 que la investigación de la universidad española era prácticamente inexistente. El "que inventen ellos" se había he-

## PRESENTACIÓN

cho realidad, España había retrocedido 40 años en este terreno.

Con la conquista de la democracia se ha intentado recuperar el tiempo perdido, dedicando a este menester mayores recursos, sobre todo públicos pero también privados en determinadas áreas, aunque siempre sometidos al vaivén del ciclo económico. En 2010 la inversión en I+D sobre el PIB fue del 1,40% y hubo años en los que se creció a tasas superiores a las de los países más avanzados, originándose en este campo una cierta convergencia. Sin embargo, con la crisis y una política miope, se volvió a frenar el crecimiento y la inversión en I+D pasó a un 1,19% del PIB, mientras los países más avanzados (como Francia, Alemania, Gran Bretaña e incluso Italia, que estaba por detrás de nosotros) aumentaron las inversiones en ciencia, con lo que el desequilibrio se volvió a acentuar. Es decir, un vaivén que, si siempre es negativo en empeños de largo aliento, en el caso de la ciencia puede ser letal, pues esta necesita de constancia y seguridad en los medios y proyectos, en especial la ciencia de base o pura, que es la más trascendental.

A pesar de todo se ha mejorado y en ciertos campos de manera notable, como es de ver en el presente Informe. No obstante, los recursos siguen siendo claramente insuficientes, pues no hay más que analizar los Presupuestos Generales del Estado de los últimos años y comparar la inversión en I+D con otros países avanzados de Europa, de Asia o de América del norte para darnos cuenta del retroceso acumulado. Entre otras, esta es la razón por la cual miles de jóvenes españoles con talento tienen que emigrar a otros países para poder desarrollar su vocación científica.

Cuando nos percatemos, en los hechos y no solo en las palabras, de que la inversión en ciencia es el factor estratégico fundamental para el progreso de nuestro país, sobre todo en estos momentos de aceleración científica y tecnológica, cuando estamos transitando hacia un nuevo paradigma tan revolucionario o más que el que supuso la revolución industrial. Entonces llegamos con retraso y de manera subalterna a aquella cita; ahora deberíamos hacer lo imposible para que no se repita la historia. De ello

dependerá la calidad de nuestro sistema productivo, la productividad y competitividad de nuestra economía en un sistema global y la calidad también de nuestro empleo, del nivel de los salarios, en una palabra, de nuestro progreso general como sociedad, lo que no dejará de influir en la bondad y robustez de la democracia.

Así pues, auscultar con objetividad cómo se encuentra la salud de nuestra ciencia y apuntar cuáles pueden ser los mejores remedios para mejorarla me parece una tarea útil y necesaria. No se trata, en mi opinión, de recolectar datos estadísticos, aunque necesarios en cualquier investigación o análisis, sino de hacer un diagnóstico del "estado de las artes", en este caso de las ciencias, y, a partir de él, proponer alternativas avanzadas y hacederas, las más acordes con nuestras posibilidades y circunstancias.

No me queda sino agradecer al equipo que ha elaborado este Informe su esfuerzo y acierto, a su coordinador por su dedicación y al presidente de Técnicas Reunidas por el apoyo prestado, cuyo esfuerzo conjunto ha hecho posible este proyecto de cuya continuidad nos hacemos responsables.





# Avant-Propos



# AVANT-PROPOS

**Vicente Larraga.**

Coordinador del Informe.

El avance en la creación de conocimiento es esencial para el desarrollo no solo científico-tecnológico, sino también social y cultural de nuestro país. En unos tiempos de zozobra en muchos ámbitos, creemos que no deben perderse los referentes que mantienen el rumbo de una sociedad, entre los que, sin duda, se encuentra la ciencia y la tecnología (en adelante CyT).

En los últimos tiempos se han producido varias contribuciones acerca de la situación de la CyT en España, alguna valiosa, sobre lo que se ha dado en llamar la I+D+i, pero se hace necesario un estudio con perspectiva que huya en lo posible de la coyuntura. Pensamos, en contra de la moda, que este modo sintético de referirse al conocimiento y su aplicación, más funcional y burocrático, con frecuentes apariciones en los boletines oficiales, no refleja la realidad social de generación de conocimiento, que de manera indubitada forma parte del acervo cultural, ni su base teórica y social. Por tanto, se ha optado por hacer un informe sobre la ciencia y su aplicación, la tecnología, que recoja sus aspectos básicos y de contribución cultural en sentido amplio, y no solamente la producción de conocimientos con una finalidad utilitaria; sin olvidar que es imposible saber qué conocimientos básicos serán luego aplicados con provecho para la mejora de la Sociedad. Se ha intentado, así mismo, proporcionar la opinión de voces autorizadas por su experiencia profesional en tiempos de ruido mediático y Red sobrevalorada carente en muchos casos de la rigurosidad que este asunto requiere; estas opiniones se basan, en todo caso, en el diagnóstico y conocimiento de la realidad existente.

Los autores, un grupo intergeneracional de hombres y mujeres, inter y multidisciplinar, han acometido el reto de elaborar este Informe de acuerdo con el método científico, es decir, sobre la base de datos y hechos contrastados, y guiados por una ética de responsabilidad ante las presentes y futuras generaciones de ciudadanos españoles.

Los promotores de este Informe y el responsable de su dirección y coordinación han elegido a los componentes del panel de autores y les han asignado los temas, pero han dejado abierta a cada uno de ellos la decisión sobre la manera de abordar su contribución, manteniendo siempre el rigor y el apoyo en el método científico. El resultado es una obra diversa, y por ello se espera que enriquecedora, que recoge contribuciones con un perfil de alta divulgación basadas en información objetiva y datos reales. Otro aspecto que cabe señalar es que han aparecido coincidencias entre los diferentes autores que contribuyen al esfuerzo común, lo cual indica que hay un consenso generalizado en ciertos temas. El coordinador ha decidido dejar mayoritariamente estas coincidencias, haciendo referencias cruzadas en algunos casos para reforzar la argumentación, aun a riesgo de que puedan percibirse ciertas repeticiones a lo largo del Informe.

Los autores se han planteado incluir algún estudio más pormenorizado sobre determinados grupos o escuelas que hayan influido en el desarrollo de la CyT en el último siglo en España. Al final se ha decidido que en este Informe inicial debería ofrecerse una idea más global sobre la situación del sistema, quedando para poste-

riores informes una reflexión específica sobre dichos temas. No obstante, sí creemos que se debe hacer mención, no exhaustiva, a algunos investigadores, casi todos ya fallecidos y desconocidos para el gran público, que han llevado a la ciencia española a niveles de calidad equiparables a los de sus colegas internacionales. Además de aquellos científicos a los que se nombra en el texto, cabe señalar, entre otros, nombres como los de los ingenieros Leonardo Torres Quevedo y Eduardo Prímo-Yúfera; los químicos Dorotea Barnés, Antonio González, Juana Bellanato, Concepción Llaguno y Manuel Lora-Tamayo; los físicos Blas Cabrera, Miguel Catalán, Salvador Velayos y Carlos Sánchez del Río; la filóloga María Moliner; la geóloga Carmen Virgili; o los biólogos y médicos Gonzalo Rodríguez Lafora, Gertrudis de la Fuente, Fernando de Castro y Gabriela Morreale, que llenan de orgullo a los que conocen la historia de la CyT internacional de los últimos cien años. Sirva este recuerdo como modesto homenaje por su esfuerzo en condiciones difíciles de trabajo.

Por último, los autores desean agradecer su apoyo a Elisa Díaz y Jesús Ruiz-Huerta, directores del Laboratorio de Alternativas durante el periodo de gestación y elaboración del Informe, que han tenido un importante papel en el desarrollo del mismo; así como a Andrea Fernández Novo y Sergio Torres, subdirectora y asistente del Laboratorio respectivamente, por su eficaz ayuda. Deseamos agradecer también a Milagros Candela y a Antonio Hernando su amabilidad al leer el borrador y hacer sus observaciones sobre el texto. A Técnicas Reunidas, sin cuya contribución no se podría haber realizado este trabajo y, por último, aunque no por ello menos importante, a Nicolás Sartorius y al resto del equipo directivo de la Fundación Alternativas, por su apoyo para que la idea de presentar una visión actual del sistema español de CyT, que pudiera ser de utilidad a la sociedad española, se convirtiera en realidad.





# Resumen ejecutivo



## RESUMEN EJECUTIVO

### ¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN ESPAÑA?

El sistema español de ciencia y tecnología ha tenido, a lo largo de los años, un comportamiento cíclico, con periodos de crecimiento y de reducción coincidiendo con los periodos de expansión y retracción económica, lo que le ha impedido alcanzar un tamaño crítico suficiente para servir de soporte para el establecimiento en España de una economía basada en la innovación. En el primer tercio del siglo XX se produjo una época en la que la ciencia española era comparable, en calidad, a la de los centros europeos de investigación más avanzados, la llamada Edad de Plata de la Ciencia Española. Esta situación acabó bruscamente con la Guerra Civil. Tras un periodo de subsistencia en los años cuarenta, se inicia en los cincuenta una lenta recuperación, asimilando los patrones de funcionamiento internacionales a partir de la década de los sesenta (entre otros la peer review) y produciéndose un empuje notable en los años ochenta -después de la recuperación del sistema democrático- a pesar de la grave crisis económica de aquellos años.

En la actualidad, el sistema emplea a algo más de doscientos mil investigadores en equivalentes de jornada completa, con un número de investigadores por mil habitantes empleados de 6,8, por debajo de la media europea de 7,9. Estos se agrupan en una decena de organismos públicos de investigación, tanto multisectoriales (el Consejo Superior de Investigaciones Científicas) como sectoriales (el Instituto de Salud Carlos III, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespa-

cial, etc.), así como en un total de ochenta y dos universidades, muchas de ellas de creación reciente. La internacionalización del sistema sigue una línea ascendente, fundamentalmente a través de la relación con los países científicamente más avanzados (EE. UU., Reino Unido, Francia, Alemania) y con los países latinoamericanos. El número de proyectos conjuntos de grupos españoles con otros grupos europeos se ha incrementado notablemente en los últimos años. En número de publicaciones, el sistema español de ciencia y tecnología ocupa el undécimo puesto como productor mundial.

La percepción de la ciencia y la tecnología (en adelante CyT) por los españoles es más limitada que la del resto de los europeos y los norteamericanos. Solo el 21% de los españoles accede a noticias de ciencia a través de los medios de comunicación, muy por debajo de la media europea (41%). Existe una idealización de los investigadores, pero con una prevención notable a los posibles resultados nocivos de la investigación (por ejemplo la energía nuclear o los alimentos transgénicos). En todo caso, la población española muestra una actitud positiva respecto a la inversión pública en CyT.

La financiación del sistema es fundamentalmente pública, con una participación privada que en el mejor de los casos solo ha llegado a superar escasamente el 50% del total de la inversión, muy inferior al 70-80% de los países líderes en CyT. En los últimos nueve años se ha producido una drástica reducción, superior al 30%, en la financiación del Estado a la I+D que nutre fundamentalmente al sistema de laboratorios

públicos. Como resultado, se ha producido una disminución muy importante en la aparición de artículos de científicos españoles en las revistas de mayor repercusión internacional, así como una reducción del 60% en el número de patentes producidas. Esta caída de la producción de excelencia ha afectado en menor medida a las nuevas instituciones de investigación, como el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas o el Centro de Regulación Genómica, creadas a principios de siglo y que tienen unos métodos de gestión acordes con los estándares internacionales, no como la gran mayoría de los centros públicos, cuyos investigadores/profesores tienen un estatus funcionarial y están regidos por el mismo procedimiento administrativo que el resto de los funcionarios, aunque sus funciones sean sensiblemente distintas.

Un análisis pormenorizado de la financiación pública de los últimos veinticinco años muestra que ni siquiera en los años de gran crecimiento económico se han producido incrementos notables de financiación en ciencias básicas. Además, en torno al 50% de los fondos presupuestados para la financiación de proyectos conjuntos con las empresas en materia de ciencia orientada se ha dejado sin gastar, de forma habitual, en los últimos años, lo que falsea la cuantía de los fondos de inversión dedicados a CyT en los Presupuestos Generales del Estado e indica un sistema muy ineficiente en la ejecución de las inversiones en CyT.

Hace años que los países avanzados han incorporado la CyT a su agenda política como base de una industria innovadora y del progreso social. En España, esta incorporación no se ha producido en los mismos términos. La dependencia gubernamental de nuestra política científica ha hecho que la CyT se considere una competencia más que tiene que asumir el Estado, pero no de las más importantes y por una razón estética fundamentalmente, sin asignarle un poder movilizador del progreso socio-económico. Esto ha hecho que durante la crisis se haya producido el mayor recorte en la inversión en I+D de los países occidentales, mientras otros incrementaban esta inversión entre el 12 y el 30%, aumentando así la brecha existente con ellos. Esta dependencia gubernamental/funcionarial también ha

hecho que se desenfoque el objetivo de los proyectos científicos, importando más la gestión administrativa que los resultados científicos obtenidos. Los investigadores tienen que incluir las tareas no productivas (fundamentalmente administrativas) entre sus funciones, lo que provoca un serio derroche de capital humano.

El sistema español de CyT carece de una estrategia definida de acuerdo con las necesidades y prioridades del país, aunque existan unos llamados planes estratégicos que habitualmente no se cumplen. Además, dicho sistema tiene una dependencia dual: del gobierno central y de las comunidades autónomas. Para completar el cuadro, las instituciones responsables de la producción de conocimientos científicos no están coordinadas entre sí. Los órganos de coordinación previstos no funcionan. La estructura de gestión del gasto es ineficiente, pues no consigue llevar a cabo la inversión prevista ni siquiera en los años de bonanza económica. De todo esto resulta claro que la financiación privada no se incrementará mientras no se solucionen los cuellos de botella del sistema que impiden su correcto funcionamiento.

### **¿QUÉ SE PUEDE HACER PARA MEJORAR LA SITUACIÓN ACTUAL?**

Debe incluirse la CyT en la agenda política como un pilar de progreso, a través de la puesta en marcha de una política de reindustrialización basada en la innovación. Además, es todavía necesario plantear un incremento del tamaño y calidad del sistema. El sistema español de CyT necesita un incremento de los recursos disponibles, humanos y financieros, para salir de la situación actual en la que se encuentra y poder servir de base sólida para una economía innovadora, pero este incremento debe ir asociado a reformas institucionales de calado para que la inversión sea eficiente y consiga sus objetivos.

Es importante establecer un nuevo sistema de gobierno para la ciencia con mayor participación de la comunidad científica, como existió durante el primer tercio del siglo XX y que tan buenos resultados dio. Este sistema funciona también con éxito en la Unión Europea en sus mejores programas

de excelencia (véase el European Research Council). Los responsables de la Agencia Española de Investigación deben ser propuestos inicialmente por la sociedad científica, no por las autoridades ministeriales, aunque sean las que los nombren.

Parece imprescindible poner en marcha un pacto social que permita la interacción de la ciencia con la sociedad a través de sus representantes. Esto se conseguiría con la creación de una oficina parlamentaria de evaluación de políticas científicas y tecnológicas, que ayudara en la definición de la estrategia en CyT y asesorara en temas concretos a los diputados, que normalmente carecen de conocimientos científico/tecnológicos.

Hay que mejorar la gestión de los centros e instituciones ejecutores de investigación dotándolos de una mayor responsabilidad en la gestión directa, tanto de captación de personal (nacional o extranjero) como de inversión, tal y como se está produciendo en las exitosas instituciones creadas hace pocos años como estructuras paralelas a las administrativas existentes (véanse, entre otras, el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas y el Centro de Regulación Genómica).

Es ineludible eliminar la exclusividad funcional en los organismos públicos de investigación, así como en las universidades, y permitir un sistema de contratación de personal científico basado en contratos estables y niveles salariales similares a los de los funcionarios. Las posibilidades que ofrece la legislación actual al respecto son muy restrictivas.

Se debe incrementar el de gasto público en I+D hasta un nivel que nos permita alcanzar de una vez por todas el 2% del PIB en I+D (tantas veces prometido y otras tantas negado), e incluso superar ese esfuerzo, y recuperar a más de 80.000 investigadores y tecnólogos de todos los niveles en los próximos 6 años (en menos tiempo sería muy difícil y poco creíble). Esto supondría una inversión continuada de unos 600 millones anuales en nuevas infraestructuras, como se hizo durante los años 2001 a 2008.

En este sentido, es necesario eliminar la confusión interesada en torno a la financiación de la CyT, haciendo explícito lo que se podría deno-

minar “maquillaje presupuestario” para invertir menos en I+D aparentando que se mantiene la inversión o se incrementa.

Asimismo, hay que establecer un sistema de movilidad real de investigadores entre las diferentes instituciones dedicadas a la investigación (universidades, OPIs, hospitales, etc.) que incremente la cooperación entre proyectos en base a criterios de efectividad científica, y que tales criterios también se extiendan a la movilidad y cooperación internacional.

Por último, se debe fomentar, con una política clara, la formación de científicos y tecnólogos en el extranjero y la captación de científicos internacionales en áreas de especial interés y poco desarrollo interno.



# Introducción



# INTRODUCCIÓN

La elaboración de este Informe coincide con momentos preocupantes para el desarrollo científico y tecnológico no solo en lo que respecta a España, pues los problemas y la incertidumbre en muchos ámbitos se perciben a escala global (Trump, populismos, negacionismos) y, al mismo tiempo, las denominadas economías emergentes van transformando la escena internacional también en lo que respecta a la ciencia y la tecnología (en adelante CyT).

El avance de la CyT ha sido decisivo para alcanzar los niveles de bienestar que precedieron a la crisis sistémica global -que sigue asolando a la ciudadanía con tremendas desigualdades-. El desarrollo científico y tecnológico tuvo un claro protagonismo en el contexto de desarrollo industrial de épocas anteriores. Y aunque pueda parecer que los cambios en la estructura productiva, el creciente peso del sector financiero y la emergencia de nuevas formas de producir bienes y proveer servicios a la sociedad han hecho disminuir la importancia del desarrollo de la CyT, lo cierto es que este binomio adopta un protagonismo renovado y creciente en la actualidad.

El presente Informe trata sobre un sistema que tiene unas cifras globales importantes. Más de doscientas mil personas empleadas en equivalentes de jornada completa y en undécimo lugar mundial en número de publicaciones científicas. No obstante, cuando se analizan estas cifras con detalle, se ve que, en las revistas científicas con mayor influencia internacional, estos lugares de privilegio mundial caen muy por debajo de los países líderes en CyT y que, cuando este conocimiento científico se intenta trasladar al campo

de la innovación para que sirva al beneficio de la sociedad española, los datos son mucho más bajos. Este es el caso de las patentes españolas licenciadas a empresas, tanto nacionales como internacionales. La pregunta que surge es obvia, ¿por qué un sistema de un tamaño relativamente grande no es capaz de insertarse en la economía del país, potenciándola? El Informe trata de dar una respuesta a esta y a otras preguntas para que puedan corregirse los actuales cuellos de botella que impiden un desarrollo de la CyT como base de una economía innovadora y de una sociedad culturalmente moderna, a la altura de los países más avanzados.

En las páginas siguientes se describe el sistema actual de ciencia español y cómo se financia, cómo hemos llegado a su situación actual, cómo es percibido por los españoles y cuál es su relación con otros sistemas de ciencia y de innovación. Se extraen un conjunto de conclusiones y se plantean propuestas de cómo podría mejorarse para convertirse en un verdadero factor de desarrollo social y cultural.

El Informe se estructura en nueve apartados. El primero se centra fundamentalmente en la relación de las sociedades con la ciencia, poniendo de manifiesto la importancia de esta última en términos de desarrollo social y calidad de vida. El segundo expone el marco socio-histórico de la política científica moderna, mostrando a continuación la trayectoria histórica particular del sistema español de ciencia y tecnología. El tercero describe la situación actual de dicho sistema desde la perspectiva de los agentes que lo conforman y sus relaciones. El cuarto, que versa

## INTRODUCCIÓN

sobre la financiación de las actividades de I+D+i, se centra fundamentalmente en la financiación pública de dichas actividades, ofreciendo un análisis en profundidad de los recursos asignados a las mismas en los Presupuestos Generales del Estado y de la ejecución del gasto correspondiente. El quinto apartado aborda el tema de la internacionalización de la CyT a través de dos aproximaciones: la movilidad internacional de los factores capital y trabajo y la colaboración internacional, tanto en la generación de conocimiento como en el acceso al mismo. El sexto analiza el grado de interés, conocimiento y acceso a la información científica por parte de los ciudadanos, así como su percepción y opinión sobre la ciencia y los científicos. El séptimo se centra en la relación entre el avance científico-tecnológico y la competitividad económica, analizando el caso español desde el enfoque teórico de la causación circular acumulativa. El octavo plantea y justifica la necesidad de ampliar el consenso ciudadano en torno a la ciencia, proponiendo un pacto cívico en esta materia y definiendo los contenidos mínimos del mismo. Finalmente, el último apartado, concebido como cierre del Informe, extrae las principales conclusiones de diagnóstico y propone una serie de medidas y recomendaciones para mejorar la situación del sistema español de ciencia y tecnología.





# **Ciencia y Sociedad: dúo necesario para la calidad de vida**



# 1. CIENCIA Y SOCIEDAD: DÚO NECESARIO PARA LA CALIDAD DE VIDA

J. Ávila

## 1.1. PREÁMBULO

Es difícil describir la relación de las sociedades con la ciencia. Tal relación es muy dependiente de los contextos y de cómo estos varían según los países. En la descripción de diferentes hechos y percepciones que muestran la utilidad y el valor, positivo o negativo, dado por las sociedades a la ciencia y a los impactos de sus aplicaciones y desarrollos, comenzamos con frases paradigmáticas correspondientes a personas con influencia en dos países con una gran valoración de la ciencia y una que se considera representativa del nuestro.

- *La Ciencia es esencial para nuestra prosperidad, nuestra seguridad, nuestra salud, nuestro medio ambiente y nuestra calidad de vida* (B. Obama, expresidente de EE. UU).
- *La Ciencia no es un lujo, es la llave para el éxito de un país* (D. Zajfman, Presidente del Instituto Weizmann de Ciencia, Israel).
- *Qué inventen ellos* (M. de Unamuno, Rector Universidad de Salamanca, España).

Esta última frase ha quedado como paradigma de una forma de pensar en nuestro país sobre la ciencia, pero es una frase que se ha sacado de contexto, ya que se pronunció en una controversia entre M. de Unamuno y J. Ortega y Gasset sobre la supuesta incapacidad de los españoles para hacer ciencia: Ortega estaba a favor de crear instituciones, según los modelos alemán y sobre todo inglés, mientras que Unamuno sostenía que no existían instituciones

que permitieran hacerla, pero que podían crearse sobre la idiosincrasia española, recomendando que había que *descatolizar* España y que los españoles tenían que *ser menos dogmáticos y más liberales*. Es cierto que hay muchas personas que difieren de esa apreciación, inimaginable en los países de nuestro entorno, en función del nivel intelectual y de su relación con funciones educativas. En este contexto, los autores del presente Informe creen firmemente que *“La humanidad progresa a través del conocimiento, la educación, la ciencia y su aplicación tecnológica”*.

## 1.2. UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA

La relación con el medio exterior y el control del mismo son factores determinantes en el bienestar del ser humano. En la Prehistoria, los humanos se alimentaban de los frutos o la caza, haciéndolo mejor en equipo, por lo que se agrupaban en tribus. Dentro de las tribus, había desigualdades que siguieron existiendo con el crecimiento de la sociedad, teniendo unos más recursos que otros. Es decir, se establecieron castas de ricos y de pobres. Existía una cierta creencia, que fue resaltada más tarde por Thomas Malthus, en que había una limitación de recursos, por lo que a mayor crecimiento de la población existirían menos recursos nutritivos que, una vez agotados, darían lugar a la falta de un mañana. Se ha visto que la aparición de la innovación ha hecho posible descubrir recursos ocultos y facilitar la subsistencia de la población de forma prácticamente indefinida. En una sociedad tribal estratificada era más útil para tener una vida mejor, parafraseando a un humorista

español, tener un conocido en las capas altas que tener conocimientos. Esta situación se ha modificado radicalmente en las sociedades innovadoras, donde lo importante es tener conocimientos que permitan la solución de problemas tradicionales. Los conocimientos se aprenden a través de una buena educación que favorezca la observación y el cálculo, y que nos permita predecir cómo va a comportarse el medio exterior con el que tenemos que convivir. También, tras el descubrimiento y aprendizaje de las leyes físicas o las características químicas de los elementos del medio exterior de los que podemos abastecernos, no solo podremos sobrevivir sino también lograr una mejor calidad de vida.

Las sociedades basadas en el conocimiento, con una buena educación (enseñanza), pueden desarrollar una buena cultura científica e innovar, permitiendo aumentar el bienestar de los ciudadanos de algunos países, que puede favorecerse a través de su conocimiento, no solo de los recursos de su propio país, sino de los de otros países, tras colaborar con ellos (antiguamente, tras colonizarlos). Un ejemplo de lo indicado puede encontrarse en la relación de los países anglosajones con los del golfo árabe. En el siglo XIX, en los países del golfo existían, como ahora, desiertos y aunque tenían petróleo, nadie sabía allí que eso podía tener utilidad. Mientras tanto, en los países anglosajones, los químicos descubrieron la utilidad del petróleo y los ingenieros cómo extraerlo. Así, acabaron enriqueciendo a los países árabes y a ellos mismos a través de las empresas tecnológicas que explotaron y explotan esos recursos.

Existen muchos más ejemplos para llegar a la misma conclusión; no son los países más ricos los que más investigan, sino que son los países que más investigan los que son más ricos. La Ciencia es una inversión, no un gasto. De hecho, en España, el esplendor científico en los reinados de Carlos I, Felipe II o Carlos III coincidió con el esplendor económico. Aunque, el filo-

científico Carlos III prohibió la Enciclopedia (de las ciencias, artes y oficios), publicada por Diderot y D'Alambert, siguiendo las indicaciones del Papa Clemente XIII<sup>1</sup>, mantuvo una excelente escuela de química en la Academia de Artillería en Segovia. Incluso en la "retrógrada" España los periodos de esplendor han coincidido con periodos con ciencia de calidad, pero hay que entender que investigar es una actividad difícil que requiere esfuerzo, medios y, sobre todo, rigor. Actuando así, se recogerán frutos. Por ejemplo, las sociedades modernas no aceptan los remedios de un curandero y exigen un tratamiento médico basado en conocimientos científicos. Desgraciadamente, en nuestro país hay personas que piensan que la Ciencia es como un florero que puede ser vistoso pero inútil; no se busca el rigor que la hace útil y rentable (y que tiene un coste), sino que se puede llegar a aparentar la existencia de una pseudociencia que, aunque disponga de menos recursos llega a ser más costosa que la ciencia más rigurosa. En resumen, muchas veces hemos respetado más a los curanderos que a los buenos médicos. Como ha recordado el Dr. Sánchez Ron (2016) en un trabajo reciente, este no es un problema nuevo. D. Santiago Ramón y Cajal ya lo consideraba una desgracia nacional<sup>2</sup>.

Afortunadamente, desde los años 80 del siglo pasado existen en España sistemas de evaluación que permiten apuntar mejor al blanco, pero que pueden mejorarse. Se tiende a lo indicado por Tales de Mileto: *la cuestión primaria no es lo que sabemos, sino cómo lo sabemos*.

### 1.3. QUÉ ES LA CIENCIA

Reconociendo la autoridad de la Real Academia Española de la Lengua (RAE), dado que España es un país más de Letras que de Ciencias, asumimos su definición en la que se relaciona la Ciencia con la experimentación y el cálculo, a saber: *conjunto de conocimientos obtenidos me-*

1. Sobre la relación Religión (Iglesia) – Ciencia (Investigación), se puede leer como ejemplo de dos visiones el artículo publicado en Chuvieco et al., 2016.

2. Exactamente las palabras de D. Santiago fueron: *La media ciencia es, sin disputa, una de las causas más poderosas de nuestra ruina. A la hora de manejar los cañones no les han faltado a nuestros artilleros conocimientos matemáticos, sino la práctica de dar en el blanco. Digo lo mismo de los médicos, físicos, químicos y naturalistas; todos son doctísimos, pero pocos saben aplicar su ciencia a las necesidades de la vida y rarísimos los que dominan los métodos de investigación hasta el punto de hacer descubrimientos. Hay que crear ciencia original, en todos los órdenes del pensamiento: filosofía, matemáticas, química, biología, sociología, etcétera. Tras la ciencia original vendrá la aplicación industrial de los principios científicos, pues siempre brota al lado del hecho nuevo la explotación del mismo, es decir la aplicación al aumento y a la comodidad de la vida. Al fin, el fruto de la ciencia aplicada a todos los órdenes de la actividad humana, es la riqueza, el bienestar, el aumento de la población y la fuerza militar y política.*

*diante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente.*

Así pues, en este Informe cuando se habla de Ciencia se pretende hablar fundamentalmente de áreas como Matemáticas, Física, Química, etc., de acuerdo con el lema expuesto anteriormente: observación y cálculo. Aunque existan claros ejemplos de la aplicación estricta del método científico en las humanidades y las ciencias sociales, las bases de datos internacionales que se utilizan fundamentalmente para este Informe, se basan mayoritariamente en las ciencias experimentales. Adicionalmente, consideramos que la Investigación Científica Básica, que busca nuevos conocimientos a través de descubrimientos, se apoya esencialmente en la experimentación, mientras que la llamada investigación *in silico* es una excelente herramienta para hacer análisis y cálculos de lo descubierto previamente de un modo experimental. Igualmente consideramos Tecnología *“el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”* y un corolario directo del conocimiento científico. Por tanto, en este Informe se hablará indistintamente de “ciencia” o “ciencia, tecnología e innovación”, pues se trata de conceptos estrechamente relacionados. En algún caso, también se utilizará la terminología I+D+i.

#### 1.4. LA UTILIDAD DE LA CIENCIA

Al principio hemos presentado una frase del expresidente Obama, que muestra casi palabra a palabra, sus pensamientos sobre la Ciencia.

*La Ciencia es esencial para nuestra prosperidad (es decir, facilita el progreso), nuestra seguridad (facilita una buena defensa, que permite a EE. UU tener el primer ejército del mundo, lo cual entre otras cosas no le hace sentirse agobiado o dar muchas explicaciones a otros países sobre su deuda pública, la más alta del planeta), nuestra salud (los más recientes e importantes descubrimientos sanitarios, y la puesta a punto de los protocolos para tratar enfermedades, en todo el mundo, proceden de EE. UU), nuestro*

*medio ambiente (que diga esto un presidente de EE. UU fue una buena noticia para el planeta), y nuestra calidad de vida (que afortunadamente suele contagiarse en sus aspectos positivos a otros países).*

Por otra parte, los científicos sociales americanos pueden medir la pobreza extrema con datos fiables, sin moverse de su país, medida que puede ser más rigurosa que los datos obtenidos en los países que sufren la pobreza (Blumentock, 2016).

Esta visión del expresidente Obama (y de todos los anteriores desde la Segunda Guerra Mundial) sería bueno que la tuvieran los gobernantes de otros países, incluyendo al nuestro y al presidente actual de Estados Unidos. Esto, que parece solamente una declaración de intenciones, tiene una aplicación más práctica y directa de lo que se cree. Por ejemplo, en temas de seguridad o sanidad no se produce el mismo resultado para la población cuando hay un terremoto en un país tecnológicamente avanzado, como Japón, que cuando se produce en Haití. Esto se debe a que el impacto producido es dependiente del nivel de conocimiento existente sobre los materiales y las técnicas de construcción que permiten prevenir el derribo de edificios y remediar eficazmente las consecuencias del terremoto (sin olvidar que dicho impacto también está relacionado con el nivel de corrupción del país).

Es bueno tener un alto nivel de conocimiento, basado en una buena educación y en la adquisición de un apropiado criterio científico, útil en casi todos los ámbitos de la vida. El criterio, por ejemplo, de los profesores de Oxford y Cambridge ayudó decisivamente a Inglaterra frente al intento de dominación nazi, pues personas con criterio y conocimientos, como Francis Crick (co-descubridor de la estructura del ADN) y Alan Turing (precursor de los ordenadores), facilitaron eficientemente la defensa antisubmarina de la Gran Bretaña y el desentrañamiento de las claves de los ejércitos nazis, respectivamente.

La capacidad tecnológica de un país tiene una incidencia mayor de la que se piensa en la política general del mismo. Daremos dos ejemplos, el primero referido a la carencia de esta capacidad y el segundo relacionado con la existencia

de la misma: (1) hace sesenta años, en 1957, el gobierno de EE.UU. prohibió al español el uso de su armamento más moderno, cedido por ellos a cambio de sus bases en España, durante el conflicto armado de Ifni/Cabo Juby con Marruecos, de manera que los soldados españoles tuvieron que ir a la guerra con armas del tiempo de la Guerra Civil; (2) recientemente, Rusia ha sido capaz de influir en la política de EE.UU. mediante la manipulación de una información supuestamente negativa para una candidata presidencial (H. Clinton) durante las elecciones, y lo ha hecho porque ha tenido la capacidad tecnológica de obtener esos datos informáticos reservados y, así, favorecer al otro candidato presidencial (D. Trump) y a sus propios intereses.

Como cierre de este epígrafe, y sin menoscabo de lo anteriormente expuesto, parece oportuno atraer la atención a un libro titulado *La utilidad de lo inútil*. Este manifiesto, cuyo autor es Nuccio Ordine, profesor de Literatura italiana en la Universidad de Calabria, defiende los saberes no directamente utilitarios: *“Si dejamos morir lo gratuito, si renunciamos a la fuerza generadora de lo inútil, si escuchamos únicamente el mortífero canto de sirenas que nos impele a perseguir el beneficio, sólo seremos capaces de producir una colectividad enferma y sin memoria que, extraviada, acabará por perder el sentido de sí misma y de la vida”*.

### 1.5. LA CIENCIA Y SU RELACIÓN CON LAS SOCIEDADES AVANZADAS

Lo esencial del trabajo científico integrado en la sociedad es su credibilidad y, para ello, es imprescindible la evaluación objetiva de la Ciencia y sus resultados. El modelo más válido actualmente es el anglosajón (UK, EE. UU), basado en la evaluación inicial por pares, realizando un examen, independiente de aspectos no científicos, transparente, riguroso y competitivo. Este modelo, cuando no se adultera, ha permitido el progreso del conocimiento.

Estados Unidos, a pesar de su actual presidente, es el país que todavía está situado a la cabeza del mundo y es el que posee la mejor Ciencia, que ha sido cuidada por todos sus di-

rigentes independientemente del partido al que pertenecieran; dirigentes que han tenido a bien dejar huellas de su labor científica durante sus mandatos bajo la creencia de que mejorarían la vida de sus ciudadanos, como puede verse en la Tabla 1.1, que muestra los proyectos científicos lanzados por diferentes presidentes de Estados Unidos. En el caso del Presidente Reagan, se realizó, durante su mandato, la planificación de la Ciencia americana, realizando el programa Ciencia 2061, lanzado en 1986 y con una duración de 75 años, que se ha venido cumpliendo hasta nuestros días. La utilidad de planificar la Ciencia (de un modo riguroso y contando con los científicos) parece que da buenos resultados. Desgraciadamente, en nuestro país, no somos muy dados a planificar, y en el caso de que existan planes, se suelen eliminar al iniciarse una nueva legislatura, lo que supone un obstáculo constante para un desarrollo sostenido de cualquier actividad. Un significativo ejemplo, en un ámbito cercano, son nuestras efímeras leyes educativas que han conseguido degradar nuestro nivel de enseñanza.

TABLA 1.1. Presidentes de Estados Unidos y sus obras científicas.

Presidentes USA y sus obras científicas	
Kennedy	<i>Viaje a la Luna</i>
Nixon	<i>Plan contra el Cáncer</i>
Clinton	<i>Genoma humano</i>
Obama	<i>Cerebro humano</i>

Fuente: elaboración propia.

En la planificación ha de explicitarse lo que aporta la actividad pública y lo que debe aportar la actividad privada. Como ejemplo positivo e imitable, debe mencionarse el sistema alemán de investigación (Gráfico 1.1). En él se indica qué instituciones estatales públicas, sin ánimo de lucro, pero con ánimo de conocimiento, como los Institutos Max-Planck, deben de focalizarse a la investigación básica, dejando la investigación más aplicada en manos de la red Fraunhofer y de las redes de investigación regionales

o autonómicas, mientras que la innovación se atribuye fundamentalmente a las instituciones privadas. Un paso más se da en el sistema finlandés, en el que, una vez definida una prioridad estatal, se reúnen el gobierno y las empresas interesadas para acordar la aportación de cada uno al desarrollo de dicha prioridad y el reparto de los posibles beneficios que se obtengan entre los participantes en el proyecto.

GRÁFICO 1.1. El sistema alemán de investigación.



Fuente: elaboración propia.

No solo en el caso de la planificación, también en el control de la realización de los programas proyectados pueden intervenir los científicos. Un ejemplo es el Reino Unido, con una gestión en la que intervienen científicos o asociaciones de científicos, como la Royal Society, con un peso importante en el seguimiento de lo planificado. Se ha detectado que, cuando los gestores científicos son fundamentalmente administrativos, normalmente con carencias notables de los conocimientos del área que tienen que gestionar, se produce un incremento de las trabas para la realización de programas científicos. Un ejemplo de esta influencia negativa se da en instituciones como los Comités de Ética, tremendamente ineficaces y restrictivos cuando están formados por personas que anteponen normas

burocráticas o sentimientos religiosos, nacionalistas, etc., a los datos y conocimientos científicos. Respecto a esta cuestión, son mucho más flexibles y eficientes países como el Reino Unido o Suecia (como en sus proyectos sobre células madre humanas) que otros más burocráticos de Europa, como Suiza. En este sentido, se producen ejemplos muy negativos, con países en los que no se puede trabajar con muestras de cadáveres humanos o, cuando se pretende que vaya desapareciendo la investigación en modelos animales, en estos momentos insustituible. Estos ejemplos negativos suelen ser consecuencia de la ausencia de criterios científicos, y de los científicos mismos en las comisiones que hacen propuestas sobre el trabajo en la ciencia.

Una muestra de lo contrario la constituye un país que se está desarrollando científicamente de un modo espectacular, China, en donde los controles de regulación parecen ser bastante laxos y se llega al otro extremo. Este nivel de desregulación creemos que no es aconsejable y puede ser dañino éticamente.

Sobre qué tipo de investigación científica debe primar, en lo que se refiere a la investigación aplicada, cada país tiene sus prioridades estratégicas y ello suele depender de los gobiernos al uso. Sobre la investigación básica o búsqueda del conocimiento, donde no debe haber barreras, generalmente, en los países más pequeños, suelen existir escuelas científicas en determinadas áreas en las que tradicionalmente son más fuertes. Del mismo modo que sucede cuando los países van a los Juegos Olímpicos, en los que esperan obtener más triunfos y medallas en algunas especialidades que en otras debido a sus escuelas tradicionales deportivas, en la Ciencia también hay áreas en donde los países más pequeños han realizado mejores trabajos y tienen mayor experiencia. En este sentido, suele ser siempre aconsejable el mantenimiento de dichas escuelas científicas, sin menoscabo de abrir otras áreas del conocimiento basadas en la oportunidad, independientemente de quien gobierne, dado que los conocimientos científicos son objetivos y universales.

En España, tras algunos intentos en los años sesenta, se inició una trasposición del mode-

lo anglosajón con la llegada de la democracia, fundamentalmente en los gobiernos de la UCD y la primera etapa de los gobiernos socialistas. Fue muy importante la creación de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), institución que actualmente ha perdido parte de su eficiencia inicial y que hay que evitar que acabe siendo manejada por *lobbies*. La ANEP ha estado funcionando adecuadamente, cambiando evaluadores y responsables periódicamente, y buscando diferentes procedencias de los nuevos evaluadores, es decir, con diversificación y transparencia. Este criterio parece que ha comenzado a deteriorarse.

Dado que España es un Estado de Autonomías, estas copiaron instituciones a menor escala como la ANEP, aunque en dos de ellas (País Vasco y en Cataluña, en este caso por la intermediación política del Prof. Mas-Colell) mejoraron incluso varios aspectos de la propia ANEP. Sin embargo, no hay una buena visibilidad de la labor de estas agencias evaluadoras en la sociedad y todavía hay instituciones públicas o fundaciones privadas que basan sus evaluaciones no en datos objetivos sino en juicios personales, pensando que el científico más mediático puede ser el más adecuado para realizar un trabajo.

Por otro lado, en la ANEP y en otras agencias de evaluación, más que valorar los trabajos producidos, se tiende a evaluar la revista en donde se ha publicado dicho trabajo, sin analizar su valor intrínseco y solo computando el índice de impacto de la revista donde se publica. El índice de impacto es importante, pero más importante es conocer qué plantea ese trabajo y su posible aportación en un área determinada. Hay que recordar aquí la frase de Antonio Machado: *solo los necios confunden el valor con el precio*.

En este sentido, cabe destacar como ejemplo negativo un descubrimiento realizado en España: la descripción de lo que posteriormente se conoce como sistema CRISPR-Cas de modificación dirigida del ADN, que probablemente será reconocido con el premio Nobel en poco tiempo, pasó desapercibido porque la publicación no había sido realizada en una revista de alto impacto. No sucedió lo mismo en los países anglosajones y los desarrollos posteriores al descubrimiento inicial, así

como las patentes obtenidas a partir de estos, están a nombre de instituciones norteamericanas.

Una Ciencia no bien evaluada, basada en datos sin contrastar, en la adulación, amiguismo, favoritismo, etc., no sirve, pues está basada en una forma de actuación sesgada, no transparente y no rigurosa. Y ello puede redundar en desigualdades que inciden negativamente en la calidad de vida media de la población.

Por otra parte, para un experto, es relativamente sencillo detectar sesgos en la ciencia. Por ejemplo, el análisis de los gastos relativos a I+D en recursos humanos, construcción de edificios o compras de equipos. Si estos gastos están desequilibrados y son mayores en los dos últimos conceptos que en recursos humanos puede ser un mal síntoma. Si el modo de selección de recursos humanos es sesgado, todavía el síntoma es peor.

### 1.6. LA CIENCIA Y LOS DISTINTOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN SOCIAL

El término "organización social" comprende los siguientes niveles: universal, continental, nacional, autonómica, municipal, de barrio o de la comunidad de vecinos. A veces se critica el carácter individual y tribal de los españoles achacándole la responsabilidad de los males nacionales. De acuerdo con Stendahl, que indicó que *el que presume, sobre todo, de su procedencia es que no tiene de otra cosa de la que presumir*, creemos que debemos sentirnos orgullosos de nuestra procedencia solo si nos comportamos correctamente. Aunque sentimentalmente estemos ligados a los "nuestros", es importante separar los sentimientos del trabajo. En los últimos años, en la Ciencia hay una tendencia similar a lo que sucede con actividades deportivas, culturales, etc., en el sentido de que en nuestro pueblo o comunidad autónoma (de tan pocos habitantes como el/la de al lado) debemos tener un estadio de fútbol, un museo y un centro de investigación mayor que el del pueblo o comunidad de al lado. Esta actitud es no solo derrochadora, sino carente de justificación científica. La Ciencia que hay que realizar, en donde sea, debe ser válida a nivel internacional, siendo bienvenida la aportación económica

para llevarla a cabo, independientemente de la procedencia de dicha aportación (europea, estatal, autonómica, etc.). Así pues, la investigación científica está claramente definida y el localismo no tiene lugar. Para una comunidad puede ser importante realizar nuevas pruebas en el campo de la gastronomía, por ejemplo, pero ello no debe ser computado estrictamente, como se ha hecho en nuestro país, como Investigación Científica.

### 1.7. LOS COSTES DE LOS RECORTES EN LA INVERSIÓN EN CIENCIA EN ESPAÑA

Aunque será objeto de un estudio más profundo en apartados posteriores, es imposible no hacer referencia en este primer apartado a lo que ha sucedido en los últimos años. Existen numerosos datos sobre los recortes presupuestarios producidos. Estos han dado lugar a una gran inquietud dentro de la Comunidad Científica y a la aparición de titulares como: *¿Puede salir la I+D española del coma?*, dado que, según la COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España), nuestro país ha dejado de invertir 20.000 millones de euros en ciencia e innovación desde 2009, por lo que sugieren una inyección de dinero para intentar salir del coma. A pesar de las circunstancias presentes, este Informe intenta dejarse influir lo menos posible por la coyuntura. Esta inversión puede ser necesaria para España, pero fundamentalmente porque la falta de ciencia e innovación propias nos hará más dependientes de los países que investigan estratégicamente y sí innovan, es decir, no invertir será muy costoso. Como indicó Cajal en su discurso de entrada en la Real Academia de Ciencias: *Considerad que cada idea nueva, no contrarrestada por otra nacida entre nosotros, es un eslabón más de nuestra servidumbre mental, es una contribución que deberemos pagar en oro.*

Los recortes han influido en el éxodo de jóvenes, y no tan jóvenes, investigadores hacia el extranjero, dándose la paradoja de que somos exportadores de doctores en Ciencias e importadores de emigrantes sin estudios que suelen emplearse a un bajo nivel en el sector de servicios, cambiando poco a poco, de esta manera, el nivel cultural y educacional de nuestra población. Por otra parte, grupos pequeños, que hacían

buna investigación, han dejado de estar subvencionados, desapareciendo o intentando asociarse con grupos más grandes financiados, suministrándoles los servicios o técnicas que conocen. Es decir, algunos grupos de investigación han pasado a convertirse, de momento, en servicios técnicos subcontratados.

Dada la dinámica de la Investigación Científica a nivel internacional, estas pérdidas pueden originar una reducción en las potencialidades científicas e innovadoras de nuestro país, y con ello, una mayor dependencia respecto a otros países que durante la crisis económica no solo no han recortado, sino que han aumentado los presupuestos para la investigación científica.

### 1.8. CÓMO AFECTA LA CIENCIA A NUESTRO PATRIMONIO CULTURAL

Es obvio que la Ciencia afecta a nuestro modo de vida, aumentando la calidad de la misma, pero también influye en algunos de nuestros tesoros culturales. Por ejemplo, las tecnologías físicas son esenciales en la detección de pecios y tesoros marinos, y la ciencia de materiales en la conservación de los edificios históricos. Uno de nuestros tesoros es nuestro idioma, el español, una lengua que hablan, según el Instituto Cervantes, alrededor de 560 millones de personas, siendo la segunda lengua del mundo por personas que la hablan como lengua materna tras el chino mandarín, pero seguida de cerca del inglés que es la primera a nivel de comunicación internacional. Pues bien, mientras va en aumento el número de palabras en inglés que van incorporándose al español, debido a nombres científicos, prácticamente es nulo el número de vocablos españoles que se incorporan al inglés por el mismo concepto, empezándose, pues, a colonizar uno de nuestros tesoros culturales debido a que nuestro nivel científico, a nivel general, no es el adecuado.

### 1.9. ¿SOMOS DIFERENTES LOS CIENTÍFICOS ESPAÑOLES?

De acuerdo con una pequeña encuesta realizada en los años 70 en el Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC sobre los orígenes de los

científicos que allí trabajaban, preguntándoles por el oficio de su padre, abuelo y bisabuelo (si se acordaban), en una alta proporción de los encuestados sus orígenes (en dos o tres generaciones) eran procedentes del campo. A finales del siglo XIX, principios-mediados del siglo XX había una gran población agrícola y/o con un bajo nivel educativo, que creían más en seguir o sufrir su destino que en intentar cambiarlo a través de la Ciencia. A pesar de esos orígenes, la Ciencia española, cuando ha sido financiada, ha dado buenos resultados y ha facilitado el progreso de nuestro país. En eso no nos diferenciamos del resto de los países occidentales. Como se indica en un reciente trabajo (Beauchamp, 2017) basado en evidencias genéticas, el principal factor para la selección natural en humanos (al menos en EE. UU, donde se hizo el estudio), es una buena educación, de la que saldrá una buena Investigación Científica.

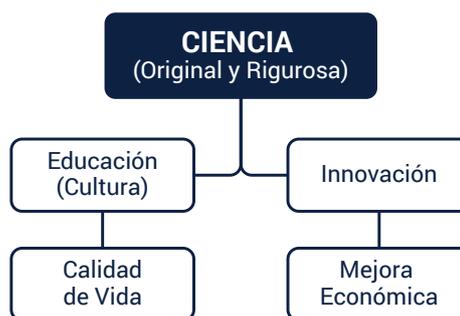
Los científicos, en general, no solo los españoles, suelen tener una serie de características, aparte de los conocimientos académicos, como pueden ser, la paciencia y la perseverancia (o casi tozudez). Esto se debe a que se necesita tiempo y esfuerzo para conocer cosas nuevas. Por ello, el trabajo científico es a largo plazo y, por lo tanto, la política científica debe de planificarse a largo plazo. Sin embargo, los gestores científicos, con mayor aproximación a la gestión política que al trabajo científico, suelen planificar a plazos más cortos y en su planificación política suelen introducir parámetros y cupos que no tienen que ver con la búsqueda del conocimiento científico.

Un problema a resolver es la falta de visibilidad y reconocimiento, de la ciencia y los científicos en España. Esto viene de antiguo. De hecho, es chocante subrayar que cuando Unamuno dijo su famosa frase, varios de sus coetáneos, en España, estaban “inventando” mucho. No solo D. Santiago Ramón y Cajal, posiblemente nuestro mejor científico, sino otros, como los Dres. Castillejo, Bolívar, Negrín, Cabrera, etc., que estaban al mismo nivel de calidad de sus colegas europeos. Tenemos pues, como asignatura pendiente, evitar el desconocimiento y desinterés de los españoles por la Ciencia, aunque parezca lo contrario en las encuestas, como se verá más adelante.

### 1.10. SIN CIENCIA DE CALIDAD NO HAY FUTURO

Una buena Ciencia que se trasmita en el marco de una buena educación es la base de una sociedad culta, con una buena calidad de vida a nivel general, y con menores desigualdades. Según datos de los Dres. Daban. y Mas i Colell (2016), existe una relación entre tasa de desempleo y un bajo índice de innovación (relacionado con el nivel de investigación), en los países de la Unión Europea. En países con grandes desigualdades, y el nuestro va desgraciadamente por ese camino, las personas más ricas no necesitan ciencia autóctona, pues pueden comprar los resultados de la foránea, pero el modo de vida de la clase media y la trabajadora sí puede verse perjudicado, ya que, aunque los logros de la Ciencia pueden ser universales, el país en donde se desarrollaron siempre se queda con réditos económicos. Por eso, la Ciencia en países ricos suele estar representada a un alto nivel en los órganos de decisión política, ya que se considera un factor de desarrollo esencial para un país. El paradigma de que la ciencia acaba beneficiando a la sociedad, tanto en su vertiente cultural como económica (Gráfico 1.2), es aceptado sin reservas en estos países.

GRÁFICO 1.2. Importancia de la Ciencia para la Sociedad.



Fuente: elaboración propia.





# **Trayectoria socio-histórica de la política científica en España**



## 2. TRAYECTORIA SOCIO-HISTÓRICA DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA EN ESPAÑA

E. Muñoz y V. Larraga

### 2.1. LA POLÍTICA CIENTÍFICA: ¿UN CONCEPTO EN RECESIÓN?

El concepto de “política científica” ha surgido y se ha ido consolidando de manera similar a la creación de otros términos como “política económica” o “política exterior”. *Se entiende por tal el conjunto de disposiciones, el ordenamiento jurídico, que el Estado debe adoptar para fomentar la investigación científica. Lo que significa que se considera la ciencia como un valor económico y de progreso social* (Arruti, 2003).

#### Marco socio-histórico de la política científica moderna.

La política científica moderna nace en el tránsito entre los siglos XIX y XX y guarda relación con las dos Guerras mundiales. Esta afirmación contrasta con las opiniones normalmente sustentadas por los analistas de dicha política que sitúan el origen en los Estados Unidos tras la segunda Guerra Mundial, con la iniciativa del presidente Roosevelt y el encargo de ponerla en práctica a su asesor, el ingeniero norteamericano Vannevar Bush, quien formuló la propuesta en su documento *Science, The Endless Frontier*. Sin embargo, es importante señalar que existen iniciativas europeas previas relacionadas con la Gran Guerra y, en todo caso, con dimensiones políticas diferentes, como se ha mostrado en algunos trabajos (ver *Pour une politique scientifique* de Pierre Piganiol y Louis Villecourt, 1963).

Europa llevaba más de un siglo de civilización científica, por lo que la política científica era un objetivo claro; pero fueron los Estados Unidos,

con la filosofía de la “La ciencia, frontera sin límites” y su poder hegemónico mundial, los que aparecen retrospectivamente como los precursores y líderes de la iniciativa.

#### Principios, estrategias y ejercicio del poder político en ciencia y tecnología.

Desde los primeros momentos, la política científica en Europa contempló la necesidad de que existieran relaciones entre el mundo científico, el entorno privado -como motor empresarial y productivo- y el ámbito político -como promotor y gestor-. Es interesante subrayar que Europa ya se planteaba, en la mitad del siglo XX, la reflexión acerca de si la ciencia debía ser considerada como una función social, como un bien público o colectivo, al tiempo que se reconocía la actividad científica como profesión.

La actuación en ciencia y tecnología debía contar con una importante influencia de la inversión pública en la investigación científica y técnica, configurándose como reflejo de una política de progreso. En esta dinámica jugaron un papel relevante los actores sociales. Un resultado evidente de estas intervenciones fue la expansión del progreso científico. Se produjo asimismo, en términos estructurales, el reconocimiento de la Enseñanza Superior y la Investigación como factores determinantes del desarrollo económico y social.

En cualquier caso, la expansión científica no transcurrió sin colisiones. La relación entre ciencia, sociedad y política dio lugar a la emergencia de importantes constricciones como: 1) la inseguridad, reflejo del divorcio entre la sociedad -con-

secuencia de inquietudes individuales ante la aceleración del progreso- y los responsables de las decisiones políticas; 2) la libertad de los expertos, condicionada en ciertos sistemas políticos; 3) el conflicto entre realidades y elección de opciones: inversión en investigación, tipo de investigación, insuficiencia de datos; 4) las dos caras de la moneda: políticas de acción y políticas de reacción.

Todo ello indica que no nos separan grandes diferencias entre aquellos momentos y los actuales, casi medio siglo después.

### 2.1.1. OBJETIVOS Y MEDIOS DE UNA POLÍTICA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El principal objetivo de la política científica y tecnológica es la armonización del choque entre la apuesta por la adecuada programación ante la falta de estructuración y planificación (desestructuración), defendida por la comunidad científica, y una acción política que intenta obtener avances coordinados con beneficios sociales. Como consecuencia de esa apuesta armonizadora se produce la creación de organizaciones implicadas en coordinar un proceso marcado por la independencia y el rigor, de forma que puedan obtenerse resultados valiosos para la sociedad que lo apoya.

Los objetivos de la política científica requieren medios, pero estos medios deben tener en cuenta las diferencias en la aproximación a los procesos y a la dinámica de la investigación.

#### Estructuras de organización y de coordinación de la investigación.

La necesidad de organizar las actividades científicas (y tecnológicas) y de coordinar su desarrollo aparece tras la I Guerra Mundial, primero en Gran Bretaña y posteriormente en otros países. A pesar de los dos siglos en los que los países industrializados han visto desarrollar, sin pausa, sus actividades de investigación, esta necesidad se hace patente, hace crisis, en un momento determinado para cada país. Aparecen órganos de coordinación general como consecuencia de la importante dispersión de la investigación científica entre diferentes áreas de gobierno: educación, defensa,

salud, agricultura y pesca, industria, obras públicas y, posteriormente, medio ambiente, comercio y energía. A ello se añade la existencia de diferentes niveles de gobierno en países federales como Alemania y, en cierto modo, Bélgica.

Como ejemplo de los esfuerzos organizativos cabe citar el Ministerio de Ciencia en Gran Bretaña y la *Delegation Générale à la Recherche Scientifique et Technique* (DGRST) en Francia, que fueron experiencias estratégicas en un tiempo dado o la *National Science Foundation* (NSF) y los institutos Nacionales de la Salud (NIH) en los Estados Unidos, la *Wissenschaftsrat* en Alemania o el *Conseil National de la Politique Scientifique* en Bélgica, las cuatro últimas instituciones con trayectorias mantenidas hasta hoy.

#### Financiación de la I+D. Economía de la ciencia.

Las actuaciones que hicieron en materia de financiación de la I+D se centraron en la toma de decisiones sobre la inversión (anteriormente se hablaba de gasto) en investigación. Esta decisión, articulada alrededor de la pregunta ¿cuál es el peso con el que el futuro debe gravar el presente?, se materializó en instrumentos de dos tipos: créditos anuales que se distribuían directamente y en cascada, y contratos de investigación (proyectos) con distribución discontinua y competitiva. Esta financiación se llevaba a cabo de forma directa para el caso del sector público y de modo indirecto para el sector semi-público y privado (recursos parafiscales, exenciones fiscales, préstamos y subvenciones).

### 2.2. INDICADORES Y ESTÁNDARES EN I+D

El movimiento por establecer una serie de indicadores que sirvieran para la rendición de cuentas democrática de los esfuerzos económicos demandados a la sociedad para financiar las políticas científicas, nace en los Estados Unidos y su puesta en marcha corre a cargo de la *National Science Foundation*, que iba a tener una gran influencia en la política científica en el mundo moderno y cuyo objetivo fundacional era apoyar la investigación y la educación en la ciencia (concepto focalizado en las ciencias experimentales) y en la ingeniería. Por su parte, las ciencias

biomédicas y sus aplicaciones quedaban bajo el control de los prestigiosos y más antiguos Institutos Nacionales de la Salud, la agricultura bajo la responsabilidad del glorioso y admirado Departamento de Agricultura (USDA del inglés) y las ciencias e ingenierías del espacio serían atribuidas a la bien conocida *National Aeronautics and Space Agency* (NASA). Todo ello sin olvidar el importante apoyo a la investigación científica y técnica que tradicionalmente han ejercido en Estados Unidos las instituciones de la defensa.

De la iniciativa de desarrollar indicadores por parte de la NSF surgió el binomio R&D, el popular I+D en castellano que ha hecho fortuna en esta sociedad mediática, iniciando así el declive del término política científica.

### La difusión internacional de los indicadores.

La extensión y difusión de los indicadores ha corrido a cargo de dos instituciones con dos enfoques diferentes: la UNESCO, desde la perspectiva más universal de Naciones Unidas y la OCDE, bajo la visión norteamericana. La UNESCO asumió este compromiso con una visión amplia, lo que condujo a la elaboración del concepto de Actividades científicas y tecnológicas ("Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología", UNESCO, 1978). En este concepto, además de la I+D, se incluyen la enseñanza y la formación científica y técnica (STET, según sus siglas del inglés) y los servicios científicos y técnicos (SCT, acrónimo inglés).

La UNESCO planteó la realización de las estadísticas en CyT bajo una perspectiva amplia que cubría las dimensiones educativas y culturales, además de las propias de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

### La visión OCDE: El Manual de Frascati.

La OCDE, sin embargo, se propuso acotar el cometido para disponer de un instrumento que permitiera el seguimiento de la I+D con la elaboración y acceso de las estadísticas e indicadores más fiables y comparables. En junio de 1963, la OCDE celebró una reunión de expertos nacionales en estadísticas de I+D en una villa de

la ciudad de Frascati en Italia. Fruto de este trabajo fue la primera versión oficial de la "Propuesta de Norma práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental", que sería conocida en adelante como *Manual de Frascati*.

A lo largo de los cuarenta años transcurridos entre la primera y sexta edición del Manual, convertido en estándar para el seguimiento de las actividades de I+D, se ha demostrado la utilidad de los indicadores preconizados, que han sido y son empleados en informes nacionales e internacionales. No obstante, se ha perdido la visión más universalista de UNESCO. Las administraciones responsables e interesadas en el crecimiento económico y en la productividad confían en las estadísticas de I+D como una forma de expresión del cambio tecnológico. En muchos países, las estadísticas de I+D se consideran como parte de las estadísticas económicas generales.

Sin embargo, se ha comprobado a lo largo de estas cuatro décadas que las estadísticas de I+D no son suficientes. Parece evidente que los datos deben examinarse en un marco conceptual que permita relacionarlos con otros instrumentos e indicadores disponibles y con los resultados derivados de las mismas actividades de I+D de que se trata, como los gastos de software, de formación, de organización, entre otros ámbitos de actuación.

En el propio Manual se reflejan las propias limitaciones del mismo, ante la complejidad de los procesos de investigación científica y desarrollo tecnológico y de los modelos que han tratado de explicarlos. Dice así: *El presente Manual no se inspira en un único modelo aplicable al sistema científico y tecnológico, sino que fundamentalmente tiene como objetivo proporcionar estadísticas que permitan establecer indicadores utilizables en diversos modelos*. En cualquier caso, la evolución ha conducido a la OCDE a elaborar otros directorios metodológicos.

## 2.3. EL TRÁNSITO ENTRE LOS SIGLOS XX Y XXI. DE LAS POLÍTICAS CIENTÍFICAS A LAS POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

En el último tercio del siglo XX se iniciaron una serie de profundas transformaciones que afec-

taron no solo a la sociedad en su conjunto sino también al ámbito de la ciencia y la tecnología. Entre ellos, cabe mencionar la crisis energética de la década de 1970, la expansión de la entonces Comunidad Económica Europea hacia los países del Sur europeo, o el establecimiento de la política científica europea en un contexto de crisis de liderazgo europeo.

Mientras que los Estados Unidos permanecían inmunes ante cualquier cuestionamiento de sus políticas científicas, Europa se enfrentaba a la innovación como si fuera un cuerpo extraño que generara problemas en su capacidad de reconocimiento y aplicación de los resultados de la investigación científica y tecnológica para su competitividad en el entorno geoestratégico identificado como la triada (la Unión Europea, los Estados Unidos y Japón). Esta confrontación derivaría en déficits de competitividad europea en un mundo crecientemente global, promovido por la expansión de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Se formularon dudas acerca de la relación entre los factores identificados como componentes del binomio I+D y de estos con la innovación; se buscaron modelos tecno-científicos que fueran trasplantables a Europa y se profundizó en la preocupación por la actividad empresarial en el viejo continente tanto en I+D como en innovación.

En este contexto de conflicto entre las políticas economicistas, que buscan el beneficio a corto plazo, y las políticas de ciencia, tecnología e innovación, que persiguen aumentar la bolsa de conocimientos científicos y técnicos, transcurre la evolución de los Programas Marco, que inician su andadura en 1984 (dos años antes de la integración de España en Europa y de la promulgación de la primera "Ley de la Ciencia" en nuestro país).

### La crisis de la política científica.

El incremento a lo largo de los últimos veinte años del uso del binomio I+D, un término mecanicista, y más aún el abuso del trinomio I+D+i, un acrónimo que solo se aplicó en España, nun-

ca en Estados Unidos, y que en términos de internacionalización resulta equívoco, impreciso, ha conducido a una crisis del concepto de política científica. La asunción de la ideología subyacente en el trinomio respecto a la organización y gestión de la ciencia y la tecnología -el mercado como evaluador esencial- por parte del programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea ha debilitado más todavía al concepto de política científica. Por último, y no menos importante, la elección de Donald Trump como presidente de Estados Unidos puede suponer la caída de la bóveda de la política científica moderna y lo que esta ha supuesto desde 1940, por el apoyo de la Casa Blanca, dada la implicación de los presidentes estadounidenses en tales cuestiones. La crisis de las políticas científicas ya fue enunciada y denunciada (Muñoz, 2009) en momentos en los que se derramaba por la sociedad global la problemática de la crisis económica financiera y en los que en España se gestionaba la CyT en un ministerio de nuevo cuño, el de Ciencia e Innovación<sup>3</sup>.

## 2.4. LA TRAYECTORIA HISTÓRICA DEL SISTEMA ESPAÑOL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Desde finales del siglo XX hasta la fecha, la trayectoria del sistema español de CyT, o de las políticas que han moldeado su desarrollo, ha seguido una línea quebrada, o una función sinusoidal impropia, con amplitudes y periodos de falta de homogeneidad.

### Una visión panorámica.

Se ha visto previamente, a partir de los estudios sobre política científica, que la política científica moderna nace en Europa en el primer tercio del siglo XX. En aquel tiempo, España estuvo cerca de la vanguardia -circunstancia que sin duda sorprenderá a muchos ciudadanos- gracias a la apuesta por la educación y la investigación que hicieron respectivamente la Institución Libre de Enseñanza y la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE), creada en enero de 1907 como proyecto

3. En el libro *Research and Innovation Policies in the New Global Economy*, editado por Laredo y Mustar (2001), se afronta el desafío del tránsito de las políticas científicas a las políticas de innovación, en cuyo conflicto la Unión Europea y sus integrantes siguen inmersos.

regeneracionista y, enlazando con el “Avant-Propos” de este Informe, hay que volver a recordar, con orgullo y reconocimiento, a personalidades científicas y políticas implicadas como Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1906, José Castillejo, Secretario de la JAE y posteriormente, a Juan Negrín, fisiólogo y más tarde Ministro y Presidente del Gobierno, entre otros muchos. Ese periodo brillante, medio siglo aproximadamente, ha sido reconocido por los historiadores (Laín Entralgo, López Piñero y Sánchez Ron) como la “edad de plata” de la ciencia (y la tecnología) españolas.

Este periodo alcanzó un auge con la II República, que duplicó los presupuestos para educación (incluida la investigación), y un brusco final con la Guerra Civil. Es cierto que pronto, desde el lado de los vencedores, se trató de restaurar en lo posible la situación con la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) sobre los restos de la JAE en noviembre de 1939, aunque con un profundo trastoque ideológico.

### El foco sobre el CSIC.

La JAE había sido desmantelada por motivos ideológicos y además, tras el final de la Guerra Civil, se produjo un importante exilio de la comunidad docente e investigadora (de los rectores de las universidades solamente quedaron tres). En este contexto, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), nace inspirado en modelos europeos, y sorprendentemente bastante asimilable al de la Academia de Ciencias de la URSS, de los que además se va a diferenciar por la carga ideológica con que se crea. No obstante, el desarrollo del CSIC se produjo por el impulso y las características y condiciones científicas, políticas y personales de José María Albareda, para bien o para mal.

### El CSIC: una trayectoria histórica con sobresaltos.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas tiene reconocido el carácter de institución pública de investigación (científica) más importante de España y con proyección sobre Europa,

donde se le atribuye el tercer lugar en términos de relevancia, muy cerca del CNR italiano. La historia del CSIC no ha sido fácil, como deriva de su difícil enclave institucional a lo largo de sus casi 80 años de existencia. Se le colocó como ente en teoría independiente pero asociado al Ministerio de Educación Nacional (el Ministro Ibáñez Martín fue el Presidente, esencialmente representativo, y el Dr. Albareda ocupó el puesto de Secretario General como máxima autoridad ejecutiva) y con el objetivo de desarrollar la política científica en España.

Independientemente de la situación de mera subsistencia de los años cuarenta y primeros cincuenta, extensible al país en general<sup>4</sup>, el desarrollo de la institución pronto tropezó con dificultades para desarrollar tal objetivo con reacciones diversas de otras áreas ministeriales, como Industria y Agricultura, que competían respectivamente con el Patronato Juan de La Cierva, diseñado para dar soporte innovador a la industria nacional, y con el Patronato Alonso de Herrera, que hacía lo propio con las nuevas tecnologías agrarias. Ante esa tesitura, la institución tuvo que concentrarse en la promoción de la investigación y en la lucha por encajar en la Administración, mostrando fragilidad para poner en marcha una estructura de dirección y gestión propias, así como para establecer un armazón de personal investigador. Esas dificultades se fueron superando desde una perspectiva interna y aplicando soluciones específicas. Se configuró la figura de un Presidente de la institución, que sería representativo y sin reconocimiento salarial, y unas escalas de personal que serían únicas, especiales e internas: se garantizaba una posibilidad de constituir una plantilla de personal, pero con evidentes riesgos para el futuro administrativo de tal personal. Apostar por la carrera investigadora en España era ya posible, pero también una posibilidad arriesgada.

La dependencia del CSIC de su Secretaría General unió la vida de la institución a la trayectoria vital de Albareda. Cuando se produjeron cambios en esa trayectoria en colusión con la evolución de la dictadura del general Franco, el CSIC experimentó sacudidas, que se tradujeron

4. Recuérdese que España no recuperó el PIB que había tenido en 1936 hasta 1952.

en procesos y resultados unas veces positivos y otras veces negativos para la institución.

El fracaso del objetivo de fomento de la política científica atribuido al CSIC se plasmó en 1959 con la creación de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) para suplir las funciones de dirección de la política científica que el CSIC no pudo cumplir. La CAICYT se asignó a Presidencia de Gobierno, aunque permaneció asociada al CSIC puesto que se instaló en la sede central de ese organismo. Manuel Lora-Tamayo, el primer presidente de la CAICYT, que luego sería nombrado ministro en 1962, introdujo los modos anglosajones de evaluación que serían institucionalizados veinte años después, ya en la democracia. En su intento por revitalizar la política científica introdujo por primera vez el término de “ciencia” en la organización gubernamental, al cambiar la denominación del “Ministerio de Educación Nacional” a “Ministerio de Educación y Ciencia” en 1966, e hizo posible que las escalas del CSIC fueran reconocidas como parte del sector público en el ámbito de la función pública. El CSIC caminó así a su integración en la Administración española; camino que no ha estado exento de conflictos y contradicciones.

La llegada de los tecnócratas en las últimas etapas de la dictadura de Franco se produjo para afrontar una transformación en el desarrollo económico español ya lastrado por la autarquía. Se establecieron los Planes de Desarrollo en los que el CSIC intervino, reconociéndose así su papel como relevante organismo público de investigación (OPI). Sin embargo, la estrategia de los Planes se vino abajo con la muerte del general y la fuerte crisis económica y social del país.

### **La Transición: un periodo de cambios.**

La Transición política iba a ser decisiva en la vida del CSIC. Primero se enfrentó a una reforma de su reglamento, luego tuvo que articularse como Organismo Autónomo de la Administración General del Estado, que devino en Dirección General como única posibilidad de ser operativo y no ser laminado (se está hablando de finales de los años 70 y principios de los 80). Esta situación indefinida nunca le ha permitido funcionar

óptimamente. El establecimiento de un estatuto especial para la investigación y para sus cultivadores, los investigadores científicos y técnicos, en el seno de la Administración Pública ha sido una necesidad importante del CSIC. Así se podría tratar de articular un mejor y más eficiente funcionamiento del mismo, siendo homologable con las instituciones de los países con quienes interrelacionamos política y económicamente, así como de superar la constante incompreensión y los obstáculos de unas burocracias que ignoran casi todo de lo que es en España la actividad investigadora.

De hecho, las profesiones asociadas a las actividades científicas y las tareas realizadas siempre han sido vistas con desconfianza por los cuerpos tradicionales de funcionarios. Desde su atribulada historia, la política científica española y sus instituciones ejecutoras, fueran públicas o privadas, han visto obstaculizadas sus estrategias en estos campos esenciales para la competitividad real del país. Estas instituciones se han visto dominadas por los ministerios económicos y encerradas por un entorno administrativo difícil, cuando no hostil, en una Administración Pública como la española que habrá podido modernizarse en términos de tecnologías de la información, pero que poco conoce lo que es la gestión de la ciencia y la tecnología, la promoción, producción y la gestión de los conocimientos científicos.

En la etapa de la “burbuja” económica (inmobiliaria y especulativa) de finales del siglo XX y principios del XXI, el CSIC experimentó notables cambios. En las elecciones generales de 1996 y 2000, el Partido Popular alcanzó el Gobierno y en los principios de la formación del Gobierno de 1996, pareció que el CSIC podría ocupar una posición decisiva en el organigrama de la política científica, pero la situación cambió rápidamente y el decreto que contemplaba esa situación resultó una norma fallida (publicada y nunca aplicada). Con el gobierno resultante de las elecciones del año 2000 se crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el CSIC se sitúa en el nivel más bajo de la Administración ya que se le reconoce en el organigrama de ese ministerio como Subdirección General.

La llegada al Gobierno del PSOE devuelve la responsabilidad de la política científica al Ministerio de Educación y Ciencia y el CSIC recupera protagonismo. En el marco del movimiento de reforma de la Administración Pública, que preconizaba el ministro Sevilla, tratando de desarrollar el concepto y el número de Agencias, como organismos especiales de la administración pública, con un tratamiento presupuestario y de control alternativos, se creyó que la teoría de agencia iba a aumentar la autonomía e independencia los organismos públicos, delimitando el poder e influencia de las burocracias controladoras. El Presidente del CSIC trató de aprovechar su influencia para conseguir que este organismo fuera una de estas Agencias Estatales, logro que se consigue y que es la situación actual *de jure*. En la siguiente legislatura, se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y desde ese momento parece que la opción de Agencia no era tan positiva como se imaginó; no resultó un éxito. Incluso el gobierno del PP, antes de las elecciones de diciembre de 2015, promulgó una ley de la Función Pública, con entrada en vigor diferida en un año, que elimina Agencias, entre ellas la del CSIC. Eso colocaría a la institución investigadora ante nuevos desafíos y problemas, ya que pierde su condición de Agencia y tiene que adoptar una nueva forma jurídica todavía pendiente de decisión.

## 2.5. LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA: UN APUNTE

La institución universitaria fue, sin duda, sujeto de conflictos y problemas durante la Edad de Plata de la ciencia y la tecnología, ya que se dieron enfrentamientos entre la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas y la Universidad. El presidente de la JAE, Santiago Ramón y Cajal, tenía una visión muy negativa de la universidad española, sobre la que vertió aceras críticas acerca de su nivel medio como institución investigadora y como organización independiente de los poderes fácticos y los sectores más conservadores de la iglesia y la sociedad españolas. Tampoco estaba muy a favor de sus métodos de provisión de las cátedras, proceso del que tuvo alguna amarga experiencia.

El número de universidades públicas era además muy reducido; ascendía a doce, todas de

raigambre histórica y estaban distribuidas de forma algo asimétrica por la geografía española: Santiago de Compostela, Oviedo, Barcelona, Valencia, Murcia, Granada, Sevilla, Salamanca (la más antigua y con origen en el Colegio de Palencia), Valladolid, Zaragoza, La Laguna y la Universidad Central, de Madrid o Complutense por su relación con la Universidad de Alcalá de Henares, ya que su creación, fruto del liberalismo centralizador, llevó aparejado el cierre de la de Alcalá. Por tanto, la de Madrid fue la más reciente entre las históricas, creada en el primer tercio del siglo XIX, cerrada inmediatamente con la invasión de los Cien Mil hijos de San Luis que conduciría al fin del trienio liberal por más de una década (la década Ominosa) y reabierta en 1836. A partir de ese momento se produjo su consolidación, ya que fue además la única que impartió el título de Doctor desde mediados del siglo XIX hasta la mitad del XX por lo que también se la conoció como la "Docta". En 1957, el Ministro Ruiz Giménez otorgó también esa capacidad a la Universidad de Salamanca. Con el tardofranquismo y la tecnocracia, se crearon las Universidades Autónomas de Madrid y Barcelona bajo la dirección del ministro Villar Palasí y la gestión del Subsecretario y diplomático Ricardo Díez Hochleitner, promotor de la Ley General de Educación. En el año 1971, se constituyeron las Universidades Politécnicas de Madrid y Barcelona sobre la base de las llamadas hasta entonces "Escuelas Especiales".

En el período de la Transición democrática se produce la explosión de la creación de universidades en España, que es quizá el efecto más claro de la puesta en marcha del desarrollo competencial del Estado de las Autonomías. Esta explosión se resume en la situación actual que reflejan los datos publicados por el Ministerio responsable de la educación universitaria (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en 2016). Como se señala en este Informe, en la actualidad hay en España 84 universidades, de las cuales 50 son de titularidad pública. (Para profundizar sobre esta cuestión véase la sección 3.1.1).

Tal explosión del número de universidades ha traído indudables beneficios en términos de extensión de la educación superior y su acceso a la

ciudadanía española, así como en el incremento de la producción científica, ya que los investigadores universitarios aportan desde principios de este siglo entre el 70 y el 75% de la producción de artículos en revistas reconocidas y valoradas en bases de datos bibliométricas internacionales. Al mismo tiempo, el proceso no ha estado exento de problemas, porque ha fallado en varias coordenadas del binomio espacio-tiempo; quizá el número y la diversidad geográfica han pecado de exceso y la velocidad de implantación fue demasiado elevada. Un incremento del 900% en apenas medio siglo es una locura insostenible y denota, como siempre, la impulsión española carente de estrategia reflexiva. Ello ha conducido a una situación crítica de la universidad española, enmarcada a su vez en una profunda crisis tras los recortes, cambios de prioridades políticas e imposiciones ideológicas, a lo que no se ha sabido reaccionar a causa de la escasa capacidad de adaptación evolutiva de la institución y de sus gestores. De forma quizá poco eficiente, se sigue debatiendo sobre la elaboración de informes o las propuestas de reformas indefinidas y desilusionantes por inoperantes. Hay que salir del ensimismamiento y del individualismo que están debilitando la universidad pública española hasta extremos de preocupante gravedad.

## 2. 6. ANÁLISIS PANORÁMICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA DESDE LA TRANSICIÓN

La transición que se inicia con la muerte de Franco trajo cambios importantes en el ámbito de la gestión de la ciencia. Primero, la crítica situación económica, que llevó a los Pactos de la Moncloa, determinó que este ámbito de la política se aparicara: "Ahora no toca" fue la frase atribuida a Jordi Pujol. Afortunadamente, en la UCD existían sensibilidades sobre la cuestión. Como beneficio indirecto de la disputa entre familias, se creó en 1980 el Ministerio de Universidades e Investigación bajo la dirección de Luis González Seara, responsable del ala socialdemócrata del gobierno. Este ministerio llevó a cabo una reforma en el organigrama de la gestión de la ciencia en España, como la incorporación de la CAICYT a dicho ministerio, reforma de calado que faci-

litó el proceso de modernización que, liderado por el ministro J. M. Maravall, siguió a las elecciones de octubre de 1982.

El PSOE llegó al gobierno con un programa en el que afortunadamente estaba incluida la apuesta por transformar lo que se ha dado en llamar sistema de CyT y que tal vez sería más razonable denominar espacio científico-técnico, un término que en la investigación sobre política científica se ha considerado que ofrece más grados de libertad y creatividad que el habitual concepto de sistema. En este entorno ha habido muchos logros, alcanzados a lo largo de los cuarenta años, pero también han sido notables los fracasos y las decepciones.

Entre los elementos positivos cabe citar: la incorporación de las políticas para y por la ciencia en la agenda política, con la aprobación y puesta en marcha de la Ley de la Ciencia de 1986; la adaptación de la gestión de la investigación científica según el modelo norteamericano basado en la estrategia de "La ciencia como frontera sin límites" (Vannevar Bush, Roosevelt y Truman) y las prácticas de la *National Science Foundation*; esta adaptación, que puso en marcha la evaluación de proyectos y actividades científicas por expertos (*peer review*), actualmente en peligro por la acción de las siete plagas (ver más adelante), se completó con la aplicación de principios de planificación estratégica (Planes Nacionales y programas temáticos de I+D); la decidida apuesta de las universidades, en especial de su personal más cualificado, para afrontar el reto del desarrollo científico y tecnológico español; la internacionalización de la producción de las instituciones científicas y técnicas españolas: la creación de grandes infraestructuras (por ejemplo, en el Instituto de Astrofísica de Canarias y en el CIEMAT), iniciativa que se vio acompañada por la mejora de las instalaciones y equipos de muchos laboratorios y grupos de investigación españoles; la creación del Instituto de Salud Carlos III como base para el desarrollo exponencial de la investigación biomédica, proceso en el que sobresale la brillante incorporación de los hospitales a esta tarea; y la progresiva participación con éxito en proyectos europeos. En todo caso, el dato más importante fue el redescubrimiento de la existencia de un capital humano de gran calidad y enorme potencial.

Por el contrario, un logro efímero fue el incremento pautado de los presupuestos para la financiación de la I+D y la innovación. Apenas dos legislaturas después, se recurrió a actuar por impulsos y a aplicar trucos de ingeniería financiera; también fue de corta duración la disposición de la Intervención General del Estado y de las burocracias controladoras, reacias a aceptar que el control en el ámbito de la investigación se sustentara en instrumentos de rendición de cuentas y no de carácter previo (*ex post* y *no ex ante*).

Con todo, el fracaso más significativo fue no haber conseguido la institucionalización de la investigación científica y técnica en el seno de la Administración española, así como en el seno de nuestra sociedad. La ausencia de este reconocimiento y de un estatuto peculiar supone que este ámbito esté sujeto a los cambios de gobierno, a las fluctuaciones económicas de las burbujas o de los ciclos expansivos y contractivos. En suma, todo este contexto parece determinar que la función que sigue el desarrollo de la ciencia y la tecnología en España sea sinusoidal y no alcance la sigmoidea.

## 2.7. LAS NUEVAS INSTITUCIONES

Hay organizaciones que han surgido en España por iniciativas de política científica y tecnológica a partir de finales del siglo XX con un doble objetivo, ahora sí estratégico: superar algunas de las patologías y plagas de las instituciones, que arrastran por razones históricas y estructurales, así como ayudar a la consecución del nivel de excelencia, el mantra de la “modernidad neoliberal”. Unas se originaron en la Administración General del Estado durante los gobiernos del presidente Aznar, concretamente en el Instituto de Salud Carlos III con el estatuto de fundaciones: el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) y el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC), que en estos momentos están sufriendo un movimiento de “contrarreforma administrativa” por parte de los ministerios de Hacienda y AA.PP. Otras, apoyadas desde las administraciones autonómicas, sobre todo Cataluña, siempre

deseosa en este ámbito de gobernar de forma creativa e innovadora aprovechando lo positivo que ofrezca el poder central. Se pusieron en marcha la iniciativa ICREA de captación de capital humano y la creación de entidades principalmente en los campos de la biomedicina, la química y la física, como las que en junio de 2015 se agruparon para constituir el Barcelona *Institute of Science and Technology*<sup>5</sup>, y en el que algunos quieren ver un embrión de un consejo de investigaciones científicas catalán (tanto a favor como en contra). También el País Vasco ha tenido su propia estrategia, carente, tras la Guerra Civil, de universidad y de instituciones públicas de investigación de carácter estatal. Tal estrategia se orientó, sobre la base de su sector industrial, a la creación de centros tecnológicos; haciendo posteriormente política científica en reverso, se han ido estableciendo instrucciones para realizar investigación básica y aplicada, con una importante universidad pública con sede en las tres provincias vascas, laboratorios como Biogune o Nanogune, así como para la captación y promoción de capital humano con la iniciativa *Ikerbasque*.

## 2.8. LAS PLAGAS DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA ESPAÑOLA

Un ejemplo de las dificultades que implica salirse de la senda funcional más clásica se muestra en la dimisión de Juan Carlos Izpisua en enero de 2014 como director del Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona, previamente contratado para ello sin pasar por la clásica oposición funcional. En su momento, fue justificada en los medios de comunicación por la falta de apoyos políticos y financieros y presentando al eminente científico como una víctima más, aunque notabilísima, de los recortes en investigación y ciencia. No obstante, dicha percepción no se ajustaba por completo a la realidad, sino que habría que enmarcarla dentro de los efectos de lo que se ha venido en llamar las siete plagas de la política científica española: ausencia de instituciones; indiferencia de los poderes económicos; aleatoriedad política; inestabilidad presupuestaria; burocracia que habitualmente desconoce la ciencia

5. Las instituciones creadas fueron el Centre de Regulació Genòmica (CRG); el Institut Català d'Investigació Química (ICIQ); el Institut Català de Nanociència y Nanotecnologia (ICN2); el Institut de Ciències Fotòniques (ICFO); el Institut de Física de Altes Energies (IFAE); el Institut de Investigació Biomèdica (IRB, Barcelona).

que ha de gestionar; carencia de estrategias; e individualismo como forma de supervivencia .

Los recortes son una consecuencia de esas plagas y en la casi indiscriminada y subsiguiente tala, los árboles, salvajemente desmochados unos y aún enhiestos otros, nos impiden ver el bosque de la política científica. De igual forma, el caso del fulgor y muerte del proyecto de Izpisúa, y de tantos otros que han tenido que abandonar el país después de haber retornado, no es solo una cuestión de recortes, sino el efecto devastador de algunas de las mencionadas plagas. Al no existir instituciones sólidas (primera plaga), la responsabilidad de la política científica en España ha descansado sobre personas, y Cataluña no es una excepción a la regla. La incorporación al gobierno de la Generalitat de una figura académica de la talla de Andreu Mas-Colell fue un factor decisivo para dar forma definitiva a un modelo novedoso basado en tres principios fundamentales: mecanismos dinámicos y no burocráticos de incorporación de personal; creación de laboratorios con autonomía y capacidad para ejecutar políticas propias; y priorización de estrategias en el sector de la biomedicina. Su desaparición de la decisión política y la carencia de instituciones sólidas de ciencia han producido un languidecimiento del sistema, con un futuro cada vez más oscuro.

Ante esta situación, que evoca el mito de Sísifo, los científicos invocan siempre la necesidad de un Pacto de Estado. La experiencia de 50 años indica que eso es muy difícil en nuestro país y los hechos lo prueban tozudamente. La falta de una visión de lo que la ciencia significa para el progreso del país y la visión cortoplacista de los políticos que no ven más allá de las siguientes elecciones (y de la obtención de una foto publicitaria), impide que se comprometan a medio y largo plazo. La única remota posibilidad, que no parece satisfactoria, de esta propuesta sería la de colocar estas actividades bajo el amparo del Jefe del Estado.

### 2.9. CONCLUSIONES

La Ciencia en España ha mantenido a lo largo de un siglo una línea quebrada de crecimiento con

épocas positivas y negativas que no le han permitido alcanzar un estado de funcionamiento y producción equiparable a las de las sociedades occidentales avanzadas.

Todavía hay que plantear un esfuerzo para “alcanzar el tren” de la ciencia occidental avanzada. Retomando viejos eslóganes se puede plantear la necesidad del *gran salto hacia delante* o el *gran empujón* (véase apartado 7).

La solución que propugnamos es democrática y ajustada al ejercicio de la gobernanza. Reclamamos un pacto social, o más bien un nuevo contrato social, en el que deben participar todos los agentes sociales. Quizás deban liderarlo los científicos, pero ajustados a liderar de modo social y éticamente la vertebración de los agentes: empresarios, representantes sindicales y políticos de buena voluntad que quieran y puedan sumarse al proceso, que idealmente podría ser objeto de tratamiento y decisión en el Parlamento.

Las nuevas instituciones de investigación -bastante exitosas- creadas en los últimos años han sido un intento de escapar del corsé asfixiante de la administración sobre la investigación científica.

Hay que modificar la rígida estructura funcional de los investigadores, eliminando la exclusividad funcional y permitiendo su movilidad en función de las necesidades y oportunidades científicas, como ocurre en los centros de nueva creación.

En este país burocratizado, la presencia de la ciencia al máximo nivel de decisión política, mediante la existencia de un ministerio sectorial, podría ser necesaria para hacer creíble la implementación de las reformas imprescindibles.





# **Los agentes del sistema de ciencia, tecnología e innovación y sus relaciones**



## 3. LOS AGENTES DEL SISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SUS RELACIONES

A. Cuevas

### 3.1. QUÉ ES ACTUALMENTE EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (en adelante SECTI) se define en la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (14/2011), y está formado por un conjunto de agentes, tanto públicos como privados, que se encargan de la coordinación, la financiación y la ejecución de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en España. El sistema también especifica las relaciones que se producen entre sus agentes, así como la estructura y las actuaciones desarrolladas para la promoción y el apoyo a la política de I+D+i. Antes de la aprobación de esta ley, la organización en materia de CyT se establecía en la Ley 13/1986, de 14 de abril, en la que se definía el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, concebido entonces como el principal documento de planificación estratégica en estas materias.

#### 3.1.1. LOS AGENTES DEDICADOS A LA INVESTIGACIÓN

Entre los agentes que conforman el SECTI destacan aquellos que se encargan de la actividad investigadora: las Universidades, los Organismos Públicos de Investigación (OPIs), los Centros Sanitarios y las Empresas, pero igualmente importantes son los Centros Tecnológicos, los Parques Científicos y Tecnológicos y las Instalaciones Científico-Técnicas Singulares, centros

de investigación adscritos a las comunidades autónomas, a la Administración General del Estado o a ambas.

Las universidades continúan siendo los principales centros de desarrollo de investigación científica en España. En el curso 2015-2016 había en nuestro país 82 universidades<sup>7</sup>, 50 públicas (47 presenciales, una no presencial, la UNED, y dos especiales: la UIMP-Universidad Internacional Menéndez Pelayo y UNIA-Universidad Internacional de Andalucía) y 32 privadas (26 presenciales con actividad y cinco no presenciales). Parece un número excesivo para las necesidades del país; sin embargo, en términos relativos el sistema universitario español no es mayor que otros del entorno europeo. De lo que sí parece adolecer es de una falta de orientación, ya que la legislación obliga a realizar una oferta generalista a todas las universidades y solo especializada en el caso de las Politécnicas. La proliferación en los últimos años de universidades privadas también puede ser criticable, sobre todo si tenemos en cuenta que la investigación que se realiza en ellas es muy limitada, comparada con la que se lleva a cabo en las universidades públicas.

Los OPIs son instituciones de investigación, de titularidad pública y de ámbito nacional que desarrollan, junto con las universidades, el grueso de las actividades del Plan Nacional de I+D+i. A partir de la Ley de la Ciencia de 1986, los seis grandes centros de investigación adscritos

7. Habría que añadir dos más que, a pesar de estar creadas, no tiene todavía actividad: la Universidad Tecnología y Empresa de Madrid y la Universidad Internacional de Canarias con sede en Las Palmas de Gran Canaria.

hasta ese momento a diversos ministerios se definieron como OPIs: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial (INTA), el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Más tarde se añadieron el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Todos ellos dependen actualmente del Ministerio de Economía y Competitividad, con excepción del INTA que lo hace del Ministerio de Defensa.

Además, en los últimos años se han creado nuevas instituciones con gran proyección internacional, orientadas en su mayor parte a la investigación en áreas concretas, como son el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO), de carácter público y dedicado a la investigación, diagnóstico y tratamiento del cáncer; y el Centro para la Regulación Genómica, fundado por la Generalitat de Catalunya y el Ministerio de Economía y Competitividad. Estas nuevas fórmulas e instituciones han sido tratadas con mayor amplitud en un apartado anterior (véase sección 2.7).

Asimismo, también se han definido las Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares como el conjunto de instalaciones, recursos o servicios requeridos para llevar a cabo investigación de vanguardia y de máxima calidad. Son de titularidad pública y se accede a ellas de manera competitiva. Dadas sus características, los costes de inversión, mantenimiento y operación son muy elevados.

### 3.1.2. LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Las administraciones públicas constituyen otro de los agentes del SECTI, cuya principal función es la coordinación de los diferentes agentes tanto a nivel estatal como autonómico. La Ley la Ciencia diseña la gobernanza del SECTI y redistribuye las competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas. En cuanto a los instrumentos del sistema de gobernanza, la ley de la Ciencia no es muy original en relación a la normativa anterior de 1986: además de diseñar

las dos Estrategias, la de Ciencia y Tecnología (ECT) y la de Innovación (EI), establece la estructura y funciones del *Consejo de Política Científica, Tecnológica y de Innovación* (antes Consejo General de Ciencia y Tecnología) y del Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación (antes *Consejo Asesor* para la Ciencia y la Tecnología), añade el Comité Español de Ética de la Investigación y crea un Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación.

La Ley de la Ciencia sí avanza en el diseño de cómo coordinar al Estado y las comunidades autónomas, ya que, según nuestro ordenamiento constitucional, tanto uno como otras tienen competencias en el fomento de la investigación científica y técnica y disponen para ello de funciones legislativas y ejecutivas plenas. Otra de las características del SECTI es la disociación entre ciencia y tecnología, por un lado, e innovación, por otro, lo que también se estipula en la Constitución. Las comunidades autónomas han tenido capacidad de desarrollar políticas en materia de innovación gracias a esta diferencia estipulada en la Constitución, mientras que en el ámbito de la ciencia y la tecnología las políticas han estado principalmente orientadas desde el Estado.

El Consejo de Política junto con el Ministerio de Ciencia e Innovación son los encargados de elaborar la ECT, que luego se somete a informe del Consejo Asesor, de los órganos de planificación económica de la Administración General del Estado, de la Comisión Delegada del Gobierno para Política Científica, Tecnológica y de Innovación, y se eleva al Gobierno para su aprobación y posterior remisión a las Cortes Generales. La ECT sirve de referencia para elaborar los Planes de ciencia y tecnología estatales y autonómicos; a su vez, estos Planes tienen que estar en consonancia con las políticas de la Unión Europea. En el caso de la Innovación, la EI ha de implicar a todos los agentes políticos, económicos y sociales en los objetivos fijados. Se supone que las estrategias han de facilitar el flujo de información recíproca y la homogeneidad de actuaciones de los agentes del sistema, aunque esto no siempre es así, dependiendo de los investigadores, en muchos casos, la búsqueda de información sobre la posible financiación, que no siempre se oferta con periodicidad. Por otro

lado, a pesar del papel central que deben jugar los Consejos según la Ley de la ciencia, estos se han reunido en escasas ocasiones y con el principal objetivo de dar cumplimiento a la Ley, pero sin valor funcional real.

Y algo similar puede decirse de la Agencia Estatal de Investigación (AEI), creada en 2015, pero que no ha aprobado el nombramiento de los 12 miembros del Comité Científico y Técnico hasta el 6 de marzo de 2017. El Comité debe encargarse de asesorar a la AEI sobre el plan anual de actividades, así como sobre los principios, metodologías y prácticas de evaluación científica y técnica por los que se regirá la Agencia. Debemos esperar algún tiempo para comprobar la eficiencia de la Agencia y de su Comité, aunque el retraso en el nombramiento del Comité no es un buen indicador.

Una de las principales debilidades del SECTI se debe precisamente a la complejidad del sistema administrativo. Los investigadores españoles dependen de sus respectivos gobiernos autonómicos, así como de diversos ministerios, que además no solo han ido cambiando de nombre en los sucesivos cambios de gobierno, sino también de área. En una búsqueda de transparencia en la gestión de los recursos, las diferentes administraciones han fiscalizado la gestión económica de la investigación hasta el punto de convertir el proceso contable en un elemento más del trabajo de los científicos. La ausencia de un Pacto de Estado en esta materia ha dado lugar también a una fluctuación en la importancia atribuida al sistema SECTI. Las fluctuaciones de los recursos del sistema, con los recortes de los últimos años, se han hecho notar de forma considerable (así, por ejemplo, el Plan nacional/Estatal que debería haberse aprobado en 2012 se hizo al año siguiente, prorrogándose el anterior por un año). El gasto de los Presupuestos Generales del Estado en materia de I+D+i se ha ido reduciendo desde el año 2010, aunque a partir del 2015 la tendencia ha mejorado un poco. No obstante, las cifras de inversión muestran una reducción muy acusada (ver más adelante y el Apartado 4). Son pocas las comunidades autónomas que pueden hacer frente a los recortes de financiación central (Navarra, Madrid y el País Vasco serían las excepciones) y la tasa de

reposición impuesta entre los trabajadores públicos se ha notado con especial gravedad en el caso de las universidades y los OPIs, ya de por sí con plantillas poco dotadas.

### 3.1.3. EL TEJIDO PRODUCTIVO

Capítulo aparte merece el tejido productivo, destinatario de las actividades desarrolladas por el SECTI. Mientras que los sucesivos planes nacionales y los cambios legislativos han conseguido poner a España entre los países más importantes en producción científica mundial, el tejido empresarial continúa sin estar a la altura. El sistema productivo español, que debería ser tanto parte como receptor del SECTI, manifiesta una baja capacidad para mejorar sus niveles de productividad y en gran medida esta deficiencia parece deberse a la falta de incentivos para aumentar los procesos de innovación y de inserción de los agentes del SECTI en el sistema productivo.

El esfuerzo inversor de las empresas en el caso español llega aproximadamente al 50% de la financiación de I+D+i, tasas lejanas en comparación con las de otros países europeos caracterizados por tener un sistema productivo competitivo e innovador (en donde la inversión empresarial se sitúa en torno al 75% y en algunos casos hasta el 80% del global de los recursos invertidos en I+D+i). Esto constituye un freno al proceso de crecimiento económico español, ya que los esfuerzos realizados desde el sector público no se corresponden con una actitud empresarial innovadora. Además, la mayor parte de las empresas no incorporan ni las innovaciones ni a los investigadores y doctores al proceso productivo. Los empresarios son conscientes de que llevar a cabo actividades innovadoras es una fuente de ventajas competitivas; sin embargo, los resultados solo se aprecian en el medio y largo plazo, por lo que debe convertirse en una decisión estratégica y no en una solución inmediata a los problemas más acuciantes.

#### La sociedad.

Aunque no suele figurar como tal, otro de los agentes del SECTI es la propia sociedad española, destinataria y aportadora tanto de recursos económicos como de agentes al sistema. En el año

2015, el número de personas que estaban empleadas en actividades de I+D+i (en equivalencia a jornada completa EJC) era de 200.866, lo que suponía un 1,11 % del total de las personas ocupadas en nuestra economía. De ellos, 122.437 son investigadores (EJC), 55.523 son técnicos (EJC) y 22.906 auxiliares (EJC). Dentro de este colectivo, un 39% son mujeres, que muy mayoritariamente realizan su actividad en el sector público. Estas, representan además el 50% de los investigadores principales de los proyectos públicos financiados. En 2014 había 6,8 investigadores por cada mil empleados, mientras que el promedio europeo se sitúa en los 7,92. Como vemos, se trata de un sistema todavía pequeño, comparado con los grandes productores de ciencia y tecnología, pero no minúsculo; situado a las puertas del grupo de cabeza, pero sin conseguir incluirse en él.

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología realiza bienalmente desde 2002 una encuesta nacional sobre Actitudes y Opiniones de la Sociedad Española sobre Ciencia y Tecnología. Con ella, se busca conocer la percepción que los españoles tienen acerca de las profesiones tecnocientíficas. Las profesiones que sistemáticamente (aunque con ligeras variaciones) se consideran de mayor prestigio son las de científico, médico, ingeniero y profesor, por este orden. Cuando la pregunta versa acerca de la profesión de investigador científico se considera que es una profesión atractiva para los jóvenes, ya que, aunque esté mal remunerada y tenga un bajo reconocimiento social, compensa personalmente a quien la realiza. De manera que la sociedad española parece tener una percepción positiva de las profesiones científicas, aunque considera que no están justamente retribuidas (ver más adelante, Apartado 6).

### 3.2. CONTEXTUALIZACIÓN

#### **La situación actual: producción científica y producción empresarial innovadora durante los últimos años.**

Como se indica más pormenorizadamente en el apartado siguiente, desde 2008 el gasto ejecutado en España en I+D+i ha ido descendiendo año tras año: en el año 2012 alcanzó la cota más

baja con una reducción del 5,6%. En 2014 se acumulaba una reducción del gasto del 6%. Este comportamiento contrasta con el que tienen los países del entorno comunitario que, en lugar de reducirlo, lo aumentaron entre un 12% y un 30%. Por otro lado, el gasto en I+D+i de las empresas no ha dejado de caer desde el año 2009.

También ha descendido el número de empresas dedicadas a la I+D+i, aunque con diferencias según el tamaño de la empresa. Aquellas que tienen más de 250 empleados se han mantenido razonablemente bien a lo largo de estos años, mientras que las que más han sufrido son las situadas en la franja de los 10 a 49 empleados. Como dato esperanzador cabe decir que se ha producido una evolución positiva en el número de empresas que cuentan con departamentos de I+D+i.

No obstante, la producción científica española sigue experimentando un crecimiento sostenido, siendo en la actualidad la undécima del mundo. A pesar de que el número de artículos en los que figuran autores españoles no ha dejado de crecer, en donde sí parece haber hecho mella la crisis es en el porcentaje de artículos en los que los investigadores españoles aparecen como primeros autores, que sufre un descenso, así como respecto al porcentaje de trabajos que se encuentran entre el 10% de los más citados a nivel mundial, que también baja. Si nos fijamos en el dato de las patentes, se ha producido un significativo retroceso del 60% del número de solicitudes de patentes nacionales de origen español en los años que van desde 2008 a 2014 (Fundación COTEC, 2017).

#### **Marcos normativos de referencia.**

Se señalaba más arriba la peculiaridad de nuestro ordenamiento constitucional, que otorga competencias tanto al Estado como a las comunidades autónomas en el fomento de la investigación científica y técnica, lo que requiere de un esfuerzo en el diseño de estrategias de coordinación conjuntas y no redundantes. A esto hay que añadir que España se encuentra dentro de la Unión Europea, que desde 1986 considera la investigación científica como una parte importante de la política europea. En el año 2000 se

creó el Espacio Único Europeo de Investigación (ERA en sus siglas en inglés), cuyo fin sería coordinar las políticas nacionales de investigación, promover la convergencia, desarrollar sinergias, evitar duplicidades y conseguir así una mayor escala e impacto de las mismas, señalando las líneas que se consideraran estratégicas. También se establecen las instituciones europeas de gobernanza en política de investigación: el Consejo Europeo, el Consejo de Competitividad y el Comité para el Espacio Europeo de Investigación. En diciembre de 2013 se estableció el Programa Marco (PM) de Investigación e Innovación (2014-2020): Horizonte 2020, que vuelve a poner de manifiesto la necesidad de establecer prioridades en materia de investigación y de convertir a Europa en una economía competitiva gracias al desarrollo de nuevos conocimientos. Incluso se insiste en la necesidad de aumentar el gasto en I+D para llegar al ideal del 3% del PIB.

Esta situación de triple norma (autonómica, nacional y europea) ha producido consecuencias positivas y negativas para el SECTI. Dependiendo de la comunidad autónoma, los esfuerzos de financiación pueden variar mucho; los vaivenes políticos y la crisis económica han creado situaciones comprometidas para la financiación de la investigación, generando una sensación de inestabilidad que impide el desarrollo adecuado de proyectos relevantes, que generalmente precisan de varios años antes de obtener beneficios visibles desde el punto de vista de la innovación tecnológica. La posibilidad de obtener financiación desde Europa se ha convertido en uno de los recursos más sólidos para los investigadores, lo que también ha favorecido el fortalecimiento de redes con grupos de investigación de otros países. Sin embargo, la complejidad de los requisitos de las solicitudes, así como la escasa o nula ayuda que los investigadores reciben por parte de sus respectivas instituciones para cumplimentarlas, disuaden en muchas ocasiones las propuestas de postulación.

### 3.3. LA TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como a lo largo de los últimos años se ha venido insistiendo en que las universidades, además

de ser centros de formación superior y de investigación, han de desarrollar también una tercera misión, identificando y atendiendo a las demandas de los agentes económicos y sociales, siendo emprendedoras, buscando nuevas fuentes de ingresos y no dependiendo únicamente de los recursos públicos, y vinculándose a la comunidad en la que están insertas a través de la generación de empleo y riqueza en su ciudad y en su territorio. Este modelo, a pesar de su atractivo, está encontrando ciertas reticencias en el entorno español. El tejido productivo español tiene las características idiosincrásicas que ya se han comentado, con pocos ejemplos innovadores, y acostumbrados a recibir ya formados a sus empleados, sin necesidad de hacer esfuerzos de inversión económica o formativa propios.

Sin embargo, es preciso que no se dejen de lado las otras dos misiones, la docencia y la investigación, que también son sociales, porque formar profesionales e investigadores es una labor social de igual o mayor importancia para el desarrollo económico. Una sociedad en la que no existe un desarrollo científico básico o fundamental difícilmente podrá desarrollar un modelo productivo eficiente y competitivo. Por otro lado, la universidad no es simplemente una escuela de capacitación profesional que otorga títulos; además de dicha tarea de capacitación, ha de formar de una manera integral a sus alumnos y ha de propiciar el ambiente para que los estudiantes que a ella acuden tengan oportunidades culturales enriquecedoras.

Dentro de las universidades y los OPIs se han desarrollado instituciones que desempeñan un papel de intermediación con el entorno empresarial. Entre ellas destacan las Oficinas de Transferencia de la Investigación (OTRIs), los Parques Científicos, las *spin-off*, también conocidas como Nuevas Empresas de Base Tecnológica (NEBTs) o los contratos Universidad-Empresa.

Las OTRIs se encargan principalmente de la gestión de licencias y de la protección del conocimiento, la gestión de actividades de I+D colaborativas, la prestación de servicios técnicos o la evaluación de invenciones. Los Parques Científicos y Tecnológicos se conciben como espacios en donde se fomenta la formación y

crecimiento de empresas basadas en el conocimiento, guardando una especial relación con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de enseñanza superior. En España se encuentran agrupados en una red de Parques Científicos y Tecnológicos (PCyT) que cuenta con 67 parques miembros: 47 socios, 18 afiliados y 2 entidades colaboradoras. Por sectores, el que agrupa a un mayor número de empresas es el de Información, Informática y Telecomunicaciones (22%), seguido por Ingeniería, Consultoría y Asesoría (14,8%) y Medicina y Salud (6,2%). Las *spin-off* son empresas basadas en el conocimiento generado en las universidades e impulsadas por investigadores, profesores, estudiantes u otros miembros vinculados al sistema universitario. Estas empresas contribuyen a impulsar la transferencia entre la investigación realizada en el sistema universitario y el sistema productivo. Se incluyeron como uno de los objetivos específicos del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016. Si se toman como referencia los datos de finales de 2014, de las 586 creadas en los últimos 5 años, 546 habían sobrevivido a ese período.

La Ley de Orgánica de Universidades de 2001 define en su artículo 83 la colaboración entre la investigación universitaria y el sistema productivo, articulando la transferencia de los conocimientos generados en las universidades en el proceso de innovación del sistema productivo y de las empresas. Los contratos Art. 83 permiten que el personal de las universidades pueda desarrollar trabajos científicos, técnicos o artísticos para otras entidades públicas y privadas. Entre ellos destacan las convocatorias que desde 2014 se recogen bajo el epígrafe Retos-Colaboración y que buscan promover el desarrollo de proyectos de carácter interdisciplinar y promover la creación de empresas innovadoras. Con todo, las relaciones con el sistema productivo, para ser exitosas, deben basarse en la confianza mutua. Por tanto, el conocimiento entre los profesores/investigadores y los responsables de las empresas son la base principal de una relación duradera y fructífera. Las Oficinas de Transferencia, no siempre cumplen esta función. Otro tanto sucede con los programas de Retos-Colaboración, que solo funcionan si existe una relación previa entre los investigadores y las empresas.

### 3.4. CONCLUSIONES, CUELLOS DE BOTELLA Y RECONSIDERACIONES

El primer cuello de botella del sistema es la carencia de un diseño de estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación como país. En España hemos oído hablar mucho de la necesidad de un Pacto Social sobre la educación, que evite que los vaivenes políticos afecten al sistema educativo. Pero otro tanto cabría pedirse para el caso de la ciencia, la tecnología y la innovación. Lo ideal sería que diferentes agentes políticos, sociales y económicos pudieran contribuir al diseño de las estrategias, de las que ahora carecemos, que ayudaran a mantener el esfuerzo no solo económico, sino también político y social que requiere el desarrollo científico y tecnológico y que velaran para que la sociedad pueda disfrutar de los beneficios y prever los posibles riesgos con suficiente antelación. Este pacto no ha llegado a plantearse de forma seria por parte de ningún gobierno.

Un segundo cuello de botella es que la actual situación de dependencia gubernamental de la ciencia ha desenfocado el objetivo de los proyectos científicos financiados; la preocupación por fiscalizar de forma exhaustiva la gestión económica de la investigación ha convertido el proceso contable de los proyectos en un elemento más del trabajo de los científicos. El resultado es que parecen importar menos los resultados científicos obtenidos que la justificación administrativa de los gastos. Esto supone un despilfarro de esfuerzos que se pierden para la investigación y la innovación.

Un tercer cuello de botella es la descoordinación institucional. En este capítulo se han descrito los agentes del sistema desde un punto de vista teórico. Sin embargo, la funcionalidad de los mismos como entidades independientes y sus relaciones dejan mucho que desear. Los organismos asesores que no se reúnen, o lo hacen solo para dar el visto bueno a los planes previamente preparados por los responsables ministeriales, así como la falta de políticas de coordinación real, son una evidencia después de años de funcionamiento del sistema. En conjunto se trata de un sistema descoordinado, cuando no de compartimentos estancos. Esta disfunción

influye muy negativamente en el funcionamiento del SECTI y desanima a los agentes activos del mismo. La ausencia de objetivos generales mantenidos en el tiempo como se ha indicado en el Apartado 2, no ayuda en absoluto a acabar con esta situación.

En resumen: el sistema español de Ciencia, Tecnología e Innovación necesita incrementar los recursos disponibles, tanto humanos como financieros, para alcanzar un tamaño crítico y salir de la situación intermedia en que se encuentra; no obstante, este aumento debe ir asociado a reformas estructurales que permitan un uso más eficiente y eficaz de la inversión pública.



# **La financiación de las actividades de I+D+I**



## 4. LA FINANCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE I+D+I

—

J. de No

### 4.1. INTRODUCCIÓN

#### La financiación como indicador de actividad.

Al analizar la situación de la I+D+i en España y abordar sus problemas siempre se centra la discusión en valorar la evolución de unos indicadores globales de *inputs* y *outputs* y, entre los primeros, destacan los que usan los recursos que se destinan a financiar la actividad. Posiblemente esto se deba a que es lo más fácilmente cuantificable y así se pueden realizar comparaciones y establecer señales de alerta, pero dichos indicadores están muy lejos de ser útiles para mostrar las carencias y problemas reales que tiene nuestro sistema de I+D+i e indicar las vías de acción para corregirlo y mejorarlo. Sin embargo, aunque es cierto que la financiación es un problema para la I+D+i en España, hay que ser conscientes de que no es el único y que posiblemente no sea el más grave, pero sí puede ser el más fácilmente subsanable.

También debemos ser conscientes de que al hacer referencia a la financiación, la atención se suele centrar en el importe de esta cuando en realidad pueden verse también otras facetas, como la asignación de prioridades, la gestión de los recursos, la medición de resultados o la eficacia del sistema para explotar los recursos asignados.

#### De qué se habla y de qué no.

Cuando se habla de los recursos destinados a I+D+i se suelen emplear varios índices. Pero hay que saber que hay mucha diferencia entre ellos

y que normalmente el carácter globalizador de la mayoría de ellos solo nos permite detectar si hay algún problema (y no en todos los casos, pues incluso algunos indicadores pueden ayudar a ocultarlos) pero no nos permite profundizar en la situación real, algo absolutamente necesario para identificar los desajustes e ineficiencias y poder proponer medidas que estén realmente dirigidas a resolver los problemas existentes.

Uno de los indicadores empleados para intentar medir la actividad investigadora, especialmente para la comparación con otros países, es el conjunto de recursos que dedica el país a la I+D+i, usualmente medido como porcentaje del PIB y que proporciona el INE. Se trata de una estimación del gasto global, público y privado, usualmente unos dos años después de haberse producido. Solo indicar, para evitar confusiones, que no nos referimos a él en este trabajo.

La financiación de la I+D+i proviene fundamentalmente de los recursos del Estado recogidos en los Presupuestos Generales del Estado (PGE) anuales, de las Comunidades Autónomas -en sus Presupuestos y de las transferencias que estas reciben del Estado-, de la Unión Europea, de Fundaciones, de fondos de otras instituciones (públicas o privadas) y de las empresas.

#### Las vías fundamentales de financiación (pública directa, indirecta y privada).

Se analizan aquí los recursos – fundamentalmente el importe- claramente identificados en los PGE como destinados a financiar la Ciencia,

o la I+D+i en sentido amplio, que están englobados en la Política de Gasto 46 (PG46) de los PGE, a los que calificamos como recursos públicos directos. No solo son importantes por el volumen de los recursos puestos a disposición de la ciencia para crear conocimiento y, a la postre, riqueza, también lo son porque expresan son la expresión de la voluntad y compromiso de los políticos y responsables públicos con la Ciencia y en basar el progreso y el bienestar en el conocimiento y en la innovación. El punto 2 de este apartado está dedicado a la reflexión sobre los aspectos críticos de estos recursos públicos (los detalles de su análisis pueden encontrarse en los trabajos de Nó (de) y Molero, 2015a y 2015b y en Nó (de), 2017). Se abordan tres aspectos o etapas de los recursos: su montante y la forma en que se han puesto a disposición, los recursos realmente empleados y finalmente el uso que se les ha dado y los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos establecidos. Los puntos 3 y 4 están dedicados a exponer la importancia de otros dos tipos de recursos: los que podríamos llamar públicos indirectos, que están destinados a financiar investigación para impulsar avances orientados, y los privados, en particular los proporcionados por las empresas que viven del liderazgo tecnológico.

### 4.2. LA FINANCIACIÓN PÚBLICA

Cuando se analiza la financiación pública de la I+D+i solo se trata de los PGE por diversas razones. En primer lugar, porque es de lo que se puede hacer un seguimiento sistemático y comparar la evolución a lo largo del tiempo, aunque hay dificultades que salvar que se señalarán en su momento. La financiación de las CCAA es difícil de seguir porque no ofrecen los datos de forma comparable con los PGE ni tampoco entre ellas, y además puede ocurrir que una parte de su financiación provenga de los PGE con lo que se podrían estar contabilizando de forma múltiple.

La investigación es una carrera de fondo en la que los resultados de las políticas de hoy se ven generalmente al cabo de bastantes años. Por ello, siempre que se ha podido, se analizan datos de periodos de tiempo largos, salvando las dificultades que esto supone: recopilación, homo-

geneización y valoración de las diferencias de la consideración de la ciencia y la investigación en los primeros años respecto a los últimos, pero también la evolución de las estructuras y de la situación económica y social en el periodo, que hace que, aunque se hagan correcciones numéricas, el juicio para garantizar una mínima objetividad, deba tener en cuenta las diferentes situaciones en las que se han tomado las decisiones. Por otra parte, no hay que perder de vista, para una correcta valoración y no extraer conclusiones erróneas, que a lo largo de los años se han ido sucediendo distintos gobiernos y administraciones y también que se han ido produciendo cambios legislativos que van teniendo consecuencias significativas.

Finalmente, como suceso trascendental hay que destacar que en 2001 se produce la introducción del Euro como moneda en España, con el impacto que este cambio ha tenido sobre toda la actividad económica. Como consecuencia de su introducción, todas las cantidades de los años anteriores se han debido convertir en Euros según el cambio fijado en su momento. Por ello los datos se dan en Euros y valores corrientes.

#### 4.2.1. LA FINANCIACIÓN DE LA I+D EN LOS PGE. LA POLÍTICA DE GASTO 46

Un análisis de los PGE con el detalle y rigor adecuados, mostrando los datos en que se basan las afirmaciones, conlleva una extensión notablemente superior a la de este Informe. Dicho análisis pormenorizado, que incluye las tablas de datos, es el que se presenta en de Nó, (2017), centrándonos aquí en los aspectos considerados más destacados.

La organización general de los PGE y los programas presupuestarios que los componen puede encontrarse expuesta de forma simplificada en algunas publicaciones, como por ejemplo, en Nó (de) y Molero (2015a y 2015b).

#### La estructura de los fondos para I+D en los PGE y su evolución.

Los recursos que los PGE destinan cada año a la I+D+i son los de un conjunto de Programas Presupuestarios agrupados actualmente en la

Política de Gasto 46 “Investigación, Desarrollo e Innovación”, dentro del Área de Gasto 4 “Actuaciones de Carácter Económico”.

Esta estructura y codificación actuales de programas en los Presupuestos está vigente desde el año 2005, aunque los programas y los departamentos ministeriales que los gestionan es algo dinámico que ha ido variando a lo largo del tiempo. Además, hasta 2004 existía una estructura y codificación diferentes y los programas con recursos para I+D+i estaban agrupados, con códigos distintos, en la Función 54.

Si se analiza más pormenorizadamente (ver, Nó (de), 2017) y se estudia en detalle la evolución de la estructura de los programas dedicados a la financiación de la I+D, aunque los programas principales se mantienen a lo largo del tiempo, puede observarse cómo se van creando nuevos programas desgajando actividades y recursos de otros ya existentes. También se detalla la extensión de programas a más departamentos ministeriales y su supresión. Como se ha indicado (Nó (de), 2017), pueden apreciarse algunos cambios especialmente destacados:

- La progresiva creación de programas presupuestarios propios para cada uno de los OPI (1997; 1998; 2003).
- La creación de programas específicos para la investigación primero y para la innovación después en la Sociedad de la Información y las Telecomunicaciones, nuevo campo que demandaba una atención específica, preferente (2001; 2004).
- La redefinición radical en 2005 de la estructura y codificación de los programas, que mejoró la racionalidad de la estructura, aunque conllevó la dificultad de comparación con toda la época anterior, con un alto coste en los estudios sobre la evolución de la financiación de la I+D.
- La segregación en 2007 de los créditos industriales para innovación relacionada con la Defensa, que prácticamente siempre conllevan desarrollos de tecnologías de doble uso y que supuso inicialmente un aumento de los recursos con este objetivo.

- La extensión en 2006 a casi todos los ministerios del programa para la Sociedad de la Información, principalmente para inversiones, y la posterior retirada de muchos de ellos, como se detalla en Nó (de) (2017).

Esta situación de cambios frecuentes puede interpretarse como una preeminencia de los aspectos gestores y administrativos sobre lo que debería ser una apuesta decidida y mantenida por la I+D+i, con la estructura estable que esta requiere.

### El análisis de los recursos en conjunto.

Al valorar los recursos destinados a I+D+i se suele hablar de las cantidades globales asignadas cada año comparadas con las del año anterior o ver solo la evolución de los últimos años. Sin embargo, este planteamiento limita la capacidad de percepción y análisis de la situación. Por un lado, cuando se aborda la visión global es prudente tomar un plazo más amplio de tiempo para ver la evolución de los recursos, y más en el ámbito de la I+D+i, en el que los resultados positivos se ven a largo plazo, aunque los negativos se dejen sentir casi de forma inmediata. Por otro lado, la visión global puede encubrir problemas mucho más profundos que es necesario detectar y conocer para poder proponer acciones realmente eficaces. Por ello se ha abordado el análisis yendo de menor a mayor detalle, desde la visión global con datos de la evolución de los últimos 20 años hasta un análisis de algunas partidas específicas.

La evolución de los recursos anuales destinados a I+D+i en los PGE entre 1995 y 2016 se presenta en el Gráfico 4.1, junto con la de sus dos componentes, fondos no financieros y fondos financieros. Hay que tener en cuenta que hasta 2004 estos recursos estaban integrados en la Función 54 y desde 2005 en la Política de Gasto 46. También debe señalarse que, como señalábamos, se ha hecho la conversión de pesetas a euros para los años de 1995 a 2001 y los datos están en valores corrientes. Como observación adicional, puede verse que el dato de 1996 es igual al de 1995 porque en ese año hubo prórroga de los Presupuestos.

En la inversión global puede verse que, tras el impulso inicial hasta 1999, hay un crecimiento

GRÁFICO 4.1.  
Evolución de los recursos totales para I+D y de sus componentes no financiero y financiero (en M€).



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

progresivo llega al año 2005, con un fuerte incremento después hasta 2009, para ir descendiendo luego en 2010 y 2011 y hacerlo de forma importante en 2012, manteniéndose después en los niveles bajos. Por su parte, atendiendo solo a los recursos no financieros, el periodo más largo de crecimiento sostenido, progresivo pero moderado, se extiende entre 1999 y 2005, pasando entre 2006 y 2008 a observarse aumentos muy importantes de los recursos, aunque a partir de 2009 vuelven a producirse reducciones continuadas.

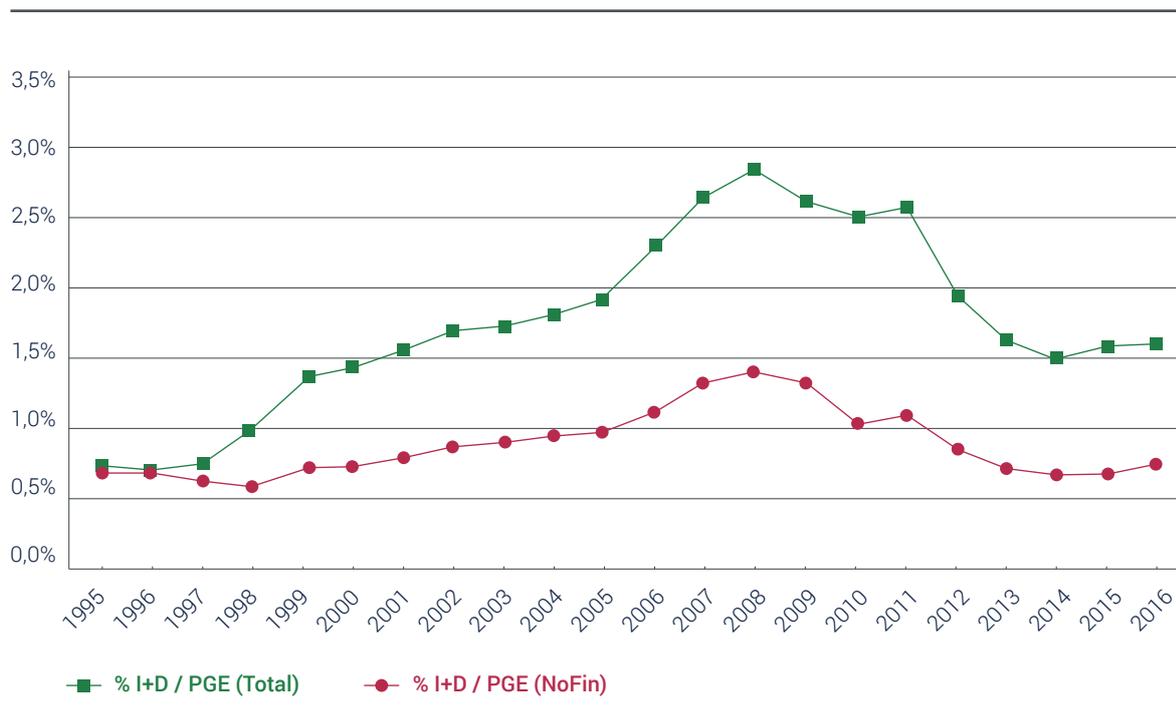
Por otro lado, se aprecia cómo los fondos financieros se introducen en 1997 en pequeña cuantía hasta equipararse a los no financieros ya en 1999 y manteniéndose así hasta 2004. Pero desde 2005 crecen mucho más que los no financieros, manteniéndose desde entonces en valores notablemente superiores, a pesar de la aplicación de normas de no ejecución del gasto, como se verá más adelante.

Sin embargo, este análisis habitual, es superficial. Este gráfico muestra además por qué puede resultar engañoso manejar solo la cifra global de recursos sin atender a los detalles. A

pesar del crecimiento que se aprecia en los recursos totales entre 1997 y 1999 y entre 2005 y 2009 y de los valores relativamente altos que se mantienen entre 2010 y 2011, puede verse que esta apariencia de crecimiento se debe a las dotaciones de los recursos financieros, sin efecto para la financiación de la investigación más fundamental pues, como es sabido, los recursos financieros están destinados esencialmente a la investigación empresarial.

Esta deformación de la visión sobre la inversión en I+D+i por la consideración de las cifras globales, sin entrar en el detalle y más en concreto sin tener en cuenta el papel de los fondos financieros (sin considerar aún el efecto de la no ejecución presupuestaria, que se tratará más adelante) es especialmente crítica los años 2009 y 2010, durante los cuales los fondos globales se mantienen altos, incluso creciendo en 2009, gracias al incremento de los fondos financieros que contrarresta, y oculta, la bajada de los no financieros. Y este incremento es más escandaloso aún porque se produce a pesar de que ya estaba aumentando extraordinariamente la no ejecución de esos fondos, como se verá más adelante.

GRÁFICO 4.2.  
La participación de la I+D en los PGE: totales y recursos no financieros.



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

### El valor que se da realmente a la I+D: comparación con los PGE.

Al valorar un periodo de tiempo tan amplio se puede perder la perspectiva de la importancia que en su momento tuvieron los recursos en los años de inicio de la serie, incluso normalizando a valores constantes. Por ello se ha realizado la comparación con una magnitud del mismo "paquete" y que se establece al mismo tiempo, como es el importe global de los PGE, y también con el correspondiente a los activos financieros (capítulo 8 presupuestario) de los mismos.

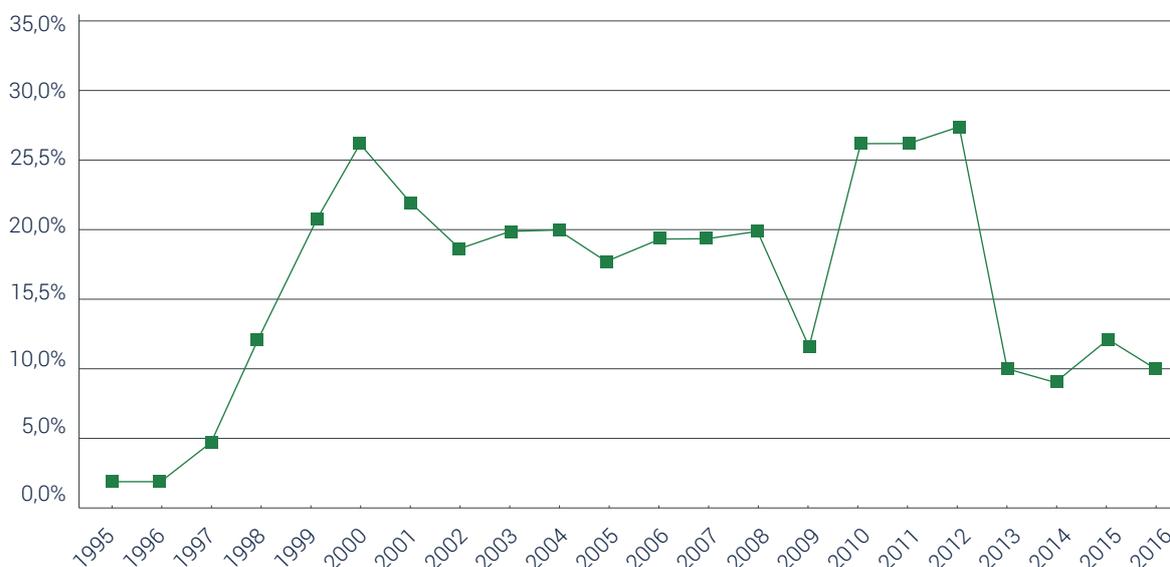
El Gráfico 4.2 presenta la evolución del porcentaje que los recursos de la PG46 representan en el total de los PGE y el que representan también los fondos no financieros. Si nos fijamos en los valores globales, vemos que el porcentaje tiene una evolución parecida en forma a la de los valores globales de la PG46, manteniendo los valores máximos (entre 2,5 y 3%) entre 2007 y 2011. Sin embargo, el porcentaje de los recursos no financieros solo está en valores máximos (1,5% del PGE) entre 2007 y 2009 cayendo brusca-mente en 2010, manteniéndose en ese nivel en

2011, para bajar después y estabilizarse en porcentajes similares a 1999 entre 2013 y 2016.

Sin embargo, cuando se analizan los fondos financieros para I+D en el marco de los PGE comparándolos con el total de activos financieros (capítulo 8) de los PGE, los resultados son muy significativos, como se recoge en el Gráfico 4.3, en el que se muestra el porcentaje que los fondos financieros de la PG46 representan frente al total del capítulo 8 de los PGE.

Los fondos financieros para I+D+i, que como se ha indicado están fundamentalmente destinados a las empresas, llegan a representar cerca del 30% del total de los fondos financieros de los PGE en 2000 y entre 2010 y 2012, manteniéndose en el nivel del 20% entre 2002 y 2008 y situándose actualmente en el entorno del 10% cuando, como hemos visto en el gráfico 4.2, los fondos no financieros solo representan alrededor del 1% en los momentos de evolución más continuada y estable. Resulta llamativo que, de las actividades que generan ingresos al Estado, la que produce desarrollo científico y tecnológico avanzado y lo traduce en crecimiento econó-

GRÁFICO 4.3.  
Relación de los fondos financieros para I+D con el total del mismo tipo de fondos en los PGE.



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

mico y empleo de calidad, y de la que se dice que es en la que se debe basar el nuevo modelo productivo –la sociedad del conocimiento–, es prácticamente la única que se sostiene con créditos. Para una valoración más precisa de lo que representa la financiación de la I+D+i se ha realizado un análisis a un mayor nivel de detalle, que puede verse en la publicación referida (de Nó (de), 2017). En ella se pretende mostrar el interés real de algunos recursos, e indicar sus posibles impactos y efectos que tienen sobre el conjunto de la actividad investigadora y económica.

#### 4.2.2. LA EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA Y LA RELACIÓN CON EL TIPO DE FONDOS

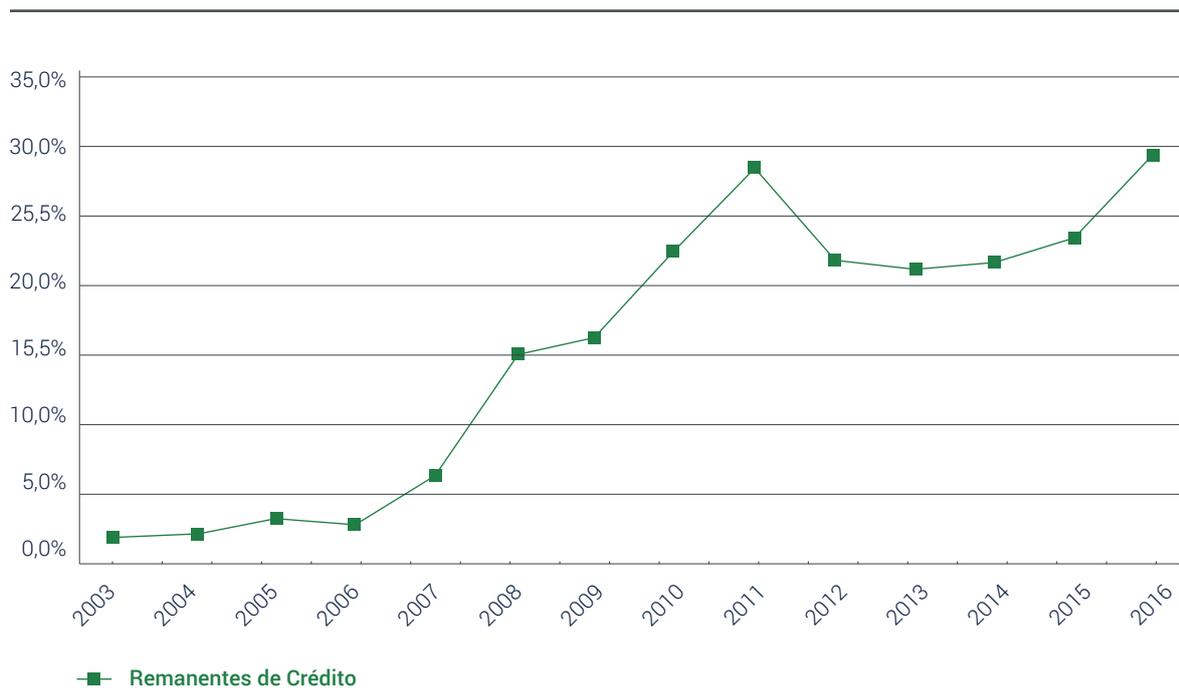
Se aborda aquí el segundo aspecto de los recursos destinados a financiar las actividades de I+D+i: cuales han sido los finalmente empleados. Un análisis más detallado de este tema, así como las referencias a los antecedentes, los análisis anteriores y las bases y criterios empleados para realizarlos, puede verse en el punto 4 de Nó (de), 2017.

Estudiando la información de la Intervención General de la Administración del Estado (IGAE)

sobre la Ejecución Presupuestaria puede verse, como muestra el Gráfico 4.4 que los remanentes presupuestarios (recursos no ejecutados, que retornan al Tesoro Público) comienzan a crecer de forma apreciable en el año 2005. Desde entonces no han parado de crecer hasta 2011, (3.016 M€, 42,26% sin ejecutar) disminuyendo en una cantidad apreciable en 2012, pero manteniéndose aún desde entonces en unos valores muy importantes (más del 45% de remanentes). Los remanentes en 2011 son tan grandes que superan en casi 820 M€ las reducciones (los llamados recortes) que se hicieron en I+D en 2012. Aquellas reducciones, que incidieron principalmente sobre los fondos financieros, los principales causantes de la no ejecución como se verá, no consiguieron reducirla de forma definitiva, haciendo pensar que la no ejecución se debía a una serie de fallos estructurales que pueden ser de distintos tipos.

Para valorar lo que la no ejecución de créditos presupuestarios representa para la financiación de la I+D+i comparamos los fondos puestos a disposición (aprobados) con los finalmente ejecutados. En el Gráfico 4.5 se muestra el PG46 comparable (el de los programas intervenidos

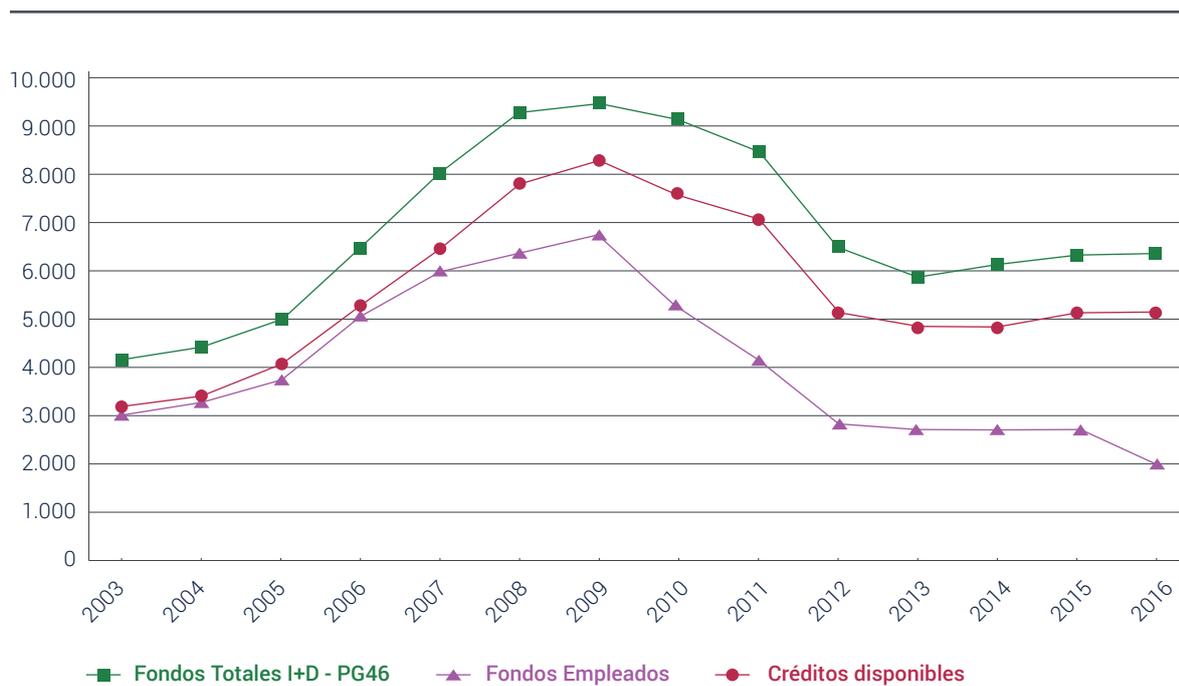
GRÁFICO 4.4.  
Evolución de los Remanentes de Crédito (en M€).



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

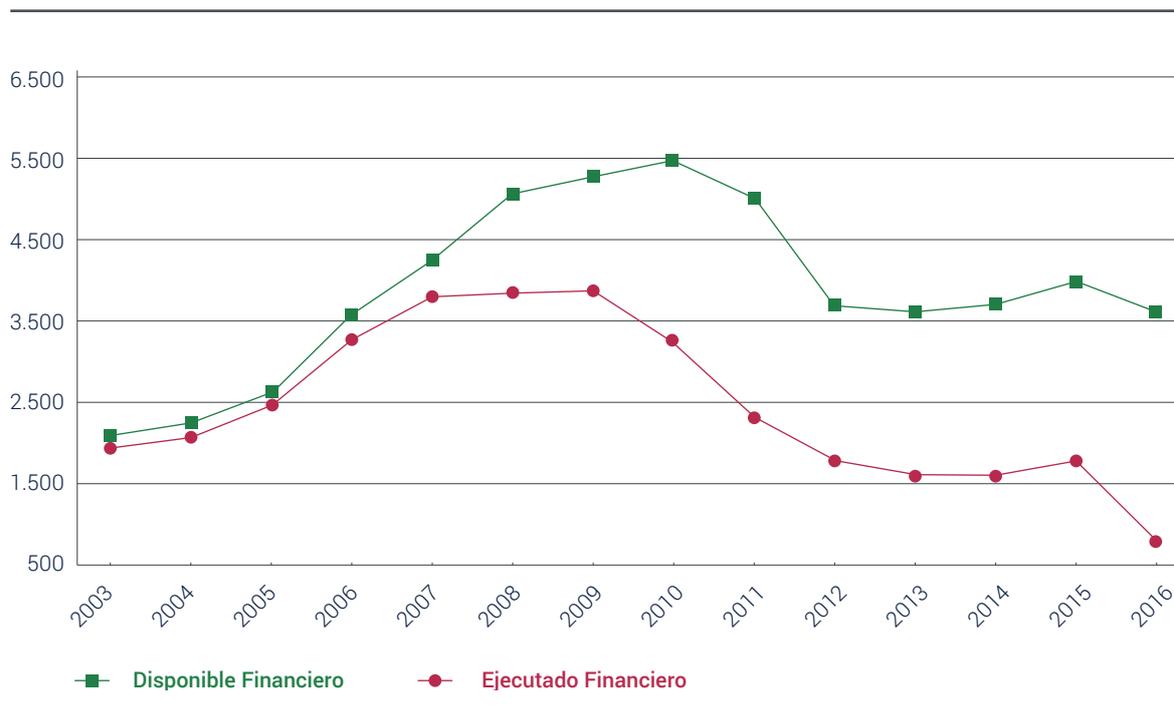
por la IGAE; véase Nó (de), 2017) y el presupuesto realmente ejecutado, obtenido descontando del primero los Remanentes de Crédito, solo de la parte de la PG46 intervenida por la IGAE. Pue-

GRÁFICO 4.5.  
Fondos empleados frente a los fondos inicialmente disponibles según IGAE (en M€).



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

GRÁFICO 4.6.  
Fondos financieros totales (disponibles) y ejecutados (en M€).



Fuente: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos (Intervención General de la Administración del Estado), elaboración propia.

de verse que los recursos efectivamente empleados por el sistema de I+D+i son mucho menores de los que usualmente se señalan como financiación de la I+D por estar en los PGE.

Si anteriormente se ha señalado que, para valorar los recursos destinados a generación de conocimiento, a ciencia, o más genéricamente, a I+D+i, hay que entrar en el análisis de los detalles, la inclusión del estudio de la ejecución añade un nivel adicional. E incluso ese nivel adicional puede matizarse cuando se analiza la ejecución de los dos tipos de fondos de forma separada, pues se ve el distinto comportamiento de ambos en la ejecución.

En los fondos no financieros hasta 2010 la ejecución está alrededor del 97%, excepto en 2008, año de creación del MICINN (Ministerio de Ciencia e Innovación), en que no se ejecuta el 20% (592 M€). Pero desde 2011 la ejecución de estos fondos se estabiliza justo por debajo del 90%. Esto es un aspecto particularmente serio, especialmente ante la escasez de recursos que hay, pues supone no emplear el 10% de los recursos disponibles (700 M€ entre 2011 y 2015).

En lo que respecta a los fondos financieros, el análisis proporciona una información muy preocupante, como ya se ha indicado anteriormente en otros estudios (Nó (de) y Molero, 2015a y 2015b). Los datos muestran unos remanentes (no ejecución presupuestaria) muy elevados como se puede ver en el Gráfico 4.6.

A partir de 2007 la no ejecución de fondos financieros va aumentando progresivamente hasta llegar al 54% en 2011, llegando a no ejecutarse 2.320 M€ en 2010 y 2.801 M€ en 2011 y situarse entre el 56 y el 59% los años del 2012 al 2015. Las causas pueden ser, en primer lugar, la reducción de la demanda de créditos como consecuencia de la crisis económica, bien por dejar de hacer actividades de I+D+i o por cerrarse algunas empresas. Y los impactos de la crisis sobre las empresas pueden haberse alargado hasta 2015. También puede haber contribuido al mantenimiento de estos elevados porcentajes de no ejecución un posible endurecimiento de las condiciones de ejecución y de los trámites de concesión. Es interesante destacar que el ministerio con responsabilidad sobre la investigación (MEDU, MICINN, MINECO) tiene

una ejecución de los fondos financieros considerablemente más baja que el otro que dispone de fondos financieros para I+D, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (en 2016 entre los dos han manejado el 99,99% del total).

Sobre la no ejecución de los fondos financieros hay que hacer dos observaciones más. La primera es que, a pesar de poderse observar el aumento de los remanentes ya desde 2006 y especialmente en 2007 y 2008, se sigue aumentando la dotación de fondos financieros en los Presupuestos. La segunda es que este aumento de fondos financieros se continúa haciendo en 2009 y 2010, a pesar de la no ejecución y cuando los fondos no financieros ya estaban reduciéndose, pudiéndose trasladar la impresión, a quienes solo atendieran a las cifras globales, de que la inversión seguía manteniéndose, cuando en realidad la parte más efectiva para la I+D+i (los recursos no financieros) descendía mientras que la menos efectiva (recursos financieros) se seguía incrementando aunque cada vez se gastaba menos, como mostraban los remanentes presupuestarios.

#### **4.2.3. LA MEDICIÓN DE RESULTADOS. UNA CARENCIA GRAVE**

Como se ha indicado, además del volumen de los recursos puestos a disposición y de los recursos finalmente gastados, hemos de analizar o al menos hacer alguna reflexión sobre el uso dado a esos recursos y los resultados obtenidos. Sin embargo, la valoración de estos resultados tiene poco sentido sin haber fijado unos objetivos claros y, sobre todo, sin haber establecido una forma adecuada de medir los resultados para saber en qué grado se están alcanzando esos objetivos.

Y no se puede decir que exista una medición de los resultados ni que esos objetivos están claramente establecidos. Porque ni los resultados finales a buscar ni los objetivos a perseguir deben estar dentro de la ciencia (número de publicaciones, personal formado, número de investigadores, patentes, etc.) sino que tienen que estar en la sociedad: puestos de trabajo creados en nuevas empresas tecnológicas, exportaciones de tecnología, capital invertido en nuevas empre-

sas tecnológicas, etc. Pero eso requiere asumir que eso es lo que se quiere de la investigación y poner la estructura para conseguirlo (y para hacerlo fácil) y, con los objetivos claros fijados, determinar cómo vamos a saber si realmente se está consiguiendo, qué vamos a medir, a contar, a vigilar para saber si nos aproximamos a los objetivos que debemos buscar.

Los investigadores buscan hacer la ciencia que les da más reconocimiento, prestigio y retornos, de diversos tipos: personales, de medios para trabajar y ascendencia entre los colegas, pero no solo no se les marca unos objetivos de aportación a la sociedad, sino que cuando ellos buscan esta aportación y aprovechamiento muchas veces se encuentran con impedimentos que les disuaden de intentarlo. En el fondo esto solo indica que el sistema no cuenta con los científicos para mejorar la sociedad.

Una pequeña muestra de esto es el control y la medida que se hace de la investigación: solo se atiende a si el gasto se ha realizado de acuerdo con las normas (documentos, trámites, justificaciones) y luego se contabilizan y valoran las publicaciones, no el impacto que la investigación tiene. Con el caso extremo de la realización de auditorías de proyectos solicitados y realizados más de cinco años atrás, aplicando exclusivamente criterios contables y administrativos, sin tener en cuenta el carácter exploratorio e impredecible de la investigación y de sus resultados.

#### **4.3. OTROS RECURSOS PÚBLICOS QUE DEBEN FINANCIAR LA INVESTIGACIÓN**

Hay o puede (o debería) haber otros recursos públicos y también privados que se pueden emplear para la financiación de la investigación: las inversiones que el Estado y las instituciones públicas realizan para mejorar la infraestructura del país, sus capacidades, su funcionamiento y sus servicios. Una adecuada planificación, con visión estratégica y antelación suficiente, debe permitir el desarrollo de soluciones con tecnología propia desde investigaciones orientadas a resolver los nuevos desafíos y que estén disponibles en el momento de su implantación, después de haber pasado por las etapas de pruebas

y ajustes correspondientes. Esta financiación no es cuantificable en este momento, pero puede llegar a ser tan importante como el resto de conceptos si se maneja estratégicamente, pues las inversiones que se llevan a cabo anualmente son muy elevadas.

Actualmente existe la denominada Compra Pública Innovadora (CPI). Las instituciones comunitarias son conscientes de la capacidad de las administraciones para impulsar la innovación, pues la licitación pública de la UE representa cerca del 20% de su PIB y puede usarse para ello actuando desde la demanda (en realidad debería extenderse en la sociedad una mentalidad de "compra innovadora" y no circunscribir esta solo al sector público). Pero es preciso actuar más estratégicamente uniendo desde el principio del proceso de planificación y adquisición de bienes y servicios a la ciencia con los especificadores y prescriptores, la industria y los clientes, públicos fundamentalmente, pero también privados, como empresas/agentes tractores.

No se trata solamente de orientar las investigaciones a los Retos de la Sociedad, como en parte se hace. Es cuestión de agrupar a los grupos de investigación en los campos en los que hay desafíos con las empresas dispuestas a convertir esos resultados en productos incorporados a su catálogo y también junto a los especificadores de requisitos y los clientes finales, que en muchos casos pueden ser las propias administraciones, con el compromiso de probar y ayudar a depurar los productos hasta conseguir soluciones completamente válidas y validadas, con importantes avances tecnológicos. De esta forma la investigación resulta realmente aprovechada por la sociedad y las inversiones del Estado y las Administraciones servirán para impulsar de forma efectiva la investigación y la innovación.

En otro tipo de actividades hay vías de imponer un canon que pueda servir para garantizar su financiación. Y existen medidas de fomento de determinadas actividades, concretamente las actividades artísticas, mediante inversiones regladas administrativamente, como es el caso de la obligación de dedicar el 1% de las inversiones en nuevas obras o construcciones a la restau-

ración del patrimonio o la adquisición de obras de artistas españoles para fomentar la conservación del patrimonio nacional y la creación artística (Art. 68, Ley 13/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.; RD 111/1986, de 10 de enero), de la que se puede aprender y extrapolar el método.

Por otro lado, es preciso afrontar el grave problema del aprovechamiento de los recursos dedicados a investigación. Si una parte de la actividad financiada de la investigación hay que dedicarla a tareas no productivas (fundamentalmente administrativas, que no añaden valor al trabajo ni mejoran el control o el funcionamiento) se están desperdiciando recursos muy valiosos. En el fondo lo que ocurre es que el propio sistema pone obstáculos a la realización de la actividad, que está financiando con recursos públicos. Un claro ejemplo es la proliferación de nuevas fórmulas fuera del sistema de gestión administrativa para la financiación y gestión de la I+D+i con la finalidad de incrementar la eficiencia. Es el caso del CNIO y el CNIC, luego de los ICREA y de sus equivalentes en el País Vasco, los *Ikerbasque*, que no son otra cosa que la creación de estructuras paralelas a las administrativas existentes para poder gestionar mejor la actividad investigadora, que resultan mucho más eficaces por el simple hecho de que están pensadas específicamente para eso y no están sometidas a las trabas de la gestión administrativa general, que no se adapta en absoluto a la actividad investigadora (véase Apartado 2).

Y la optimización también pasa por las compras: la obligación de comprar a través de una central de compras a la que se le concede la exclusiva acaba encareciendo los productos porque una parte de los recursos destinados a investigación que están destinados a adquisiciones acaban en manos de intermediarios, innecesarios en la era de Internet, que en la mayoría de los casos elimina su sobre coste.

#### 4.4. LAS EMPRESAS QUE VIVEN DE INVESTIGACIÓN

Se habla de impulsar la economía del conocimiento, pero la realidad es que rara vez se

concreta cómo se va a realizar esto. Se sugiere que se hará aumentando la financiación de la investigación, obviando que esta investigación hay que convertirla en actividad económica, empresarial. Los resultados se transfieren a una empresa existente o se crea una nueva empresa para explotarlos. Esto último es en general lo más ventajoso, pero también lo más difícil, aunque siempre hay que buscar la forma más adecuada a cada caso.

Aunque el tema de las *spin-off* o NEBT (Nuevas Empresas de Base Tecnológica) se trata en otros lugares de este Informe (véase el Apartado 7), hay que destacar su importante papel de financiadores de investigación avanzada y de atracción de inversores para hacerlo. Por ello vamos a hacer una pequeña referencia final, a modo de "digresión", a este tipo de empresas que juegan un papel vital en los países con un sistema de innovación productivo y eficaz para sus sociedades.

Las NEBT surgen normalmente de resultados de investigación que son punteros mundiales y cuyos investigadores ven su potencia para resolver problemas existentes, o posibles, para mejorar algo ya existente o para ofrecer un producto o servicio por el que haya quien pague por ello. Sin embargo, este salto al mercado casi nunca es inmediato; es preciso convertir el resultado de la investigación en un producto y para ello necesitan invertir recursos y tiempo en I+D interna, propia de la nueva empresa, y también suelen tener que contratar parte de la investigación en el exterior de la empresa, normalmente en el grupo de investigación del que han surgido. Pero, además, para mantener la posición de liderazgo tecnológico en el mercado tienen que seguir contratando investigación básica que, como antes, será encargada al propio grupo de investigación. Esto hace a las NEBT una pieza fundamental en la financiación de la investigación de máxima calidad y con mayor orientación a la transferencia y explotación de los resultados.

La realidad en España es que, aunque se habla mucho de la economía del conocimiento, los intentos de crear y hacer crecer estas empresas encuentran en el sistema muchas dificultades, que se añaden a las propias de esta creación,

dificultades que deberían desaparecer. Entre estas se podrían incluir las exigencias para la participación en la empresa de personal investigador (incluidos profesores) funcionario. La exigencia actual, por ejemplo, de que la institución pública (universidad, OPI) participe en el capital de la empresa supone un importante obstáculo a la creación y funcionamiento de la NEBT, pues conlleva la obligación de someter una actividad, que es privada, a la aplicación de criterios de gestión (con plazos, intervención, etc.) del sistema público, lo que supone un freno a la agilidad necesaria en la empresa y un tremendo lastre para la competitividad de esta. Esta limitación sobre el personal investigador no solo recorta su potencial, sino que coloca a la empresa en desventaja frente a otras profesiones y actividades que pueden desarrollar a la vez actividades en el sector público y en el privado, como médicos, abogados y otras profesiones liberales.

Por otro lado, es habitual que, desde las instituciones, y también desde los propios investigadores, se considere que el equipo promotor esté formado fundamentalmente por los investigadores cuando la realidad es que para crear y hacer crecer una empresa es necesario un equipo gestor que sea capaz de abordar todos los aspectos de una empresa: financiero, marketing y comercial, además de la tecnología. Precisamente la credibilidad de este equipo, y no solo la calidad de la tecnología, es lo que valoran los inversores para financiar el lanzamiento y la actividad de una empresa. Este cambio de mentalidad tanto de las entidades públicas como de los investigadores es fundamental para el éxito de cualquier política de impulso a la creación y fortalecimiento de las NEBT.

Finalmente, debe destacarse el importante papel que pueden y deben jugar todas las entidades, públicas, pero también privadas, en apoyar a estas empresas en sus inicios mediante la prueba, ensayo y compra de los primeros productos, cooperando en la detección de los fallos "neonatales", facilitándoles así sobrevivir en las difíciles etapas de arranque y salida al mercado.

Todo esto, cuando no se enfoca correctamente, tiene como consecuencia que no se obtiene el rendimiento económico exigible a la inversión

que el país hace en investigación, se dejan de obtener importantes ingresos por productos de alta tecnología, de los cuales una buena parte podrían venir de las exportaciones, y se pierde la oportunidad de tener puestos de trabajo del nivel adecuado para el personal altamente cualificado que se forma en nuestras universidades.

### 4.5. CONCLUSIONES

- Se observa una total dependencia de la financiación de la I+D+i de la situación económica, con lo que ello implica de falta de la estabilidad que requiere la actividad científica. Estas variaciones de la financiación denotan la ausencia de un planteamiento a largo plazo, una carencia de estrategia y la falta de una idea clara de lo que la ciencia representa en el mundo actual para tener un país pujante y mundialmente competitivo.
- La consideración de valor total de la Política de Gasto 46 "Investigación, Desarrollo e Innovación" es engañosa para la inversión en ciencia, pues los fondos financieros, notablemente mayores que los no financieros, frecuentemente aumentan por encima de estos últimos, llegando incluso a ocultar su reducción.
- Tiene poco sentido que la I+D+i, principalmente empresarial, siendo un elemento tan crítico para la competitividad económica del país, sea de las pocas actividades que se financien con préstamos en los PGE. Estos fondos financieros son los que principalmente no se ejecutan, lo que muestra también las dificultades de gestión que para esto tiene el sistema administrativo público.
- La no ejecución de importantes volúmenes de recursos, especialmente no financieros, indica que la inversión en I+D prevista en los PGE es notablemente menor. Y que con la escasez de recursos existente no debe admitirse que el 10% de los fondos no financieros no se lleguen a emplear.
- La incardinación de la actividad investigadora en la estrategia de país debe cambiar. Es preciso establecer objetivos para la investigación en los que se le indique la aportación que se espera de ella para la sociedad, cambiar la forma de gestionar la investigación para que pueda conseguirlo y fijar una manera de medir en qué grado se están logrando estos objetivos. Solo viendo la aportación de la ciencia al avance de la sociedad se conseguirá que la sociedad le otorgue el reconocimiento y apoyo que necesita y merece. Esto se agrava por la mentalidad de la administración pública tan alejada de la innovación, que frena muchas vías que en otros entornos y países se emplean para apoyarla.
- No es coherente que los resultados de una actividad, que lo que aportan son principalmente intangibles y a largo plazo, se valoren tan solo, o principalmente, en función de la gestión inmediata de los gastos. Es preciso introducir elementos de valoración que tengan en cuenta estos intangibles.
- Las empresas de base tecnológica (NEBT) surgidas de los grupos de investigación son un elemento fundamental en la financiación de la I+D más avanzada y en la puesta en explotación de sus resultados, pero su desarrollo está fuertemente frenado por las múltiples restricciones y el marco público en el que se las obliga a crearse y trabajar. Cuando tanto se habla de emprendimiento es crítico eliminar la exigencia de vinculación (y por tanto, control) público de las NEBT, para poder obtener todo su potencial para el desarrollo económico del país, y de forma indirecta, para la financiación de la ciencia.





# **La internacio- nalización de la ciencia y la tecnología**



## 5. LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

I. Álvarez y R. Marín

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Las políticas de CyT se definen y aplican a nivel de país y están fundamentalmente basadas en capacidades nacionales. Sin embargo, las fronteras del conocimiento científico difícilmente pueden circunscribirse a la geografía administrativa, dado el carácter universal de la ciencia y el hecho de que el estado del conocimiento, en un momento y campo científico dados, lo es a escala internacional. El análisis que aquí se presenta sigue una perspectiva de internacionalización del sistema español, adoptando una mirada sobre los flujos de conocimiento a través de la movilidad de factores y la colaboración internacional, que vienen a complementar el diagnóstico realizado en los capítulos anteriores.

La cuestión de si los resultados científicos son fruto del esfuerzo que realizan los países considerados individualmente –el esfuerzo nacional- o bien se obtienen mediante un proceso de carácter global, sigue siendo objeto de controversia e impide un posicionamiento unívoco en materia de política de CyT.

Lo cierto es que, frente al notable crecimiento de los flujos internacionales de comercio o de inversión, es más modesta la producción científica que resulta de la colaboración internacional en ciencia, tal como se refleja en los indicadores de internacionalización al uso. En particular, el ascenso de las publicaciones en coautoría entre investigadores de distintos países dista aún de permitir afirmar que se esté asistiendo a una verdadera globalización científica, pues más bien responde a la evolución

individual de las disciplinas del conocimiento (Henneman et al, 2012).

No obstante, asumiendo el enfoque basado en el capital humano de CyT de un país (Bozeman et al. 2001), este incorpora no solo los activos individuales sino también el conocimiento tácito de los investigadores, el saber-hacer y el capital social de los científicos que, con sus contribuciones colectivas, dan lugar a la transformación de ideas en conocimiento productivo.

Por eso es por lo que, frente al temor de la *fuga de cerebros*, se ha ido imponiendo el concepto de *circulación internacional* de cerebros, confiando una valoración positiva a la internacionalización del conocimiento, habida cuenta de los beneficios de red que esta genera en la carrera de los científicos. Además, la colaboración internacional en ciencia aumenta el acceso a más y diversos recursos, hasta tal punto que la movilidad internacional se ha sumado a los criterios de evaluación de los centros e investigadores, adoptándose como referencia el promedio mundial de citas de las publicaciones científicas en cada campo o disciplina (Regets, 2007; Edler et al., 2011).

Con el propósito de complementar el diagnóstico de la ciencia en España en cuanto al acceso y la creación de conocimiento sobre bases internacionales, la aproximación a la internacionalización de la CyT en esta sección considera, en primer lugar, la movilidad internacional de los factores trabajo y capital; la movilidad internacional de científicos y la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) por parte

de empresas extranjeras, son los dos indicadores básicos de flujos internacionales netos de conocimiento en España que se analizan.

A continuación, la colaboración internacional se presenta en dos ámbitos relevantes para el análisis. Por una parte, la colaboración científica, que, mediante el acceso a conocimientos geográficamente distantes, permite concebir una mejora relativa de la participación de los científicos de un país en las redes internacionales. En este sentido, la evidencia se construye sobre la base de la coautoría de los trabajos científicos entre autores de distintos países, y los resultados muestran que la distancia geográfica que separa a los científicos juega a favor de una mayor colaboración internacional en ciencia.

Por otra parte, también la colaboración internacional se plasma en la generación de conocimiento que tiene lugar de manera compartida por agentes de más de un país, como es el caso de las patentes en copropiedad o bien de la innovación tecnológica que se genera gracias al empleo de formas colaborativas entre empresas de un país y agentes en el extranjero.

Se finaliza con una descripción de la participación española en programas científicos internacionales, en particular, su evolución temporal en el contexto de la UE, a la que le siguen unas conclusiones.

### 5.2. LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO: MOVILIDAD Y FLUJOS

Una de las formas de aproximar los flujos internacionales de conocimiento es a través de la movilidad de científicos entre países. La movilidad internacional es un aspecto importante en la generación de conocimiento científico y en las décadas recientes ha recibido una atención creciente tanto como objeto de estudio como de interés en la política científica (Archibugi y Filippetti, 2015; Flanagan, 2015). Además de los efectos positivos que la movilidad internacional puede generar en la transferencia de conocimiento y el desarrollo del capital humano de

los países, es posible que dicha movilidad sea el resultado de disfuncionalidades del sistema nacional que alientan la emigración de los científicos formados en el propio sistema por falta de posibilidades de desarrollo de su carrera profesional, un aspecto que justificaría prestar una mayor atención a los potenciales efectos perjudiciales de la movilidad.

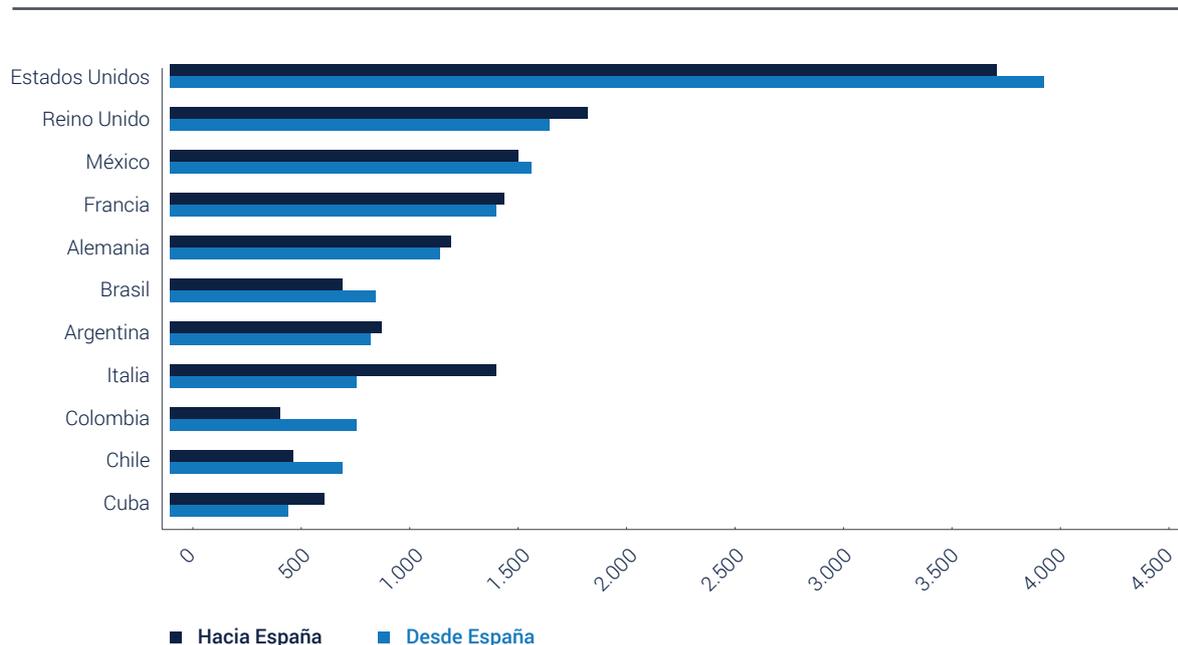
Por lo general, la movilidad internacional de científicos genera efectos positivos en la producción científica de los países involucrados a través de la publicación de trabajos en coautoría internacional. El indicador de movilidad que se muestra en el Gráfico 5.1 se construye a partir del país de la institución de afiliación de los autores, registrado en al menos dos trabajos publicados e indexados en Scopus entre 1986 y 2013<sup>8</sup>. El valor del indicador refleja el número de cambios en la afiliación de los autores entre la primera y la última publicación registrada de los mismos.

El destino preferente de los científicos españoles es Estados Unidos, en el que se alcanza el valor más alto en el indicador. Los flujos hacia este país son más del doble que los correspondientes a Reino Unido, México y Francia; los países mencionados también aglutinan más del 60% de los flujos hacia España. Cabe hacer notar que la movilidad internacional de autores está estrechamente vinculada a la proximidad geográfica (4 países europeos: Reino Unido, Francia, Alemania, e Italia) y a la proximidad idiomática (México, Argentina, Colombia, Chile y Cuba), con la excepción de Estados Unidos, cuya primera posición obedecería, en el contexto de los modelos de gravedad, al efecto de su elevada magnitud y relevancia en la mayoría de campos científicos y disciplinas.

Al analizar las diferencias entre las dos direcciones de la movilidad se observa que la salida de científicos vinculados al sistema español supera la llegada de aquellos procedentes de Estados Unidos y cuatro países de América Latina: México, Brasil, Colombia y Chile. Además, dicho análisis también permite afirmar que los flujos, en el caso español y en términos de circulación

<sup>8</sup> Scopus es la base de datos de Elsevier.

**GRÁFICO 5.1.**  
Movilidad internacional de autores científicos (1996-2013), mayores flujos según el registro de la primera y la última afiliación (número de entradas/salidas).



Fuente: OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard (2015), elaboración propia.

de cerebros, lejos de ser globales, presentan una elevada concentración que confiere el mayor protagonismo a los sistemas anglosajones más avanzados.

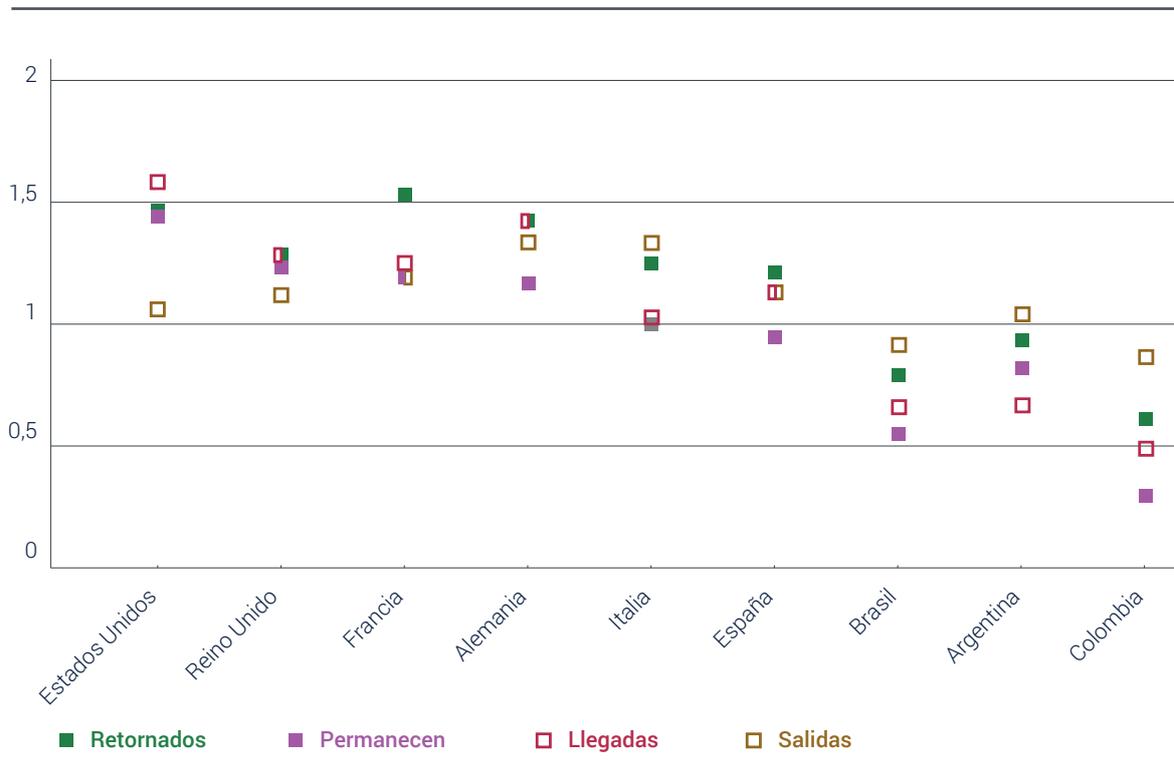
El perfil de la movilidad internacional entre estos países puede completarse haciendo uso de un indicador experimental construido con los valores del índice de impacto esperado de los autores científicos (Gráfico 5.2). El indicador es el valor promedio del índice SJR2013 (*SCImago Journal Rank*) de los autores de cada una de las categorías representadas ("salidas", "llegadas", "retornados" y "permanecen") y se computa por países para aquellos autores que tienen como mínimo dos publicaciones.

La movilidad se identifica con aquellos casos en los que la afiliación institucional de un autor en alguno de esos países en 2013 difiere de la registrada en años anteriores. Las categorías de los autores corresponden a su estatus en el último destino en 2013. Así, son autores que "permanecen" aquellos cuya afiliación tanto en 2013 como en los años previos es del mismo país de referencia; el estatus de "retornado", por

su parte, se asigna a aquellos que, habiendo tenido una afiliación distinta respecto al país de referencia con anterioridad a 2013, fue este país el correspondiente a su primera publicación.

Aunque el valor más alto de impacto esperado en cuanto a la llegada de autores científicos es el de Estados Unidos, el gráfico muestra que el impacto esperado es superior, en general, para los autores retornados en España, al igual que ocurre en Alemania y Francia, siendo más elevado el valor de este último país. En el caso de Reino Unido, apenas se perciben diferencias entre las distintas categorías. Por su parte, aunque en valor absoluto sea más alto, el perfil de Italia es similar al de los países latinoamericanos con información disponible en este indicador -Argentina, Brasil y Colombia-, en los que el impacto esperado de los flujos de salida es superior al resto. Con carácter general, cabe señalar que el impacto de aquellos autores que "permanecen" es considerablemente más bajo en todos los casos, con la salvedad de Estados Unidos, Reino Unido y Argentina. Al hilo de lo anterior, resulta plausible pensar que la movilidad internacional contribuye de manera generalizada a mejorar el

GRÁFICO 5.2.  
Índice de impacto esperado de los autores científicos según perfil de movilidad (2013).  
Valores promedio del SCImago Journal Rank–SJR- .



Fuente: OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard (2015), elaboración propia.

posicionamiento y la evaluación de los científicos, en este caso según el índice de impacto de sus publicaciones, lo que revierte positivamente en el sistema científico español.

Otra forma de aproximar la generación internacional de conocimiento es a partir de la movilidad del factor capital y, específicamente, atendiendo a la internacionalización de la I+D. El argumento básico es que la actividad de las empresas multinacionales (EMN), a través de su red de filiales en países distintos al de origen, puede contribuir a la generación internacional de conocimiento, más probablemente cuando esas unidades realizan actividades de I+D en el extranjero. Las decisiones de localización de las EMN condicionan, por lo tanto, la distribución geográfica mundial de la I+D y, con ello, los potenciales efectos positivos que se generen en la capacidad innovadora del país o del territorio receptor, lo que viene a justificar los esfuerzos nacionales de atracción de centros de I+D de las EMN (Cantwell y Piscite-

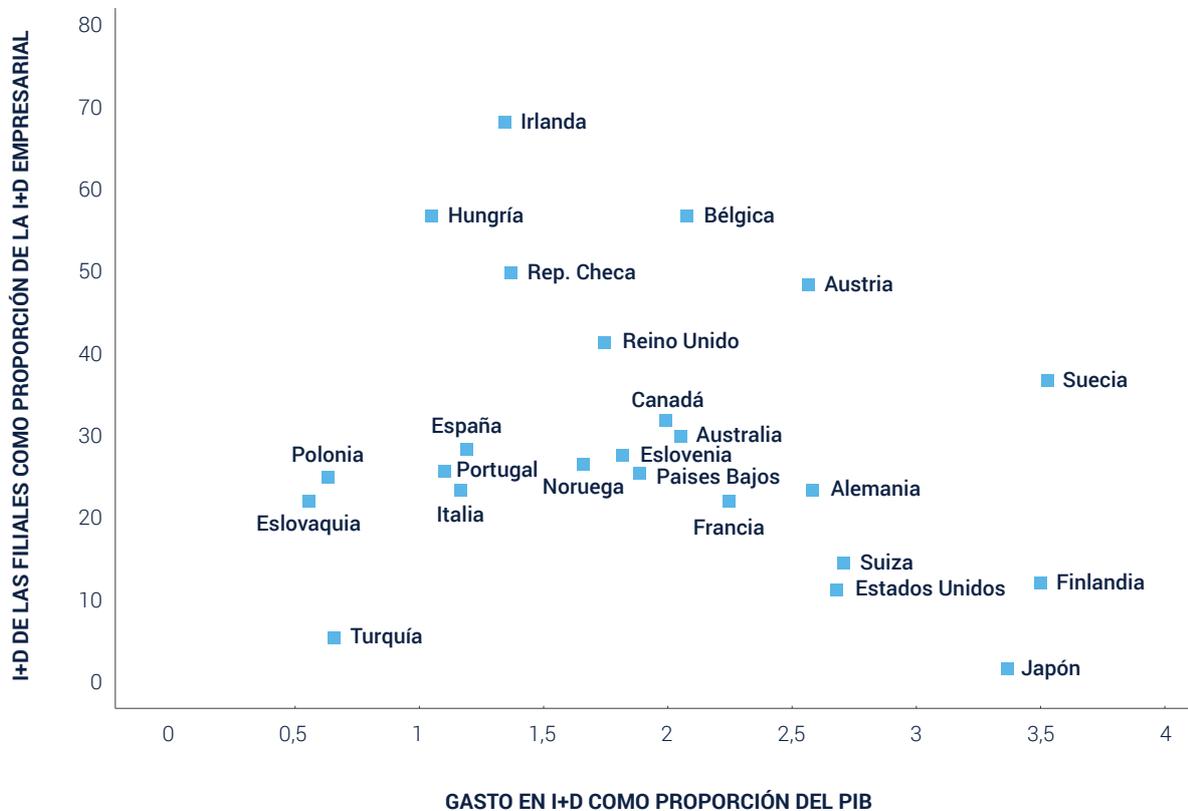
llo, 2002). A este respecto, dos principales cambios han acompañado la creciente internacionalización de la I+D en los últimos años: por una parte, la mayor relevancia de la I+D de alcance global frente a la estrictamente ligada a la adaptación del producto o proceso al contexto local; por otra, los cambios en la distribución geográfica, que han hecho ganar importancia a los países asiáticos (Carlsson, 2006; Edler, 2008).

Según datos de la OCDE (2015) sobre la localización de las 100 mayores empresas en I+D del mundo, las filiales que realizan I+D se concentran en Japón y Estados Unidos. A estos dos países se suman Francia y Reino Unido cuando se consideran las 250 mayores empresas en I+D, mientras que es considerable la distancia que separa las posiciones de España y Alemania de los países antes mencionados.

En el caso español, cabe reseñar que las empresas de capital extranjero realizan aproxima-

GRÁFICO 5.3.

Gasto en I+D de las filiales de empresas multinacionales extranjeras—en porcentaje del gasto en I+D empresarial- y esfuerzo nacional en I+D -en porcentaje del PIB- (2013).



Fuente: OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard (2015), elaboración propia. Los datos de República Checa y Hungría hacen referencia al año 2009, los de Polonia, Australia, Eslovenia y Finlandia corresponden a 2011 y los datos de Suiza y Países Bajos a 2012.

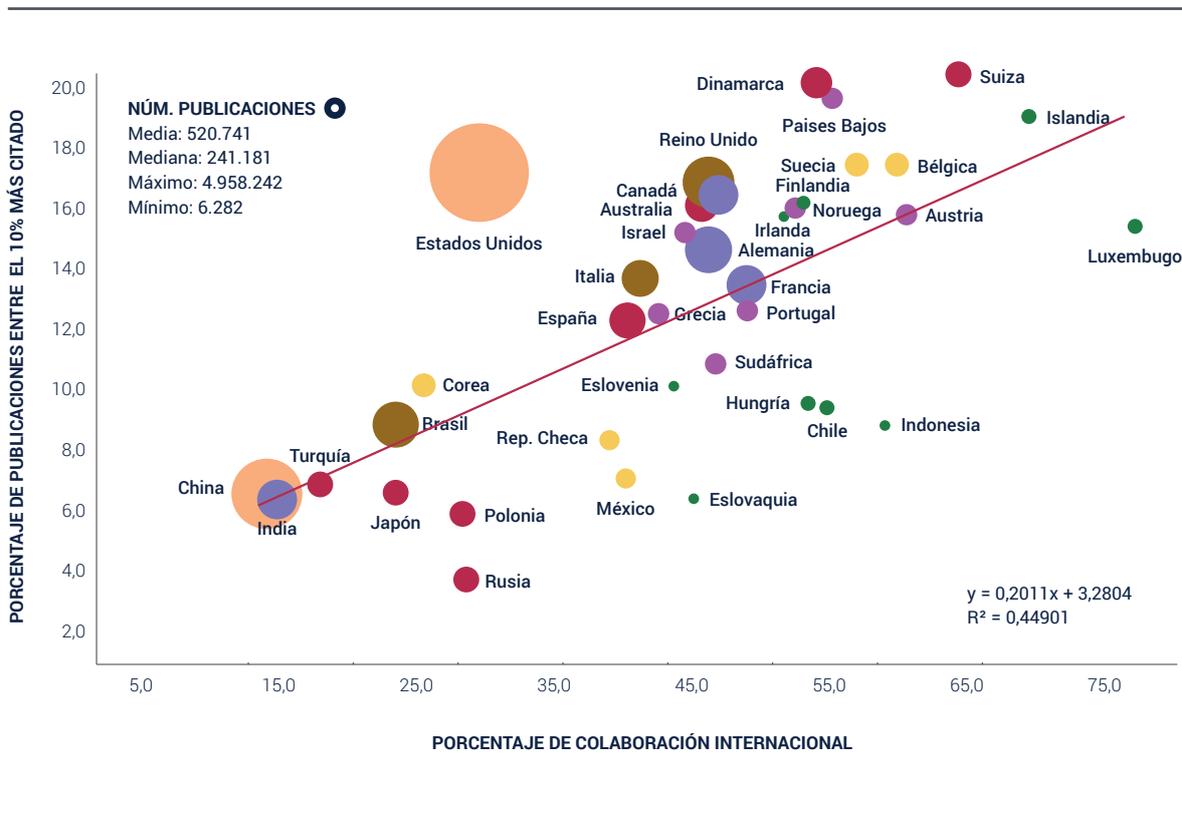
damente algo más de un tercio del gasto interno en I+D del sector empresarial, aspecto que confirma su importancia relativa en el sistema nacional de innovación (Gráfico 5.3). El valor de esta ratio en España es similar al promedio en la Unión Europea, superando al de Francia, Italia o Alemania, y siendo notablemente menor que el de Irlanda, Reino Unido y Suecia (OCDE, 2015).

En todo caso, no puede comprobarse que exista un patrón claro de relación entre este indicador y el esfuerzo nacional en I+D. Sí que se observa que en aquellos países en los que existe un sistema de innovación más consolidado, con mayores niveles de gasto en I+D en relación a su PIB, es menor el peso relativo de la I+D que generan las empresas extranjeras. De los cinco países europeos en los que este indicador presenta valores superiores a 50%, Hungría, Ir-

landa, y República Checa realizan un esfuerzo en I+D inferior a 1,5% de su PIB. Asimismo, cabe observar que en Turquía y en Japón la I+D extranjera está por debajo del 10%, aunque sus esfuerzos nacionales están en posiciones bien distantes (en Turquía es algo superior al 0,5% del PIB y en Japón está por encima del 3%).

Con todo, el peso que alcanza la I+D realizada por empresas extranjeras en los países receptores lleva a afirmar que estas son agentes relevantes en el contexto de la política científica y, más particularmente, en la definición de acciones encaminadas a generar o reforzar las capacidades nacionales que hagan posible obtener los potenciales efectos sinérgicos y favorables que de este aspecto pueden derivarse.

GRÁFICO 5.4. Colaboración científica internacional y publicaciones en el top 10% más citado –como porcentaje del total de publicaciones- (2012).



Fuente: OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard (2015), elaboración propia.

### 5.3. LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL EN LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Atendiendo a la conocida tipología que se presenta en el trabajo de Archibugi y Michie (1995), la colaboración entre agentes de distintos países es una de las formas de internacionalización del conocimiento, junto a los flujos y su adquisición en los mercados internacionales (a través del comercio de bienes, servicios y patentes) y a la propia generación sobre bases internacionales, a la que hemos hecho referencia anteriormente. La colaboración internacional se da entre autores, instituciones y empresas de distintos países, y por eso es por lo que cabe observarla a través de dos formas básicas de expresión: la colaboración en ciencia y la colaboración en la generación de tecnología e innovaciones.

En el ámbito de la ciencia, la colaboración se refleja en el trabajo científico que se realiza entre autores de más de un país y se aproxima a través de los indicadores de co-autoría internacional. La colaboración puede observarse, por lo tanto, a partir de la proporción de publicaciones atribuidas a autores con afiliación en un determinado país que involucran a autores de otros países.

En el Gráfico 5.4, el tamaño del nodo representa la producción científica, aproximada por el número total de publicaciones del país de referencia; en particular, es el número total de documentos publicados por académicos en revistas indexadas en Scopus (todo tipo de documentos incluidos), que para el caso español está por debajo de la mediana. La colaboración internacional, en el eje de abscisas, es el porcentaje de las publicaciones del país de referencia –por ejem-

9. Este indicador se basa en los documentos que involucran a autores con afiliaciones institucionales de otros países como proporción de los documentos que se atribuyen a autores con afiliación en el país de referencia. Los documentos con un solo autor y múltiples afiliaciones en distintos países cuentan, por lo tanto, como una colaboración institucional internacional.

plo España- realizadas en co-autoría con científicos de otros países<sup>9</sup>. En cuanto al impacto en términos de producción científica y la calidad de los resultados –en el eje de ordenadas-, este se aproxima por la proporción de publicaciones que se encuentran en la primera decila –el 10% más elevado- de las publicaciones más citadas en cada campo científico.

Los países que muestran una colaboración internacional más elevada son, por lo general, aquellos de pequeño tamaño, la mayoría europeos, siendo Luxemburgo el país que ocupa la primera posición y cuyo valor del indicador está próximo a 80%. A una distancia considerable de este país se encuentran Islandia y Suiza, con valores superiores al 60% en dicho indicador. En el lado opuesto, Turquía, India y China presentan valores inferiores al 20%. En España, el valor de la colaboración internacional está alrededor del 40%, habiéndose avanzado casi 10 puntos porcentuales entre 2003 y 2012 (OCDE, 2015). Este valor es similar al de los socios europeos y superior al de Estados Unidos, mientras que los países con los valores más bajos en este indicador son un conjunto de economías emergentes tales como China, India, Brasil, y Turquía, que se sitúan en el extremo inferior izquierdo del gráfico, con la excepción de Indonesia cuyo valor es similar al de Bélgica o Austria. Quiere esto indicar que existe un efecto umbral, requiriéndose un nivel mínimo de capacidades científicas para tener una mayor colaboración internacional.

En cuanto a la calidad científica, aproximada por el porcentaje de publicaciones que según su índice de impacto se sitúan en la primera decila, España se está por debajo de algunos países vecinos y más próxima a economías emergentes, de renta media o países en desarrollo, tales como México, Brasil y Turquía, con la excepción de Japón. Por lo general, existe una relación positiva y significativa entre la colaboración internacional y la calidad/impacto de la producción científica. Hay una serie de países con posición de *outlier*, como es el caso de Estados Unidos e Indonesia. La posición de Estados Unidos se explica por su superioridad en producción cien-

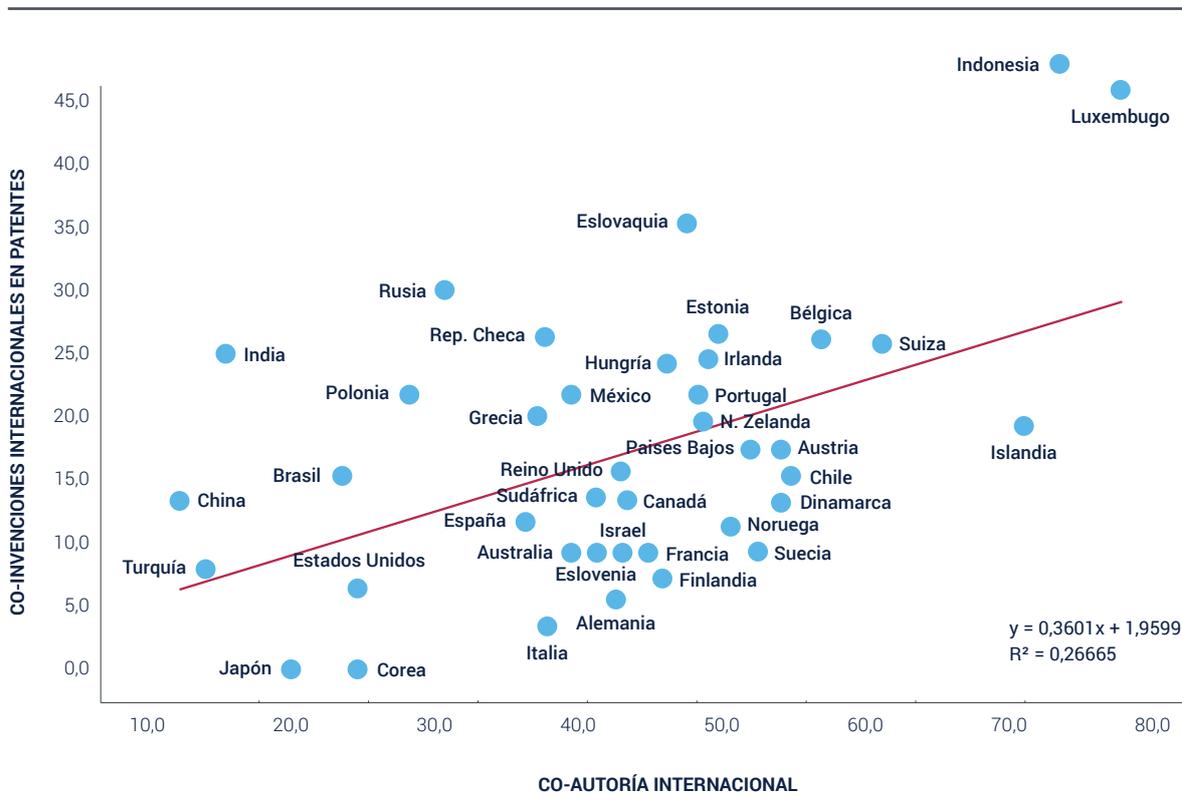
tífica y su relativo bajo valor de colaboración internacional; la de Indonesia responde a su escaso impacto, a pesar de contar con una proporción elevada de colaboraciones internacionales. En todo caso, teniendo en cuenta los valores promedio mundiales, la relación entre la colaboración internacional en ciencia y el índice de impacto normalizado<sup>10</sup> de las citas a sus publicaciones es igualmente positiva (OCDE, 2015).

Por su parte, la colaboración internacional en la generación de conocimiento tecnológico puede aproximarse a través de la presencia de coinventores internacionales o co-propietarios de las patentes y, en este caso, el valor de este indicador para España es algo superior al 10% en 2013, similar al correspondiente a la UE-28. Los valores extremos de este indicador corresponden, por un lado, a Indonesia y Luxemburgo, en los que supera el 40% y, por otro, a Corea y Japón, que apenas llegan al 2%. Cabe hacer notar que las dos formas de colaboración internacional, en ciencia y en tecnología, presentan una relación que se torna positiva y significativa, como puede comprobarse en el Gráfico 5.5. De dicho gráfico también se deduce que, en general, la colaboración internacional en ciencia, aproximada por la co-autoría en las publicaciones para la mayoría de los países, es más relevante que la colaboración internacional en tecnología, un patrón en el que también queda claramente instalado el caso español.

Por último, de acuerdo a la información estadística de la OCDE (OCDE, 2015), el 30% de las empresas españolas de gran tamaño colaboran con socios internacionales para llevar a cabo sus innovaciones (muy lejos del valor de este indicador en países tales como Finlandia o Bélgica, que está próximo al 60%), frente a menos del 10% de las PYMES que colaboran internacionalmente en innovación, lo que confirma la presencia de un vínculo entre escala e internacionalización que aboga a seguir profundizando en este aspecto en el ámbito de la política pública de CyT.

10. El índice normalizado es la razón entre el número promedio de citas recibidas por los documentos publicados por autores afiliados a las instituciones de un país dado y el promedio mundial de citas en el mismo período de tiempo, por tipo de documento y área temática.

GRÁFICO 5.5. Colaboración internacional en ciencia y tecnología –co-autoría y co-inventores como porcentaje de publicaciones científicas y de patentes en el IP5- (2013).



Fuente: OCDE, Science, Technology and Industry Scoreboard (2015), elaboración propia.

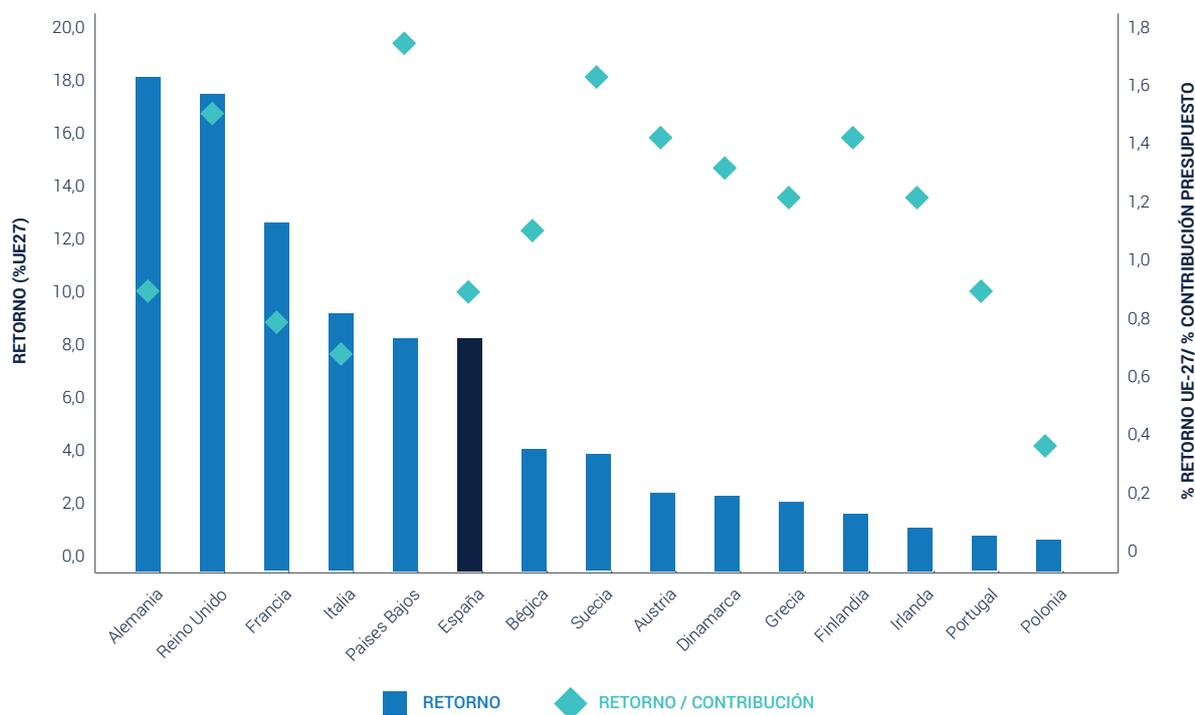
#### 5.4. LA PARTICIPACIÓN ESPAÑOLA EN PROGRAMAS CIENTÍFICOS INTERNACIONALES

La participación de España en la política europea de I+D y, particularmente, en los programas de fomento y financiación de la I+D, es uno de los aspectos del proceso de integración regional en el que se plasma el avance en la cohesión interna de la UE. Tanto los distintos programas marco de las últimas décadas como el más reciente Horizonte 2020 han permitido el acceso y uso compartido de recursos y la generación de beneficios de red, lo que ha revertido en efectos positivos para los científicos e instituciones españolas.

Un dato objetivo sobre tales efectos se observa a la luz de la distribución de la financiación de la UE a la CyT (Gráfico 5.6). Atendiendo a las barras, que reflejan la proporción de recursos de la UE obtenidos por los países con mayor retorno, despiden Alemania y Gran Bretaña con un valor próximo al

18%, seguidos de Francia (12%) y de España (8%), que presenta un valor similar al de Italia y más de cuatro puntos porcentuales por encima del resto de países. Sin embargo, al observar la posición relativa de los países, aproximada por el porcentaje de retorno en función de la contribución realizada al presupuesto comunitario, cabe destacar la posición española, que se sitúa por debajo de la unidad, al igual que la de Alemania y Portugal, siendo aún más baja la correspondiente a Polonia, Italia y Francia. Por su parte, Países Bajos y las economías del norte de Europa obtienen un buen resultado en este indicador. Por otro lado, al atender al número de actividades conjuntas realizadas por España con los principales países según retorno, más de la mitad de esas actividades se llevan a cabo con los países de mayor peso relativo, Alemania y Gran Bretaña, siendo también destacable la proporción de actividades en colaboración con socios italianos y franceses. Austria, Grecia y Suiza son los países que tienen un peso menor en las actividades conjuntas con España (CDTI, 2015).

GRÁFICO 5.6.  
 Porcentaje de financiación obtenido por los países de la UE con mayor retorno (% respecto del total de la UE-27), 2007-2013.



Fuente: CDTI (2015), elaboración propia. Nota: los países representados suman 96.5% de los retornos de la UE.

Por último, cabe reseñar que España ha seguido una tendencia positiva en las últimas décadas si tenemos en cuenta su participación en el principal instrumento de la política científica comunitaria, el Programa Marco de I+D de la UE (en adelante PM). Si bien el mayor incremento del retorno español se ha dado entre el V y el VI PM, el crecimiento acumulado a lo largo del tiempo ha sido superior al 50%. En el VII PM, el incremento fue del 26% debido a la inclusión, a partir del VI PM, de los capítulos de Ciencia y Sociedad, Infraestructuras de Investigación y Recursos Humanos y Movilidad, lo que claramente justificaría el exponencial crecimiento de los fondos obtenidos en el último programa. A pesar de los altibajos y el notable repunte de la última edición del PM, en el que se obtuvieron cerca de 3.400 millones de euros, la proporción que representa el retorno español es de aproximadamente el 8% de la UE. Al comparar esta cifra con la aportación española al

Gasto en I+D de la UE, que representaba un 5,5%, puede valorarse positivamente el resultado de la participación española en el último PM (CDTI, 2015), pese a no alcanzarse un retorno superior a la aportación realizada. Los datos provisionales de la participación española en el PM Horizonte 2020 ofrecen aún mejores resultados, al haber obtenido España un retorno del 9,8% de la UE28 y situarse en la cuarta posición, por delante de Italia y Países Bajos (CDTI, 2017).

Finalmente, cabe reseñar que las principales áreas en las que España destacó en el VII PM en cuanto a financiación recibida fueron: (a) tecnologías de la información y las comunicaciones; (b) programa de ideas y personas; (c) nanociencias, nanotecnologías, materiales y nuevas tecnologías de producción; (d) transporte; (e) salud y (f) energía (CDTI, 2015)<sup>11</sup>.

11. En el PM Horizonte 2020, los resultados provisionales indican que estas áreas son: (a) nanotecnologías, materiales avanzados, fabricación avanzada y biotecnología; (b) tecnologías de la información y las comunicaciones; (c) energía segura, limpia y eficiente y (d) innovación en las PYME, acceso rápido a la innovación y acceso a la financiación del riesgo, (CDTI, 2017).

## 5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

España ha ganado protagonismo en la generación de conocimiento sobre bases internacionales a través de la movilidad de los científicos así como en el ámbito de las publicaciones, lo que revierte en una evolución positiva del sistema español. Si bien los criterios de la política científica española a la hora de evaluar los méritos y la promoción de los investigadores parecen haber ido adaptando los criterios y prácticas internacionales, es necesario evaluar con precaución los resultados alcanzados hasta la fecha en términos de producción científica y de su impacto. El diagnóstico, según los indicadores utilizados, apuntaría a que, existiendo una relación positiva entre colaboración internacional en ciencia y output científico, aún se está lejos de converger con los países líderes mundiales e incluso con los líderes más próximos del contexto europeo.

Sí que es reseñable que la internacionalización de la ciencia parece mostrar una vitalidad mayor que la correspondiente al ámbito de la tecnología y de la innovación, una valoración que permite insistir en la importancia de incorporar este aspecto de manera más directa en la propia definición y aplicación de las políticas.

Además, a pesar de que la cuantificación de los retornos sea un ámbito que no incorpora los efectos intangibles que se derivan de la participación en programas internacionales, puede afirmarse que, habiéndose seguido una senda alcista en cuanto a la involucración de las instituciones y científicos de España en el trabajo colaborativo que se desempeña en el seno de los programas europeos, sigue siendo modesto el retorno que se obtiene, lo que permitiría reclamar la necesidad de alentar una mayor y mejor integración de las instituciones españolas en las acciones de CyT de la UE.

Para terminar, cabe hacer mención explícita de algunas cuestiones que deberían ser incorporadas a la construcción de la política científica y tecnológica y su ejercicio en España:

- En primer lugar, es urgente y se hace necesario mejorar los mecanismos de evaluación de los fondos, programas y acciones de interna-

cionalización de la política científica, así como medir más adecuadamente los efectos de la movilidad internacional de los científicos en términos de producción científica, según modos y efectos. ¡Quién no ha tenido una Beca de movilidad internacional José Castillejo o Salvador de Madariaga y se ha sorprendido de no haber recibido a su regreso siquiera un cuestionario de evaluación de resultados procedente del Ministerio!

- En segundo lugar, se requiere un mayor reconocimiento explícito de la I+D internacionalizada, así como de la que se realiza en el sector privado, que genera impactos en el sistema español de CyT. Sería necesario reflexionar y definir mecanismos y acciones de acompañamiento, conducentes a la generación de capacidades para lograr un mejor aprovechamiento de los potenciales efectos positivos que genera la presencia de la I+D realizada por agentes extranjeros en la economía española y en las capacidades científicas y tecnológicas nacionales. Salvo algunos trabajos puntuales basados en trabajo de campo (Álvarez *et al*, 2012), en España es escasa la información estadística y los indicadores acerca de la colaboración que se realiza entre empresas extranjeras y centros públicos de I+D.
- En tercer lugar, se hace imprescindible, en materia de internacionalización de la ciencia y la tecnología, la realización de un diagnóstico más completo que contribuya a fundamentar la toma de decisiones. Parece imprescindible demandar con urgencia la necesidad de mejores y más detalladas estadísticas. A este respecto, puede servir como ejemplo que la realización de esta sección del Informe ha enfrentado precisamente esta debilidad y que, con seguridad, la disponibilidad de más y mejor información estadística contribuiría a elaborar mejores diagnósticos de situación para fundamentar la toma de decisiones en el ámbito de la política pública de CyT.
- Al tiempo, en estrecha relación con el punto anterior, sería necesario llevar a cabo un desarrollo metodológico que permitiera contar con nuevos indicadores para la construcción

de más evidencia empírica acerca de las causas y los efectos de la internacionalización de la CyT en España. En este sentido, se requiere dar un paso más y conocer los efectos de la generación de conocimiento científico sobre bases internacionales y su transferencia e impacto en el tejido productivo español, lo que implicaría la definición de un trabajo de campo específico de carácter cualitativo y cuantitativo.



# **La percepción social de la ciencia y los científicos en españa**



## 6. LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LOS CIENTÍFICOS EN ESPAÑA

J. Lobera

### 6.1. LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA TECNOCENCIA

Las personas tenemos juicios o ideas sobre casi cualquier aspecto de nuestra vida. La ciencia y la tecnología no son una excepción. Ambas ocupan un lugar central en nuestra sociedad. Ciencia y tecnología –o tecnociencia, como sistema en el que se insertan ambas de manera indisoluble (Bachelard, 1953)– están presentes en prácticamente todos los ámbitos de nuestro día a día. Tienen un alto impacto en la actividad económica y en las formas de estructuración social; más aún, forman parte de nuestros propios cuerpos, desde las gafas o lentillas hasta los marcapasos o las prótesis dentales. Asimismo, nuestra propia manera de percibir el mundo y nuestros valores se han visto profundamente afectados por su avance a lo largo de las décadas y siglos. La generalización de los valores científicos y racionales en las sociedades modernas ha dado lugar a un mundo desencantado (Weber) y a la creencia en un progreso prácticamente ilimitado que surge de la aplicación de la tecnociencia sobre la naturaleza (Descartes, Bacon).

La centralidad, casi invisible, de la tecnociencia en nuestras vidas hace que las personas tengan una opinión algo difusa sobre ella, difícil de abarcar cuando se pregunta en términos generales. Sin embargo, esta opinión se matiza y encuentra un contorno más claro cuando se les pregunta por aspectos específicos, como sus aplicaciones concretas. En estos aspectos específicos es donde encontramos contornos más contrastados, con aspectos claramente favorables y otros desfavorables para una mayoría de la población.

En los últimos cincuenta años se han realizado múltiples estudios destinados a conocer la percepción social de la tecnociencia, especialmente en Estados Unidos y Europa. En el ámbito de la Unión Europea, la Comisión ha realizado investigaciones sobre las actitudes de la ciudadanía hacia la tecnociencia durante años y se han realizado encuestas especiales sobre esta cuestión en 1992, 2001/02, 2005, 2008, 2010, 2013, 2014 y 2015. En España, el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) también ha investigado las representaciones sociales de la tecnociencia (1982, 1996, 2001) aunque no de manera sistemática ni periódica. Por otro lado, los estudios de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT) han generado, desde 2002, una serie bienal sistemática que permite estudiar la cultura científica y tecnológica en España. Finalmente, algunas empresas de opinión pública preguntan de manera recurrente por la confianza que los ciudadanos tienen en las instituciones científicas y sus profesionales. A partir de los datos acumulados de opinión pública obtenemos los distintos niveles de la representación social de la tecnociencia. Cuando indagamos por la imagen espontánea de la ciencia, observamos que la mayor parte de la población se refiere de manera indistinta a la ciencia y la tecnología (Torres y Lobera, 2015). Así, en los resultados de la encuesta de FECYT 2014, las principales respuestas espontáneas con las que los ciudadanos asocian el concepto de “ciencia” son: innovación/investigación (32,2%), medicina/salud/tratamientos (27,2%), laboratorios/experimentación (20,2%), biología/química/física (14,4%), genética/ADN (7,8%), ordenadores/tecnología (7,6%), nuevas aplicaciones/nuevas

tecnologías (5,3%), ingenierías (4,3%), astronomía/espacio/carrera espacial (3,5%). Estos resultados se observan de manera reiterada en los estudios de opinión pública sobre CyT, tanto en España como en otros países, y están en consonancia con las tesis de Bachelard (1953) y otros que consideran que las ciencias y las tecnologías contemporáneas forman un entramado indisoluble.

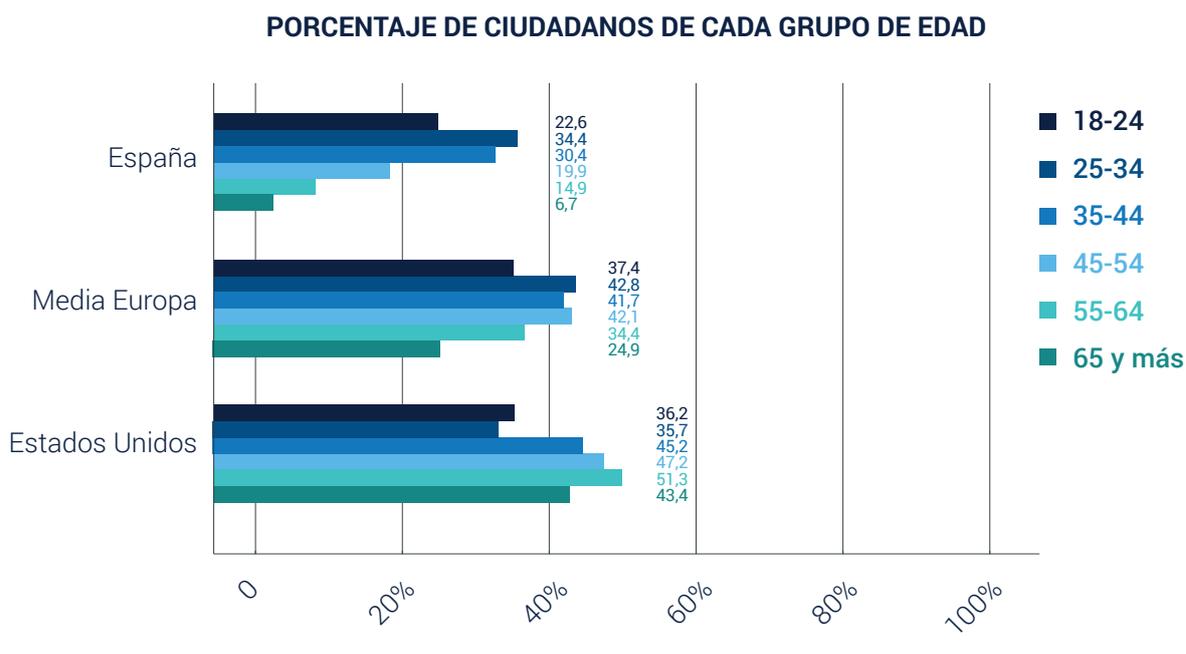
La imagen espontánea de la tecnociencia está relacionada, en su gran mayoría, con significados positivos entre la población. Esta imagen positiva general se va matizando (y problematizando) ante cuestiones más específicas, hasta llegar incluso a posiciones críticas mayoritaria hacia algunas aplicaciones científicas o ante algunos aspectos del funcionamiento de la tecnociencia, como veremos. En consecuencia, debemos considerar una representación social de la tecnociencia que está problematizada y que se muestra ambivalente ante diversos aspectos. Si bien la población tiene una consideración general positiva de la tecnociencia también tiene presente, al mismo tiempo, que existen riesgos y aspectos contraproducentes en algunos de sus contextos.

## 6.2. INTERÉS, INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO

Las encuestas internacionales nos permiten comparar el nivel de interés, conocimiento y acceso a la información científica entre diferentes países. En España, el seguimiento de noticias de carácter científico es uno de los menores en el contexto europeo, junto a República Checa e Italia. En el otro extremo se sitúan Reino Unido, Dinamarca, Países Bajos y Estados Unidos, con un nivel de seguimiento de los temas científicos más alto que la media europea. Los españoles aseguran sentirse menos informados, con sólo un 4,7 de media en una escala de diez, mientras que la media europea es 5,1 y la estadounidense de 5,4.

En el conjunto de Europa el nivel de interés se encuentra en el 5,6 de media entre los encuestados, mientras que en los Estados Unidos se encuentra en el 6. En el caso de España, la media de los encuestados es similar a la europea, un 5,7. El mayor seguimiento de la información sobre temas de ciencia se produce a través de la televisión, tanto en España como en el resto de los países de nuestro entorno, seguido de Internet, la prensa escrita y la radio. En concreto, el

GRÁFICO 6.1.  
Nivel alto de conocimiento científico por edad.



Fuente: Informe de BBVA sobre cultura científica (2012), elaboración propia.

71% de los españoles dice informarse de estos temas a través de la televisión, el 58% a través de Internet, 22% a través de la prensa escrita y el 21% a través de la radio (Lobera, 2017).

Los asuntos de CyT tienen una escasa difusión y seguimiento en los medios de comunicación españoles, especialmente si lo comparamos con otros países europeos y con EE. UU. Así, tan solo el 22,3% de los españoles dice acceder a noticias de carácter tecnocientífico por televisión, muy por debajo de la media europea (41%) y estadounidense (47,2%). De manera similar, los españoles están a la cola en el seguimiento de noticias CyT por los periódicos: tan solo el 17,4% lo hace, frente al 31,7% de los europeos y el 33,7% de los estadounidenses. En Internet, el 31,8% de los estadounidenses realiza búsquedas de carácter científicos, frente al 24% de los europeos y el 13,7% de los españoles. Esto no solo refleja una menor difusión de contenidos tecnocientíficos en los medios de comunicación españoles, sino una menor cultura científica e interés entre el público general.

Por otro lado, el menor interés y seguimiento de noticias tecnocientíficas en España, con respecto a la media europea, van acompañados de actitudes menos críticas respecto a la tecnociencia, como veremos más adelante.

Por otro lado, en España existe un menor grado de conocimiento tecnocientífico respecto a los valores medios europeos. Esta diferencia es especialmente significativa entre las generaciones que fueron educadas durante la dictadura (Gráfico 6.1).

### 6.3. IMAGEN GENERAL POSITIVA Y AMBIVALENCIA

En España, como en el resto de sociedades contemporáneas, las representaciones sociales de la tecnociencia ya no se caracterizan por la fe incondicional en sus bondades, sino por la presencia de un cierto grado de ambivalencia. Tan solo el 25% de los españoles está "totalmente de acuerdo" con que los beneficios de la CyT son mayores que sus efectos perjudiciales, dentro de una escala de cinco posiciones; el resto mati-

za, en mayor o menor medida, el equilibrio general entre los aspectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología (Eurobarómetro, 2005). Diversos estudios sobre la ambivalencia ante la tecnociencia en la sociedad española apuntan a dos aspectos clave. En primer lugar, la evaluación de la CyT no está exenta de crítica y presenta posiciones divergentes dentro del conjunto de la sociedad. En segundo lugar, las críticas no se explican por un menor conocimiento de los asuntos tecnocientíficos, sino que hay que considerar un conjunto amplio de variables entre las que se incluyen variables ideológicas y de valores (Torres y Lobera, 2017). Esta ambivalencia se trata de un reflejo del proceso de maduración que han experimentado las sociedades contemporáneas, en las que se han desarrollado posiciones ambivalentes hacia la tecnociencia a lo largo del último medio siglo (Torres, 2007; Bauer, Petkova y Boyadjieva, 2000).

En un análisis longitudinal de la imagen sugerida de la tecnociencia observamos, por un lado, un descenso en las actitudes positivas ante la misma en las últimas décadas, así como ciertos dientes de sierra en años específicos, con un ligero repunte de esas valoraciones durante la crisis económica. Estas variaciones conectan con la dualidad expresada por Beck (1986) cuando describe la sociedad del riesgo como etapa final del proceso de modernización. Por un lado, se observan los impactos mediáticos de crisis tan relevantes como la fuga radioactiva de Chernóbil o la enfermedad de las "vacas locas" y, en sentido contrario, con una mayor búsqueda de soluciones en la tecnociencia ante la crisis económica en los últimos años. La población demanda, pues, a la CyT el mantenimiento -y el aumento- de las condiciones económicas y de progreso social, al tiempo que, en ocasiones, señala las consecuencias negativas que en ocasiones pueden acarrear algunas de sus aplicaciones para la sociedad, el medio ambiente y las próximas generaciones.

Así, los españoles -como sucede en la mayor parte de países de nuestro entorno- valoran de manera distinta el efecto beneficioso o perjudicial de la actividad tecnocientífica en función de aspectos diversos. Para comprender la ambivalencia hacia la tecnociencia hay que considerar

dos aspectos clave. En primer lugar, la imagen positiva y el alto prestigio social de las instituciones de CyT (como veremos en el siguiente epígrafe). Por otro lado, las críticas y recelos hacia aspectos específicos de la tecnociencia. Estos se centran, como veremos, en ciertas aplicaciones tecnocientíficas (como la energía nuclear, el fracking o los alimentos transgénicos), el temor a la primacía de intereses económicos privados sobre el interés general en la aplicación de la tecnociencia, así como en la influencia de la misma en ciertos aspectos de la sociedad. Así, por ejemplo, mientras que una mayoría muy amplia considera beneficioso su impacto en aspectos como la lucha contra las enfermedades y epidemias (94,6%), este porcentaje se reduce hasta el 51,4% en el caso de las ventajas que aporta la tecnociencia en la reducción de diferencias entre países ricos y pobres.

#### 6.4. EL PRESTIGIO DE LAS PROFESIONES TECNOCIENTÍFICAS

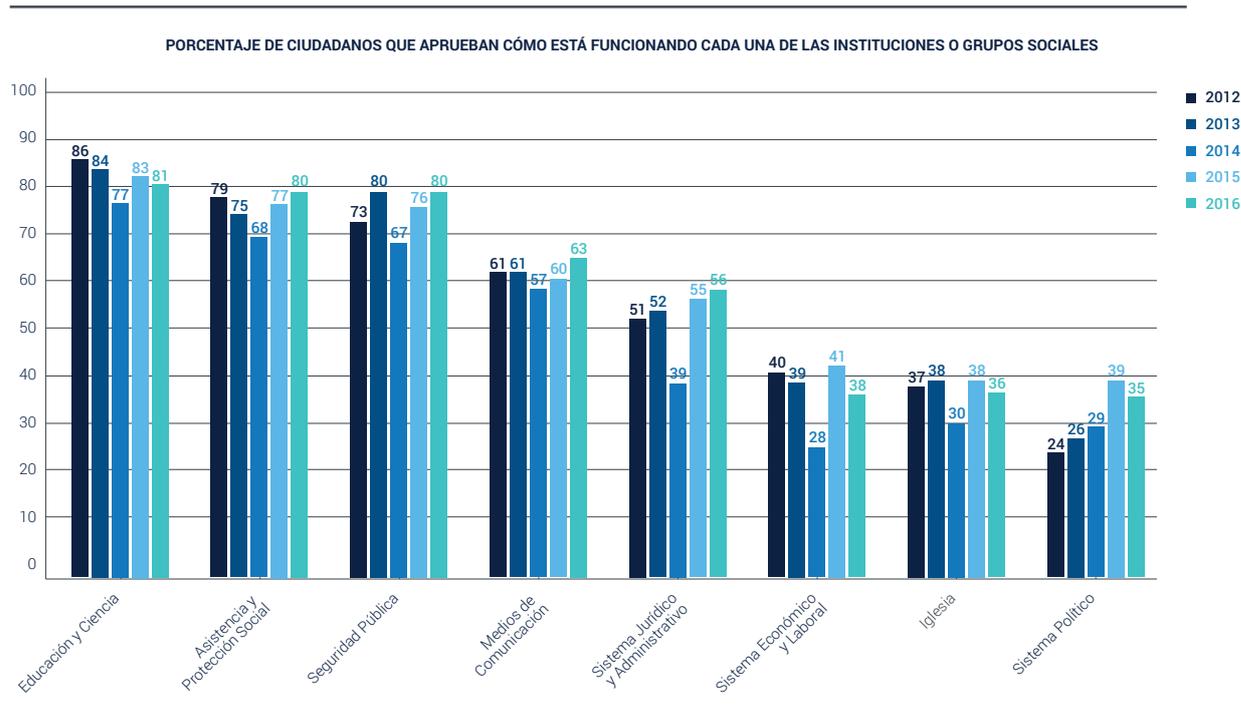
El cuerpo central de la tecnociencia es considerado muy positivamente por los ciudadanos. Así, por ejemplo, el barómetro de Confianza Ci-

dadana en las Instituciones elaborado por Metroscopia a finales del año 2016 muestra que la ciencia y la educación son las instituciones sociales que mayores niveles de confianza registran entre los ciudadanos (Gráficos 6.2 y 6.3).

En términos de agentes, la imagen social de las personas que se dedican a tareas tecnocientíficas suele ser muy positiva ya que se les sitúa muy cerca de los pilares del estado de bienestar. La serie de encuestas de la FECYT permite observar que el prestigio de las profesiones no viene determinado por el nivel retributivo asociado a cada una de las profesiones, sino que, más bien, refleja el estatus dentro de la colectividad desde un punto de vista más amplio. En esta evaluación más general que realizan los ciudadanos influye la contribución de cada profesión al bienestar social en términos generales. Así, las respuestas a estas preguntas nos ofrecen una buena aproximación de la valoración de la función social, en un sentido amplio, de las actividades y las profesiones tecnocientíficas.

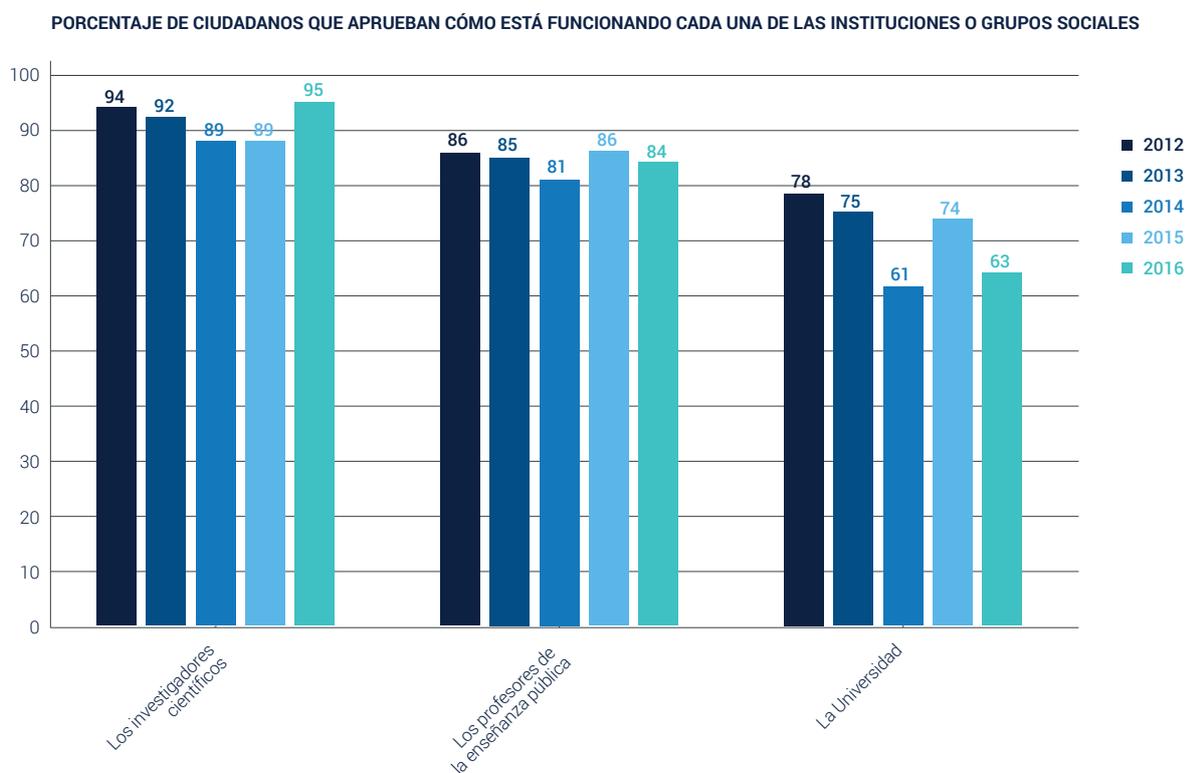
La encuesta FECYT compara la valoración de las siguientes profesiones y actividades: médicos, científicos, ingenieros, jueces, abogados, depor-

GRÁFICO 6.2. Evolución de la media global de confianza ciudadana, por área institucional (2012-2016).



Fuente: Metroscopia (2016), elaboración propia. Nota: La media global es el promedio de los porcentajes de aprobación de las instituciones que componen cada área institucional.

GRÁFICO 6.3.  
Evolución de la media global de confianza ciudadana, Ciencia y Educación (2012-2016).



Fuente: Metroscopia (2016), elaboración propia.

tistas, periodistas, empresarios, profesores, religiosos y políticos. En primer lugar, se observan tres grupos claramente diferenciados según sus valoraciones medias. Las profesiones más asociadas con la actividad tecnocientífica -científicos, médicos, profesores e ingenieros- presentan un alto prestigio social. Todas sus puntuaciones están por encima de 4 en una escala de 1 a 5, claramente diferenciadas del resto de las profesiones estudiadas. Así, científicos, médicos, profesores e ingenieros pueden considerarse el grupo profesional con mayor prestigio entre los analizados. Un segundo grupo profesional, formado por profesiones más heterogéneas -jueces, abogados, periodistas, deportistas y empresarios- registra valoraciones intermedias, entre 3,66 y 3,24. Finalmente, un tercer grupo, compuesto por religiosos y políticos, registra los valores más bajos de prestigio social, con puntuaciones medias entre 2,17 y 1,95.

Como sucede en otros países (Hodge et al., 1964; Fossum y Moore, 1975; Tyree y Smith,

1977), existe fuerte estabilidad temporal del prestigio de las profesiones en España. En los últimos doce años, el orden jerárquico en las valoraciones de las profesiones en distintas ediciones de la encuesta FECYT se ha visto prácticamente inalterado. Los tres grandes grupos de profesiones que hemos identificado según su valoración en el apartado anterior mantienen su jerarquía inalterada.

Con la llegada de la crisis económica, la desafección ciudadana hacia la esfera política alcanza a prácticamente todas las instituciones políticas, en una gradual erosión de los distintos indicadores de apoyo político en España –especialmente de aquellos referidos a la aprobación de cargos públicos, confianza en las instituciones democráticas y evaluación del funcionamiento de la democracia (Lobera y Ferrándiz, 2013). Sin embargo, la confianza en las instituciones tecnocientíficas y el prestigio de sus profesionales se han visto prácticamente inalterados.

Existen dos marcos teóricos principales, no incompatibles entre sí, en los que se podría enmarcar la interpretación de estos resultados. Por un lado, las cuatro profesiones con mayor valoración (médicos, científicos, ingenieros y profesores) comparten valores racionales y científicos, propios de la sociedad moderna. Este resultado vendría a confirmar dos aspectos: en primer lugar, el reconocimiento por parte de la ciudadanía de la existencia de estos valores racionales y, en segundo lugar, que estos valores son calificados con puntuaciones elevadas de forma mayoritaria y homogénea entre la población, siendo el reflejo de una sociedad incorporada a los valores centrales de la modernidad. Para Parsons (1964: 98), la ciencia está rodeada por un anillo de profesiones "encargadas de aplicar el conocimiento al orden social (derecho), a la salud (medicina), a la eficiencia en los colectivos gubernamentales y privados (administración), al uso eficiente del entorno no-social (tecnología)". El (elevado) prestigio de la ciencia estaría, así, estrechamente vinculada al de las profesiones que se perciben más cercanas al centro de ese anillo, es decir, a los propios valores centrales de la ciencia -racionalidad y eficiencia- para su aplicación social y, con ella, la mejora de la sociedad en su conjunto.

En segundo lugar, la alta valoración de estas profesiones, especialmente los médicos y los profesores, puede ser considerada como un reflejo de la valoración de dos pilares básicos del estado de bienestar: sanidad y educación. Diversos estudios han constatado la alta valoración de los españoles de estos dos servicios básicos del estado de bienestar y el rechazo de medidas que pueden amenazar o recortar los avances sociales alcanzados gracias a los mismos. En esta misma encuesta (FECYT) se observa, también, cómo sanidad y educación son los dos sectores, con amplia diferencia sobre los demás, en los que una mayor parte de la ciudadanía priorizaría un aumento del gasto público -el 88% y el 81%, respectivamente. El prestigio social elevado de estas profesiones puede interpretarse como un reconocimiento y una valoración mayoritaria y homogénea de las profesiones vinculadas con la sanidad y la educación como elementos centrales del sistema de bienestar desarrollado en España. Así, estas profesiones estarían favorablemente percibi-

das por la población por su directa implicación con sectores muy bien valorados.

### 6.5. LA PROFESIÓN INVESTIGADORA

Los datos de la FECYT permiten delinear la opinión pública acerca de la profesión investigadora. En primer lugar, observamos que la mayoría cree que se trata de una profesión que compensa personalmente a quien la realiza (69%), que está mal remunerada económicamente (59%), que tiene un bajo reconocimiento social (57%) y que, a pesar de su bajo reconocimiento y remuneración, resulta atractiva para los jóvenes (51%). Estas respuestas reflejan una percepción social mayoritaria de que la profesión investigadora es fundamentalmente vocacional, y resulta atractiva porque, en sí misma, compensa a quien la realiza, aunque esté insuficientemente retribuida o reconocida socialmente. Resulta destacable que son los más jóvenes los que perciben en mayor proporción la existencia de un alto prestigio social asociado a la profesión investigadora (46%) así como quienes creen que esta compensa personalmente a quien la realiza (78%). En esta cuestión, no se observan diferencias importantes entre hombres y mujeres. Finalmente, cerca de una de cada cinco de las personas encuestadas no emite una valoración sobre si esta profesión está bien o mal remunerada, de lo que se deduce una falta de conocimiento -al menos en una porción de la población- acerca de las condiciones de trabajo habituales de los/las investigadores/as.

Estas observaciones podrían resultar, en principio, paradójicas en dos aspectos: en primer lugar, se trataría de una actividad atractiva pero que no se considera suficientemente retribuida; en segundo lugar, los datos muestran que las profesiones científicas gozan de un prestigio elevado entre la población, mientras que los encuestados consideran que la profesión investigadora no recibe un alto reconocimiento social. Sobre el primer punto, la aparente contradicción entre prestigio y remuneración económica ha sido tratada desde diversas perspectivas sociológicas. Así, Max Weber insiste en que el estatus se basa en cualidades no económicas, como el prestigio u otras. En un sentido similar, Talcott

Parsons (1964: 86) señala que el reconocimiento social de las distintas profesiones no puede ser medido por el nivel de remuneración económica. Así, precisamente, el prestigio del científico o el profesor de universidad está situado en un nivel diferente al de las profesiones mejor remuneradas en la esfera de los negocios y constituye un ejemplo manifiesto de estas “discrepancias entre remuneración y prestigio profesional”.

En segundo lugar, como hemos señalado, ¿cómo se puede explicar que los encuestados consideren que la profesión investigadora no tiene, en la sociedad, un alto reconocimiento, mientras que ellos mismos otorgan una alta valoración a las profesiones científicas? En esta situación parece intervenir el efecto “tercera persona”, acuñado inicialmente por el sociólogo Davison (1983) para referirse a la tendencia de las personas a creer que los medios de comunicación ejercen una mayor influencia en otras personas que sobre ellas mismas. Este efecto se utiliza en opinión pública para explicar la atribución a terceros de aquello que el sujeto no se reconoce a sí mismo -sesgo de atribución autodefensivo- o bien la existencia de una percepción más negativa sobre la opinión o conducta de los demás que sobre la opinión o conducta propia, conectando aquí con el sesgo de deseabilidad social (Phillips y Clancy, 1972), la ignorancia pluralista (Katz y Allport, 1931) y la falsa singularidad. En general, la ciudadanía otorga una alta valoración de las profesiones científicas y, en cambio, tiende a pensar que estas son escasamente reconocidas por el conjunto de la sociedad. Es decir, decimos tener un alto reconocimiento de estas profesiones mientras que creemos que no lo tienen -al menos no en una dimensión suficiente- en el conjunto de la sociedad.

## 6.6. RIESGO Y TECNOCENCIA

Con el avance de la industrialización, en diferentes regiones del mundo ha aumentado la preocupación por la seguridad de las nuevas condiciones de producción/consumo y sus efectos sobre la salud y el entorno. La concepción ilustrada de la ciencia y la tecnología -que considera que sus riesgos son controlables y que sus consecuencias están delimitadas espacial

y socialmente- se ve cuestionada por algunos efectos no previstos de las aplicaciones tecnocientíficas y su faceta de fuente generadora de nuevos riesgos. En las últimas décadas, en varias ocasiones se ha señalado la emergencia de una cultura o sociedad del riesgo, estrechamente vinculada con el desarrollo de la tecnociencia contemporánea y con una gestión inadecuada de sus riesgos ambientales y sociales (Lagadec, 1981; Beck, 1986; Medina, 1992).

Las actitudes de la población difieren ante distintas aplicaciones tecnológicas, por lo que no parece adecuado categorizarlas de manera monolítica. Así, la célebre observación del historiador de la ciencia Melvin Kranzberg (1997) parece sintonizar con el pulso mayoritario de la población: “La tecnología no es ni buena ni mala. Tampoco es neutral. (...) La misma tecnología puede tener efectos distintos según el contexto y las circunstancias en que son introducidas”. Difícilmente, pues, se puede establecer que entre la población exista una percepción de una ciencia o una tecnología abstracta y general, válida para todos los contextos. No todas las aplicaciones tecnocientíficas, pues, son valoradas positivamente; la mayoría considera que no toda aplicación tecnocientífica es positiva, ni que conlleva inevitablemente el progreso, sino que algunas aplicaciones son más perjudiciales que beneficiosas. Entre la población española, alguna de las aplicaciones que podríamos considerar como más polémicas son la energía nuclear, la clonación y el cultivo de plantas modificadas genéticamente.

Sobre los alimentos genéticamente modificados, los españoles están algo menos informados que los europeos y, al mismo tiempo, tienen actitudes menos críticas que sus vecinos (Special Eurobarometer 341, 2010). Así, un 84% de los europeos ha oído hablar de los alimentos genéticamente modificados, frente a un 74% de los españoles. Entre los europeos, un 54% se muestra preocupado por los eventuales efectos sobre su salud de alimentos genéticamente modificados, frente a un 44% de los españoles. Entre los estadounidenses existe un nivel de preocupación similar a la media europea acerca los riesgos para la salud de los alimentos genéticamente modificados (53%)<sup>12</sup>. Cerca de la mi-

tad de los españoles (49%) cree que la UE no debería favorecer el desarrollo de comida genéticamente modificada; esta proporción es doce puntos porcentuales mayor entre los ciudadanos europeos (61%).

Respecto a la investigación de la clonación animal con fines alimentarios, el 51% de los españoles se muestran contrarios, casi veinte puntos menos de la media europea que se opone a este tipo de investigación (70%). En Estados Unidos, sin embargo, la oposición es significativamente menor: tan solo el 35% se opone, mientras 41% está de acuerdo y un 24% que no sabe qué responder (Evans y Kelley, 2011).

La oposición a la utilización de las células madre es significativamente menor tanto en España como en otros países europeos y en EE. UU. Tan solo el 21% de los españoles se muestra contrario al uso de células madre extraídas de embriones de menos de dos semanas para tratar enfermedades. También en este caso, como ante las aplicaciones anteriores, el porcentaje de posicionamientos críticos es inferior a la media europea (30%).

La nanotecnología es significativamente menos conocida que las aplicaciones anteriores. Dos de cada tres españoles (68%) no ha oído hablar nunca de nanotecnología frente a un 32% que sí. Entre los europeos estas proporciones son 54% y 46%, respectivamente. Entre quienes sí han oído hablar de la nanotecnología, el 27% de los españoles (el 33% entre los europeos) considera que no es una tecnología segura, y el 22% considera que la nanotecnología no debería ser fomentada por la UE (el 25% entre los europeos). Las encuestas estadounidenses son más específicas en sus preguntas sobre aplicaciones de la tecnología. Así, un 63% de los estadounidenses no quiere sangre sintética para mejorar las capacidades físicas, frente a un 35% que sí; y un 66% no quiere chips cerebrales que mejoren las capacidades cognitivas, frente a un 32% que sí los querría. Tres de cada cuatro estadounidenses se muestra preocupado por el aumento de las desigualdades sociales que este tipo de aplicaciones conllevaría<sup>13</sup>.

Por su parte, la preocupación por los efectos negativos del fracking es elevada en España, aunque, también en este caso, es menor que entre la media europea. El 66% de los españoles se sentirían preocupados si un proyecto de extracción de gas de esquistos se situara cerca de su casa, frente al 74% en el caso de la media europea.

En cambio, a diferencia de las anteriores aplicaciones tecnológicas, la energía nuclear despierata un mayor recelo en el caso de los españoles que entre la media europea. El 61% de los españoles piensa que los riesgos asociados a esta forma de producir energía son más altos que los beneficios, frente a un 25% que opina lo contrario. Y, en consecuencia, el 49% de los españoles cree que se debe reducir la producción de energía de origen nuclear, un 33% que cree que se debe mantener y tan solo un 9% que se debe aumentar. Por su parte, entre los europeos, el 51% considera que los riesgos de la energía nuclear son más altos que sus beneficios y un 35% cree que los beneficios son mayores que los riesgos. El 34% cree que se debe reducir la producción de energía de origen nuclear, un 39% que cree que se debe mantener y un 17% que cree que se debe aumentar. Finalmente, el 39% de los estadounidenses se posiciona a favor de la energía nuclear frente a un 26% que se opone<sup>14</sup>.

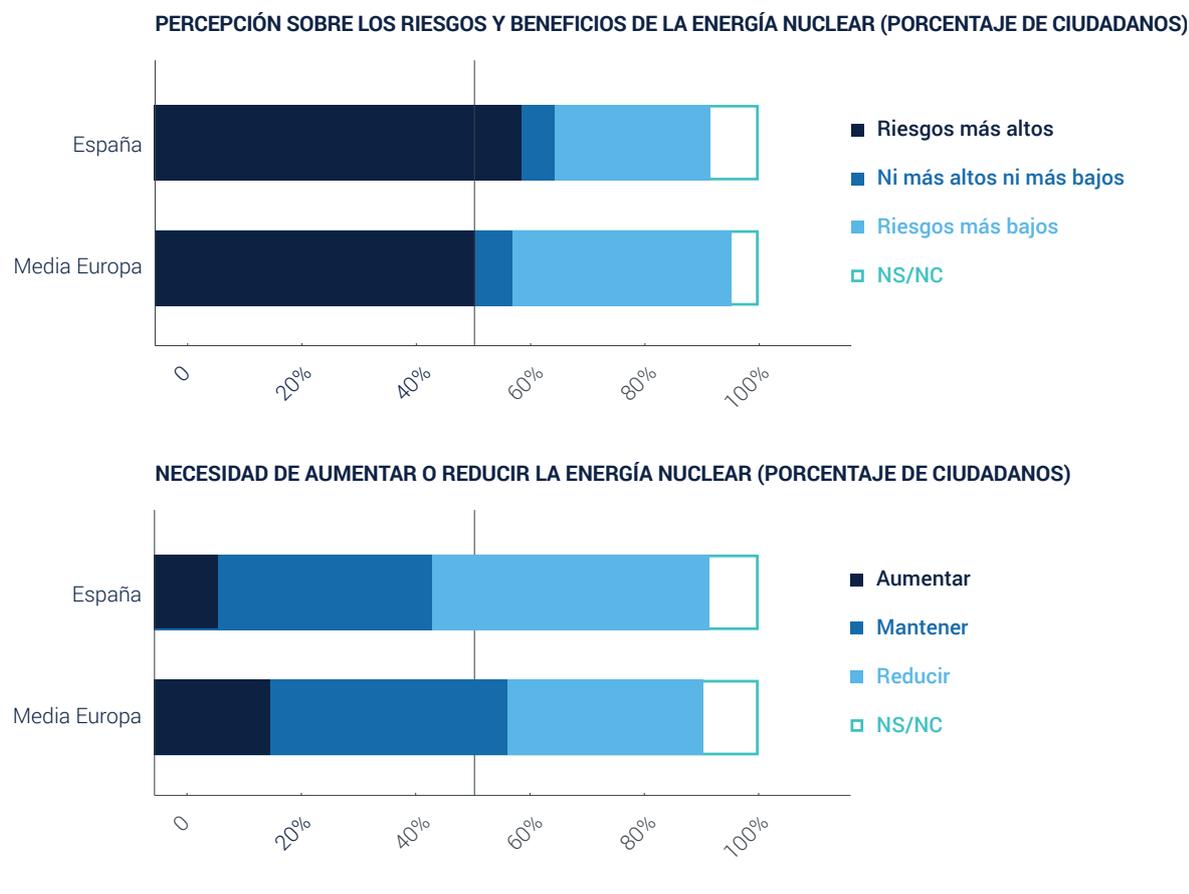
Como vemos, no todas las aplicaciones tecnocientíficas son consideradas de igual manera. Hasta aquí hemos visto las aplicaciones que generan una mayor controversia social, tanto en España como en las sociedades de nuestro entorno. En general, la tecnociencia es considerada como un factor positivo en la mayor parte de las dimensiones de la sociedad, particularmente en relación con el desarrollo material. Así, por ejemplo, según los datos del Special Eurobarometer 419 (2014), más de la mitad de los europeos creen que dentro de 15 años la tecnociencia habrá mejorado la sanidad (65%), la educación (60%), los transportes y la infraestructura de transportes (59%), las fuentes de energía (58%), la protección del medio ambiente (57%), la lucha contra el cambio climático (54%),

12. Véase "The New Food Fights: U.S. Public Divides over Food Science" en Pew Research Center (2016).

13. Véase "Why Americans are wary of using technology to 'enhance' humans" en Pew Research Center (2016).

14. Véase "Energy Poll", University of Texas (2016).

GRÁFICO 6.4.  
Percepción social de la energía nuclear.



Fuente: Special Eurobarometer 321 sobre seguridad nuclear (2013), elaboración propia.

así como la calidad de las viviendas (50%). Sin embargo, el 38% de los encuestados europeos cree que la CyT no tendrá ningún impacto en la reducción de las desigualdades, mientras que un 15% cree que será negativo y sólo un 30% considera que será positivo.

Por su parte, de manera similar a lo visto hasta ahora, la población española es algo más optimista que la media europea acerca del impacto de la tecnociencia en todos los aspectos anteriores. Así, el porcentaje de españoles que creen que dentro de 15 años la tecnociencia habrá mejorado la sanidad alcanza el 73%, los transportes el 74%, las fuentes de energía el 72%, protección del medio ambiente el 72%, la lucha contra el cambio climático el 71%, y la calidad de las viviendas el 67%. Como en el caso europeo, los ciudadanos muestran una mayor preocupación

con la capacidad de la tecnociencia para reducir las desigualdades, aunque el 48% cree que tendrá un efecto positivo –dieciocho puntos porcentuales más que la media europea–.

En suma, podemos decir que la representación social positiva de la tecnociencia está fuertemente asociada con una mejora de las condiciones materiales de la vida. Las posiciones críticas se manifiestan, en una parte significativa de la población, cuando entran en consideración valores postmaterialistas (Torres y Lobera, 2015), como la preocupación por el medio ambiente, la desigualdad o la solidaridad, que se entienden como incompatibles con el impacto de ciertas aplicaciones tecnocientíficas. Este marco de la representación social de la tecnociencia se traduce en una posición que se aleja del contrato social implícito clásico a favor de la

misma, hoy cuestionado, lo que hace necesario promover un nuevo contrato social acorde con la preeminencia de los valores postmateriales en las sociedades contemporáneas avanzadas. Es decir, en las sociedades contemporáneas la tecnociencia no solo ocupa una posición central por ser la principal palanca de la riqueza, sino también por lo que respecta a su relevancia en ámbitos y preocupaciones más allá de la dimensión material.

### 6.7. LA FINANCIACIÓN

Si la ciudadanía española pudiese elegir la gestión de las partidas presupuestarias, la inversión en tecnociencia sería la sexta opción presupuestaria que más partidarios congregaría (un 23%). Por delante de la tecnociencia solo se encuentran los pilares básicos del estado del bienestar: Sanidad, Educación, Seguridad Social/Pensiones, Desempleo y Vivienda. El 97% de los españoles creen que es importante mantener o aumentar la inversión en tecnociencia, a pesar de la crisis económica. Esta opinión ha venido creciendo desde el año 2006 cuando se situaba en un 81%.

En comparación con otros países de Europa, el apoyo a la innovación científica en España se

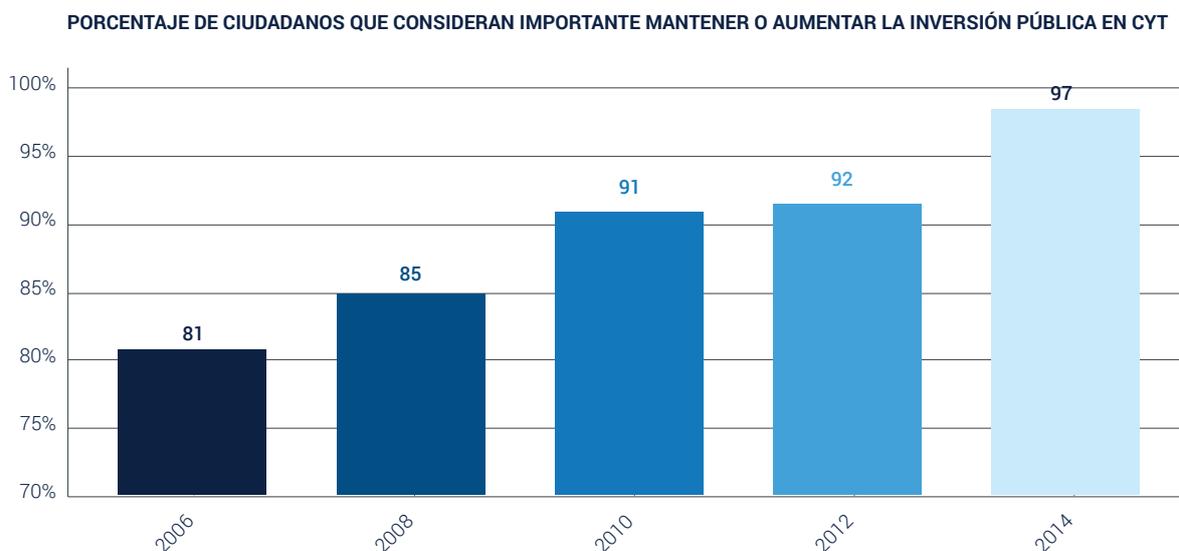
sitúa entre los cinco primeros (Eurobarómetro 2014, sobre estudios científicos). Durante la crisis económica ha aumentado el apoyo a la financiación de la tecnociencia en todas las comunidades autónomas, con la única excepción de Cantabria –que aun así mantiene un 92% de apoyo– (Gráficos 6.5 y 6.6).

Escobar *et al.* (2015: 209) han desarrollado un indicador sintético de Actitud General hacia la Ciencia (AGC), a partir de tres variables (interés por la ciencia, nivel de información percibida y valoración beneficios/perjuicios). Como indican estos autores, una mejor actitud general hacia la tecnociencia está relacionada con una mejor predisposición a la financiación pública de la misma.

### 6.8. CONCLUSIONES

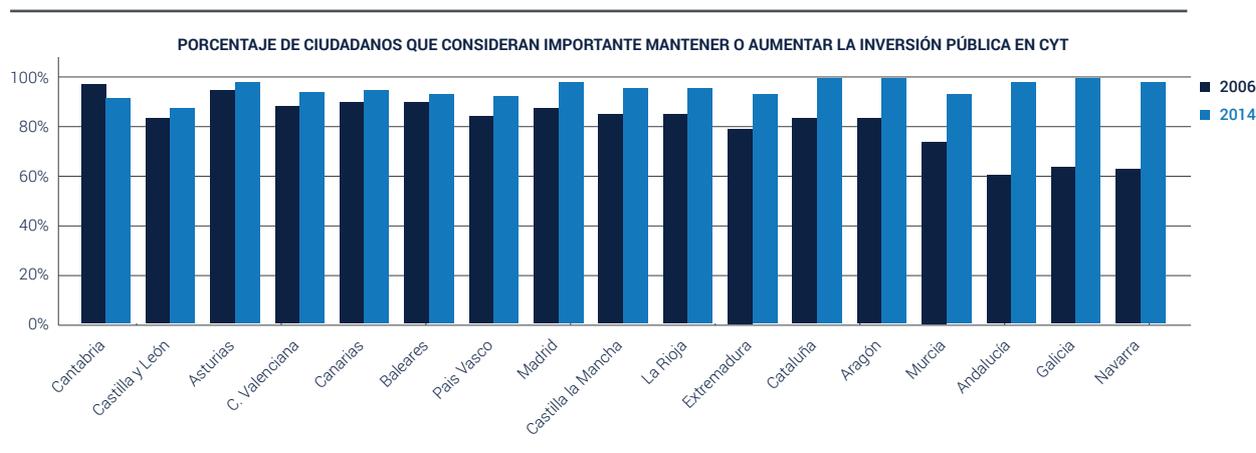
Los asuntos referentes a la CyT tienen una escasa difusión y seguimiento en los medios de comunicación españoles, especialmente si lo comparamos con otros países europeos y con EE. UU. Así, tan solo el 22,3% de los españoles dice acceder a noticias de carácter científico/técnico por televisión, muy por detrás de la media europea (41%) y estadounidense (47,2%). De

**GRÁFICO 6.5.**  
Evolución del apoyo a la financiación pública de la CyT en España (2006 a 2014) .



Fuente: Mercado *et al.* (2015), a partir de datos de la FECYT, 2006-14.

GRÁFICO 6.6.  
Evolución del apoyo a la financiación pública de la CyT, por comunidad autónoma (2006 y 2014).



Fuente: Mercado et al. (2015), a partir de datos de la FECYT, 2006-14.

manera similar, los españoles se sitúan a la cola en el seguimiento de este tipo de noticias por los periódicos: tan solo el 17,4% lo hace, frente al 31,7% de los europeos y el 33,7% de los estadounidenses. Tampoco lo hacen a través de Internet, un 13,7% frente al 24% de los europeos. Los datos disponibles reflejan una percepción social mayoritaria de que la profesión investigadora es fundamentalmente vocacional, que resulta atractiva porque, en sí misma, compensa a quien la realiza, aunque esté insuficientemente retribuida o reconocida socialmente. Esta actitud empática con los investigadores también se refleja en el apoyo a una mayor financiación de la CyT por parte del Estado.

Sin embargo, la mayoría considera que no toda aplicación de la Ciencia es positiva, ni que conlleva inevitablemente el progreso, sino que algunas aplicaciones son más perjudiciales que beneficiosas. Entre la población española, alguna de las aplicaciones que podríamos considerar como más polémicas son la energía nuclear, la clonación y el cultivo de plantas modificadas genéticamente. Por ejemplo, sobre los alimentos genéticamente modificados.

En conjunto, los españoles tienen una imagen idealizada de los investigadores y la investigación, pero muestran recelos frente a los productos y nuevas posibilidades que abren la Ciencia y la Tecnología.



# **Innovación y competitividad: la necesidad de un “círculo virtuoso”**



## 7. INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD: LA NECESIDAD DE UN “CÍRCULO VIRTUOSO”

—  
J. Molero

### 7.1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha ido creciendo el interés por analizar la importancia que tiene la innovación como motor de la competitividad y la economía. Conceptos como la competencia tecnológica o la economía basada en el aprendizaje son hoy lugares comunes en los debates. La profunda crisis que viene atravesando la economía internacional no ha hecho sino reforzar la importancia que se quiere dar a la mencionada relación y se han consolidado los argumentos que ven en el incremento de la innovación un elemento clave para encontrar salidas más positivas a la crisis.

Estas páginas tratan de explorar cuál es la realidad de aquella relación en el caso español, para ver cómo se pueden articular medidas políticas que caminen en la dirección del cambio de modelo económico. Para ello se adoptará una visión sistémica del tema que prima la perspectiva de la innovación como parte de un sistema de producción e innovación donde las interrelaciones entre las partes son críticas para entender su situación y proponer cambios.

### 7.2. INNOVACIÓN Y ECONOMÍA

La pregunta sobre si el avance científico y el progreso tecnológico incrementan la competitividad y el desarrollo de las naciones es necesaria porque si la respuesta es negativa, el planteamiento sobre la conveniencia de la aplicación de políticas al respecto quedaría en entredicho. En términos generales, podemos afirmar que sí

existe la relación mencionada. Tanto los estudios del desarrollo económico, como los basados en modelos de crecimiento ofrecen argumentos y datos empíricos que atestiguan que dicha relación positiva existe. Igualmente, en el plano microeconómico también se constata una asociación positiva entre innovación y productividad. Sin embargo, cuando se trata de estimar la intensidad de tal asociación, las cosas están menos claras.

A partir de esta primera constatación se desarrollan dos tipos de propuestas, una más tradicional y otra más amplia y moderna. La visión tradicional (en el argot profesional, neoclásica), parte de un dilema acerca de si el progreso tecnológico es producto del empujón de la ciencia (EC) o del tirón de la demanda (TD). Si todo se debe al TD, la discusión sobre políticas tiene poco recorrido por cuanto si el mercado funciona, lo mejor es no intervenir para que su maquinaria produzca los beneficios esperados. Aceptar el EC nos sitúa en otra perspectiva muy simple; debe fomentarse la creación de conocimiento científico y de ello se desprenderá espontáneamente un flujo de ciencia aplicada, desarrollo y tecnología. Cuando se observa que esto no ocurre en la realidad, la solución viene de la mano de “remover los obstáculos” que impiden el fluir natural de las cosas, haciendo énfasis en la “transferencia” de tecnología como el gran remedio.

El problema de ambos argumentos es que son parciales, pues los problemas para la competencia tecnológica de Europa –más aun de España- no radican solo en la escasa aplicación de la ciencia, sino también en su menor participación

en campos científicos de relieve, particularmente en los dominios de carácter interdisciplinar (Dosi et al., 2006).

La otra forma de justificar la política se gestó a partir de la constatación de que el mercado no asigna eficientemente los recursos a las tareas de investigación (Arrow, 1962). Diversos aspectos de la tecnología y la innovación hacen que el mercado no emita señales claras para que los inversores privados pongan los recursos que serían socialmente necesarios; por tanto, es preciso que exista una intervención pública que lo compense<sup>15</sup>.

Los argumentos derivados de los fallos del mercado son aceptados generalmente, pero son insuficientes para diseñar una moderna política de fomento de la ciencia y la tecnología. Esto justifica la necesidad de un nuevo enfoque que parta de conocer mejor el proceso de innovación entre las empresas y el sistema en el que actúan, para así potenciar políticas más finas, encaminadas a solucionar diferentes obstáculos de la innovación o incentivando los elementos más positivos, “acompañando al innovador” de diferentes maneras.

Para ello, lo primero es considerar que la tecnología no es mera información sino *conocimiento*, lo que significa que, al contrario que la información, ni está libremente disponible ni es gratuito, sino que debe aprenderse con esfuerzo y costes. Particularmente importante es el caso del conocimiento “tácito” -incorporado en personas y organizaciones- que no se puede adquirir en el mercado, sino que se capta en la práctica continua. Además, el conocimiento es *acumulativo*, lo que supone que existe una “dependencia de la senda”, lo que explica, a su vez, las diferencias entre las trayectorias innovadoras.

En tercer lugar, este enfoque constata la existencia de una amplia variedad en la forma de innovar por ser muy distintas las fuentes de las que provienen los conocimientos que posibilitan el proceso. A esa variedad debe responderse con políticas diferenciadas, para lo cual es de gran

utilidad establecer tipologías de casos que ordenen la gran heterogeneidad de situaciones.

### 7.3. LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Esta síntesis se elabora dentro un esquema de “causación circular” (Myrdal, 1968) que parte de seleccionar los puntos nodales, la situación estructural, y se completa con el análisis de las interacciones entre ellos. La Figura 1 esquematiza el análisis a efectuar.

#### 7.3.1. CONDICIONES DE BASE

Debe comenzarse mediante una referencia a los condicionantes de base o factores histórico-estructurales que están en el trasfondo de la realidad actual. Entre ellas se han seleccionado las siguientes: el proceso de industrialización, la distribución sectorial de la economía, el tamaño de las empresas y el capital humano vinculado a las mismas.

Recordar algunos rasgos del proceso de industrialización es imprescindible para entender la problemática de la innovación tecnológica, por la estrecha relación existente entre ambos. Así, lo primero a señalar es el atraso con que aquel proceso tuvo lugar en España respecto a las primeras naciones desarrolladas. Esto generó una serie de carencias notables en términos de disponibilidad de los recursos tecnológicos y una importante dependencia tecnológica del exterior, situación no resuelta totalmente en el momento presente.

Desde el punto de vista de otros factores estructurales, la tardía industrialización tuvo también diversos efectos como el hiperdesarrollo de sectores monopolísticos, que generaron comportamientos poco competitivos y muy basados en posiciones de privilegio en las relaciones con el Estado (Muñoz, 1969). En el mismo sentido cabe mencionar el menor desarrollo de sectores intensivos en tecnología que son todavía hoy un rasgo estructural de la economía española. (Molero y López, 2016).

<sup>15</sup> La discusión no termina aquí, porque el apoyo a la política pública no puede hacerse obviando que puede no alcanzar sus objetivos por un diseño ineficiente o por su mala aplicación. Existen “fallos de lo público” que deben sopesarse junto con los fallos del mercado.

FIGURA 7.1.  
La causación circular de la innovación en España.



Fuente: elaboración propia.

Otra consecuencia de aquel proceso es una estructura empresarial dominada por pequeñas (incluso micro) empresas, no siempre capaces de poner la innovación en el centro de sus estrategias. Ello se ha visto acompañado de una gran presencia de grandes empresas competitivas; por el contrario, cuando se compara a España con otras economías desarrolladas, se puede destacar el menor peso relativo que tienen en España las grandes empresas tractoras. Además, hay que tener presente que no pocas de las grandes empresas se desarrollaron en aquellos sectores poco abiertos a la competencia y muy dependientes del Estado (Laviña y Molero, 2012).

Una cuestión adicional a destacar es la formación del estamento empresarial. Sin negar los cambios relevantes ocurridos en este campo, todavía es hoy constatable que su nivel formativo deja que desear cuando se compara con los colectivos empresariales de otros países desarrollados (Pérez, 2013). Esta carencia no es precisamente menor cuando se trata de apostar por el cambio.

### 7.3.2. LAS EMPRESAS Y SU ESFUERZO INNOVADOR

El segundo punto crítico de la estructura se refiere a los recursos que el sistema dedica a la innovación tecnológica, principalmente por parte de las empresas. Tres aspectos son básicos en este ámbito: el número y características de las empresas innovadoras, el esfuerzo dedicado por las mismas y su capacidad para la integración de conocimiento producido por otros agentes.

Según la Encuesta de Innovación, en 2015 había 15.736 empresas haciendo innovación tecnológica, lo que supone solamente un 12,81 % del total de empresas. De las innovadoras, solo el 48% hacían actividad de I+D propia. En el periodo de crisis la situación ha empeorado sustancialmente, pues el año 2008 las empresas innovadoras sumaban más del doble (36.183), representando el 20,81 % del total.

La presencia de empresas que llevan a cabo actividades de innovación tecnológica debe contemplarse conjuntamente con la intensidad del esfuerzo que realizan. Una forma de medir ese

esfuerzo es la ratio de gastos en innovación sobre el total de facturación de las empresas. Tomando los datos de la misma encuesta encontramos que esa ratio apenas alcanza el 0,87%. Desafortunadamente, también esta faceta del comportamiento innovador ha empeorado en los últimos años. En efecto, en la Encuesta de Innovación del año 2009, el esfuerzo innovador alcanzaba el 1,1%, observando desde entonces una tendencia descendente. De nuevo, la comparación internacional sitúa el caso español entre los que el esfuerzo empresarial es menor (Molero, 2015).

Un último asunto dentro de las capacidades tecnológicas se refiere a la importante tarea de integrar la tecnología producida por otros agentes, pues la autosuficiencia en este campo es cada vez menor. Esto adquiere más importancia si tenemos en cuenta dos factores adicionales: el carácter tácito de una parte del conocimiento – cuyo acceso precisa de una colaboración activa – y la cada vez más implantada globalización, que descentraliza geográficamente la ubicación del conocimiento.

Entre los indicadores disponibles en este sentido están los datos referidos a la cooperación de las empresas con otros agentes para la innovación. La Tabla 7.1 recoge algunos datos significativos. La conclusión es que las empresas innovadoras españolas desarrollan una menor actividad de cooperación con otras empresas e instituciones, lo que hace más difícil la captación de conocimiento externo y su integración.

### 7.3.3. LOS ACTIVOS COMPLEMENTARIOS

Además de las capacidades tecnológicas, es necesario contemplar los elementos y factores no directamente tecnológicos que fomentan y difunden la innovación tecnológica (Teece, 1986). Se trata de poner de relieve que la creación de capacidades tecnológicas, por sí misma, no es condición suficiente para que la innovación se produzca y se traduzca en frutos socio-económicos deseables. Algunos de esos activos directamente vinculados a las decisiones de innovación son el capital humano, la financiación y el marco legal.

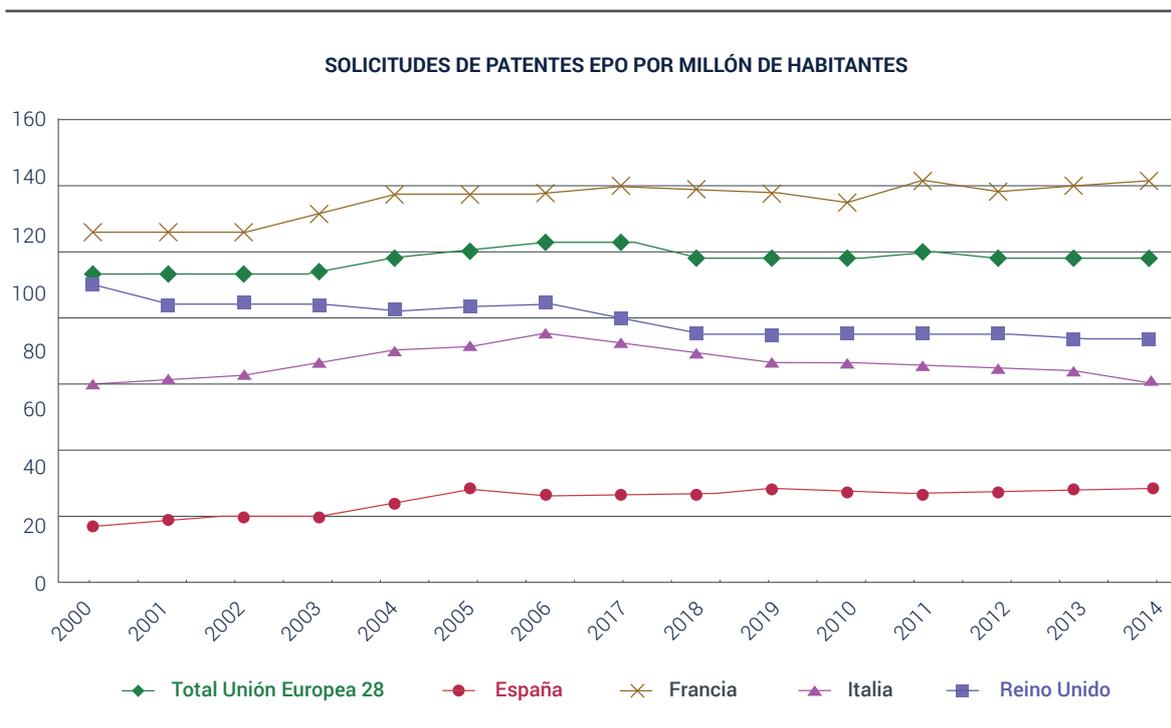
La disponibilidad del capital humano es fuertemente dependiente del sistema educativo. En el caso español, este presenta algunos rasgos que no promueven precisamente la innovación como valor social y económico. Más allá de su calidad general y de los problemas causados por los recortes recientes sobre el sistema educativo, hay dos elementos decisivos. Por una parte, las insuficiencias de la enseñanza secundaria, incluida la Formación Profesional; por otra, a nivel de la enseñanza universitaria, varios aspectos muestran una situación muy mejorable. Uno tiene que ver con la cuestionable proliferación de universidades y titulaciones que han traído una oferta poco estructurada y no especializada, no siempre homologable con la de otros países. A ello cabe añadir una multiplicación de másteres que en pocos casos responde a una planificación digna de tal nombre, siguiendo más bien una trayectoria de aluvión.

TABLA 7.1. Cooperación con diversos agentes.

TIPOS DE COOPERACIÓN (EN PORCENTAJE DEL TOTAL DE EMPRESAS)						
Con otras empresas del grupo	Con competidores	Con proveedores	Con universidades	Con institutos de investigación	Con consultores y laboratorios	
12,5	8,7	18,3	13,0	8,9	11,0	UE 28 países
12,4	8,5	17,6	13,1	9,0	10,9	UE 15 países
8,5	6,7	13,2	10,3	11,5	7,9	España

Fuente: datos extraídos de la Encuesta Europea de innovación, 2012, elaboración propia.

GRÁFICO 7.1.  
Solicitudes y concesión de patentes UE28 y España, 2001-2012.



Fuente: Eurostat, basados en la Oficina Europea de Patentes, elaboración propia.

El segundo activo complementario importante es contar con una estructura de financiación que sea congruente con la innovación. Lo más significativo es destacar que, puesto que la innovación tiene que ver con el conocimiento y el aprendizaje, esto supone altos niveles de incertidumbre en los resultados. El sistema financiero español no se caracteriza por su propensión a financiar ese tipo de actividades, entre otros motivos por el menor desarrollo de la banca a largo plazo, a lo que cabe añadir la insuficiencia de los fondos de capital riesgo. En este contexto, la financiación pública es si cabe más importante, máxime si se tiene en cuenta que en el total de los fondos de financiación de I+D en España todavía predominan los de procedencia pública, en contra de lo que ocurre en los países más avanzados en innovación, donde predominan los fondos privados.

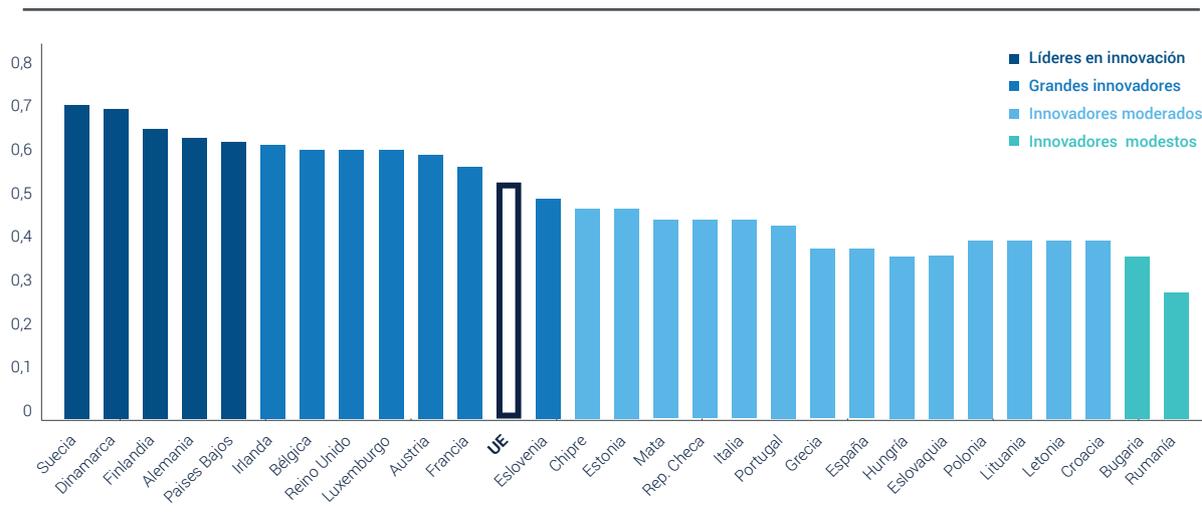
Un asunto más general, pero igualmente destacable, es el que hace referencia al marco legislativo. Varios son los aspectos que han de tenerse en cuenta en este ámbito, como las normas de creación y transformación de empresas, la legislación sobre inversiones extranjeras y movimien-

tos de capital, etc. (Véanse a este respecto los contenidos del Apartado 8 de este Informe). Sin embargo, son especialmente importantes los temas de la propiedad industrial, por su relación directa con la apropiación de los frutos de la innovación. Un buen desarrollo de este aspecto es necesario, porque es imprescindible como señal para la inversión del sector privado en muchas actividades tecnológicas, y también porque la plasmación de nuevo conocimiento tecnológico en distintas formas de expresión de la propiedad intelectual es un signo de mayor concreción en los conocimientos y de la posibilidad de su puesta en explotación económica. Los datos españoles muestran que, a pesar de cierto crecimiento del número de patentes por parte de los agentes españoles, todavía estamos a una gran distancia de los sistemas más eficientes y competitivos: el Gráfico 7.1 es revelador en este sentido.

#### 7.3.4. LOS RESULTADOS

En este punto lo esencial es ver si el sistema descrito produce resultados innovadores en cantidad y calidad suficientes para que la actividad econó-

GRÁFICO 7.2.  
Valores del Índice Sintético de Innovación en Países de la UE.



Fuente: EU (2016), elaboración propia.

mica ponga en marcha lo que Schumpeter denominó la máquina del progreso. El *European Innovation Scoreboard* de la Unión Europea es de gran utilidad para este propósito. Este indicador se elabora mediante un conjunto de 25 indicadores que se agrupan en ocho dimensiones de la innovación que, a su vez, se integran en tres grandes apartados: facilitadores, actividad de las empresas y resultados (European Union, 2016). En el Gráfico 7.2 se ve que España se sitúa claramente por debajo de la media de la UE y muy por detrás del grupo de países calificados como “líderes de la innovación”, formando parte de un grupo amplio de países “moderadamente innovadores”, junto con otros países del sur y este de la UE.

Como se muestra en otras partes del estudio mencionado, España presenta resultados por debajo de la media en casi todos los indicadores, siendo particularmente significativos los relativos a las actividades de las empresas y a los resultados económicos. Esto permite subrayar que el comportamiento español no es fruto de malos registros en algunas de las tareas, como el gasto en I+D, sino que tiene dimensiones sistémicas.

Finalmente, la evolución seguida desde 2006 muestra que, si hasta el año 2009 los índices

españoles se aproximaron a los comunitarios, a partir de esa fecha la posición relativa empeora sustancialmente, debido a un mejor comportamiento de los países europeos frente a España (European Union, 2016); estaríamos ante el senario -camino de una década- perdido.

Naturalmente los resultados generales tienen matices importantes a nivel sectorial. Una primera valoración de los resultados por sectores se obtiene a partir del cálculo de las Ventajas Tecnológicas Reveladas (VTR) de cada sector<sup>16</sup>.

Las principales conclusiones que pueden extraerse del cálculo de dicho indicador para el período 2008/2012 (último para el que existen datos) son las siguientes:

- Entre los sectores con ventajas intensivas se encuentra bastantes de los que pueden incluirse dentro del concepto de industrias tradicionales (Madera, Alimentación y Bebidas, Cuero y Calzado, etc.), algunas ramas de la química (Productos Farmacéuticos, Jabones y Detergentes, etc.) y algún ejemplo de Maquinaria.
- Las ventajas moderadas se dan en otros varios sectores químicos (Caucho y Plásticos, Pintu-

16. Los detalles de su cálculo concreto se exponen en Molero y López, 2016. Por otra parte debe tenerse en cuenta que este índice solo es posible estimarlo para los sectores industriales.

GRÁFICO 7.3.  
Ventajas y desventajas tecnológicas en España entre 2008 y 2012.



Fuente: elaboración propia.

ras, etc.), algunos de maquinaria (Otro Equipo de Transporte, Maquinaria para la Energía) y otras industrias tradicionales (Imprenta y Edición, Productos Minerales no Metálicos, etc.).

– Las mayores desventajas se concentran en sectores relacionados con la informática y las tecnologías de la información y las comunicaciones (Maquinas de Oficina y Ordenado-

res, Televisión y Radio, Instrumentos Científicos y Médicos, etc.).

- Se observan también desventajas moderadas en cierto tipo de maquinaria especializada (Maquinas de Usos Especiales, Motores Eléctricos, Maquinaria para Procesos Industriales, etc.), ramas relacionadas con la energía (Coque y Petróleo, Generadores y Motores Eléctricos, etc.) y Vehículos.

### **7.3.5. EL MARCO INSTITUCIONAL**

En este punto lo esencial es ver si el sistema des-Aunque en este punto se pueden incluir múltiples aspectos, haremos referencia a las instituciones y políticas más directamente relacionadas con la actividad innovadora.

El camino recorrido para la institucionalización de una política tecnológica y/o de innovación ha sido largo y con altibajos (véanse apartados 2, 3 y 8 de este Informe). En la fase de despegue de la economía española apenas había instrumentos para el fomento de la innovación tecnológica y es en la década de los setenta cuando se dieron dos pasos de importancia: primero, el Decreto sobre Transferencia de Tecnología de 1973, que trataba de racionalizar la fuerte demanda de importación de tecnología que había producido el fortísimo crecimiento de la economía española y, segundo, en 1977 se puso en marcha el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) como pieza fundamental de la política tecnológica española.

El paso más definitivo se dio en 1986 con la promulgación de la “Ley de ciencia” que tiene su pleno desarrollo con la puesta en marcha del I Plan Nacional de I+D en 1988, que puso las bases para la institucionalización de un sistema español de innovación que ha ido conociendo diferentes cambios. Dos elementos más se añadieron casi simultáneamente; primero, la incorporación de España en 1986 a la Comunidad Europea, que trajo consigo la plena participación en los Programas Marco de I+D, lo que supuso el acceso a más fondos y una apertura hacia espacios de colaboración muy importantes. Al mismo tiempo se van poniendo en marcha planes regionales gestionados por las comunidades autónomas.

El avance ha sido de relieve, pero siguen estando presentes algunas carencias notables que restan eficacia al conjunto de actuaciones; algunas de las más señaladas serían las siguientes:

- Falta un convencimiento pleno de que la innovación es sustancial para competir en una economía moderna y crear un mayor bienestar. A lo largo de la crisis, las partidas vinculadas con I+D+i (Política de Gasto 46) han descendido incluso más que el promedio de los gastos del Estado (Molero y Nó (de), 2015).
- Los criterios de partida están anclados en la antigua concepción de los fallos del mercado, pero olvidando una visión más proactiva de la política en lo que se refiere a la constitución de escenarios futuros y alternativas de producción y competitividad basadas en factores de conocimiento.
- A pesar del avance en la creación de tecnología propia, la economía española continúa dependiendo en campos importantes de tecnología producida en el exterior, siendo este un aspecto prácticamente olvidado en la actual configuración de la política de innovación tecnológica. Así, en el año 2015 los datos de ingresos y pagos por propiedad intelectual reflejaban una tasa de cobertura de los primeros de poco más del 30% (INE, 2015).
- Falta de coordinación entre diversos ministerios relacionados con la innovación, sustancialmente los tradicionales de Economía e Industria. Por no mencionar la falta de sensibilidad manifestada por el Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas y la escasa sintonía con otros departamentos encargados de tareas aquí definidas como activos complementarios, como educación, trabajo o justicia.
- Mayor descoordinación existe aún entre los departamentos de la Administración General del Estado y las comunidades autónomas.
- Sigue habiendo un déficit importante en la articulación de lo público y lo privado, manifestándose con particular intensidad en unas relaciones universidad-empresa aún lejos de estándares internacionales avanzados.

- Falta una cultura de evaluación de los impactos reales de las políticas y programas establecidos.

Todo ello conduce a que la influencia de las actuaciones políticas sobre las decisiones de los agentes innovadores sea menor del deseable, contribuyendo a la permanencia o cambio muy lento en las condiciones de base y factores estructurales ya referidos.

#### 7.4. RECOMENDACIONES: LA NECESIDAD DE UN “FUERTE EMPUJÓN”

Recomendaciones: la necesidad de un “fuerte El carácter circular y acumulativo del funcionamiento del sistema exige que, si se quieren revertir sus efectos, deben plantearse medidas de actuación que inviertan el modelo hacia una causación acumulativa positiva que haga mejorar sistemáticamente los distintos elementos de la estructura (en línea con las propuestas contenidas en los apartados 3 y 8 de este Informe).

En las últimas décadas ha habido avances significativos en la innovación producida en la economía española; basta recordar que el gasto en I+D sobre el PIB ha pasado de estar por debajo del 1% a finales de los años noventa hasta el 1,22% en 2015. Sin embargo, el progreso ha sido demasiado lento y se ha ralentizado por el retroceso del periodo de crisis.

Este hecho se produce en un contexto en el que los avances de países distintos de los tradicionalmente considerados como líderes han sido considerables, hasta el punto de que países del grupo de los BRICS, Europa Oriental y otros de América y Asia han conocido procesos de mejora en innovación superiores al español y hoy son un desafío a añadir al tradicional retraso de España con respecto a los países líderes (Unión Europea, 2016). Una nueva situación competitiva con actores que aportan cada vez más capacidades tecnológicas exige una nueva respuesta de la política en España.

Aquí es donde surge el concepto de *big push* elaborado hace ya décadas (Rosenstein-Rodan, 1943). La idea es simple: para romper la fuerte inercia de

sistemas retrasados no basta con actuaciones aisladas, por ejemplo, en forma de más inversión. Mover “la rueda” exige actuaciones coordinadas en los diferentes puntos estratégicos del sistema para que este pueda entrar en una espiral ascendente en la que todas las partes mejoren y ayuden a mejorar a las demás. Esta es la primera conclusión y recomendación de nuestro análisis: es necesario un *big push* en innovación en España. No es posible detallar todas las medidas necesarias, pero al menos sí pueden destacarse algunas actuaciones principales.

Comenzando por los factores estructurantes básicos, es imprescindible revertir el proceso de desindustrialización de la economía española, mejorar la composición sectorial en favor de sectores más intensivos en tecnología y adoptar medidas encaminadas a convertir muchas de las actuales micro y pequeñas empresas en empresas de mayor dimensión, que puedan afrontar con más garantía el desafío de la innovación. Simultáneamente, debe aumentar el número de grandes empresas que tengan capacidad suficiente para “tirar” de la innovación propia y de su entorno.

A continuación, hay que fijar el foco en el número de empresas innovadoras y su capacidad de asignar recursos a la innovación. Lo primero sería potenciar políticas que incentiven el surgimiento y la consolidación de esas empresas, siendo un componente imprescindible incluir la creación de nuevas empresas de base tecnológica. El estímulo para fomentar una mayor inversión de los actores que ya innovan pasa por continuar y reforzar las medidas como las desgravaciones fiscales y facilitar su acceso a las empresas de menor tamaño. Debe insistirse en que esos mayores recursos no solo incidirían en una mayor capacidad de crear conocimiento tecnológico, sino que también sería muy positivo para conocer de forma adecuada lo que falta, dónde se encuentran las principales carencias y cómo integrarlas (Cohen y Levinthal, 1989).

Incidir sobre lo que hemos calificado como los activos complementarios es primordial. Como han señalado diversos autores (Fagerberg y Srholec, 2008), sin las necesarias capacidades sociales —algunos incluso mencionan directamente las capacidades empresariales— no es posible llevar

a un alto grado de eficacia los esfuerzos directamente encaminados a mejorar las capacidades tecnológicas. Deben, pues, plantearse otro tipo de reformas del mercado de trabajo que favorezcan la empleabilidad de las personas mejor formadas.

En tercer lugar, el sistema educativo necesita de cambios “con perspectiva de la innovación”, es decir, donde se prime la creación, uso y difusión de las tecnologías y la evaluación de sus impactos.

Y respecto a las políticas, propiamente de fomento de la innovación tecnológica, cabe señalar que lo primero es que tales políticas tengan el lugar que les corresponde, revirtiendo la situación de lo que se ha puesto en evidencia recientemente, que la I+D+i no está en la agenda de las prioridades políticas (Inserer y Jiménez, 2014). A partir de aquí, la coordinación entre departamentos ministeriales y entre estos y las comunidades autónomas es una necesidad largamente expuesta por los analistas, muchas veces anunciada y hasta hoy no llevada a la práctica.

En el terreno de la orientación de las políticas de innovación, una última consideración: si bien es cierto que la disponibilidad de recursos presupuestarios no es condición suficiente para impulsar el sistema hacia adelante, conviene recalcar que dicha disponibilidad es absolutamente necesaria, por lo que es urgente terminar con la tendencia de los últimos años de recortar los presupuestos públicos en apoyo de la I+D+i, que han llevado a que en 2015 sean similares a los de casi diez años atrás (Molero y Nó (de), 2015).





# **Gobernanza y gestión del sistema de ciencia**



## 8. GOBERNANZA Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA

M. Á. Quintanilla y S. M. López

Hace ya décadas que la ciencia se introdujo en la agenda política de casi todos los países. Las causas que explican este fenómeno son diversas, aunque no independientes entre sí. Por una parte, la ciencia y la tecnología constituyen una de las principales fuentes de legitimación y prestigio cultural y político de nuestra época. Por otra parte, la capacidad científica y tecnológica está indisolublemente unida a la competitividad económica, tanto en los sectores tradicionales como en los de la nueva economía de la información. Por último, los grandes retos de la sociedad del futuro (calentamiento global, fuentes de energía, esperanza de vida, alimentación, asistencia sanitaria, cohesión social, etc.), que tenemos que afrontar para las generaciones venideras, dependen del conocimiento científico y sus aplicaciones. El caso es que, por una razón u otra (su valor cultural, su importancia económica o su interés social), la CyT no pueden ya permanecer al margen de la agenda política.

Se da además la circunstancia de que, por su propia naturaleza, la política de la CyT es un terreno adecuado para ensayar fórmulas de consenso y acuerdo entre los diferentes partidos. De hecho, la democracia española tiene ya una cierta tradición en este campo: la mayor parte de las grandes decisiones de la política científica, que se tomaron en la época de la Transición, se han llevado a cabo en un clima de consenso, desde la primera Ley de la Ciencia (1986) y el primer dictamen parlamentario sobre el Plan Nacional de I+D (1989) hasta la nueva Ley de 2011 (Quintanilla Fisac, 1992 y 2009; Sanz-Menéndez *et al.*, 1993). Ahora estamos en una nueva coyuntura, apropiada para ampliar el consenso ciudadano en torno a la ciencia.

El acuerdo podría concretarse en tres puntos: el esfuerzo que el Estado debe hacer para apoyar la investigación básica, la gobernanza de las instituciones científicas y la participación ciudadana en las decisiones de política científica.

### 8.1. ESFUERZO PÚBLICO EN LA DOTACIÓN BÁSICA DE INFRAESTRUCTURAS Y PERSONAL

Los siete años que median entre 2009 y 2015 de la llamada Gran Recesión se pueden considerar como perdidos en lo que respecta a la CyT. Tal y como se muestra en la Tabla 8.1, la inversión que se ha perdido ha ascendido a 1.410 Millones (M) de €, que corresponden al gasto de la Administración Pública. El hueco generado por esta retirada de lo público no ha sido cubierto por las empresas y mucho menos por las fundaciones privadas de las que, precisamente, el Gobierno esperaba un mayor esfuerzo. Su inversión ha tenido un comportamiento errático, logrando al final un magro saldo positivo de 24 M de €. Mejor comportamiento tuvo la inversión en el extranjero, relacionada con los compromisos en los grandes consorcios de investigación europeos y la actividad en el exterior de las multinacionales españolas. Esta inversión arrojó un saldo positivo de 263 M de €, que junto a los 24 de las fundaciones suponen 287 M de €, cantidad prácticamente idéntica a la que supone la pérdida de inversión de las empresas, compensando así una a la otra. Por consiguiente, la bajada en el gasto en I+D, del 1,40 % del PIB en 2009 al 1,22 % del 2015 se ha debido a la falta del gasto público.

GRÁFICO 8.1.

Gastos internos totales en actividades de I+D por años y origen de los fondos. Millones de €.

	2009	2015	Diferencia 2015 - 2009
Administración Pública	7.372	5.959	-1.413
Empresas	6.323	6.039	-284
Fundaciones y otros	91	115	24
Realizaciones en el extranjero	796	1.059	263
<b>TOTALES</b>	<b>14.582</b>	<b>13.172</b>	<b>-1.410</b>

Fuente: INE (2016a), elaboración propia.

¿Por qué las empresas no han cubierto la carencia de la Administración? Sencillamente porque el tipo de gasto que realiza, y debe realizar el Estado, para las empresas no es necesario a corto plazo. Veámoslo. La reducción del gasto público ha tenido una diferente incidencia. Las inversiones en capital han sufrido un descenso aproximado del 60%, frente al 40% de los gastos corrientes. Esto supone que las grandes inversiones en nuevos centros de investigación y en equipamiento han sido las más afectadas. Ahora bien, es el pago de los salarios, que supone entre el 60 y el 65% del total del gasto en I+D en los últimos años, la partida principal. La reducción en este rubro ha venido dada por la pérdida neta de 27.358 puestos de trabajo entre 2010 y 2014 (360.229 empleados en 2010 frente a los 332.871 de 2014), que viene a ser un 8% de la fuerza laboral de 2015 (INE, 2016a). De nuevo, la reducción ha tenido lugar en su práctica totalidad en el sector público (97,4%), donde la rápida elevación de la edad media revela que han sido los jóvenes los perdedores. La cifra de 27.358

empleos perdidos es solo un saldo neto. En realidad, la pérdida hay que calcularla en función de lo que el empleo en esta actividad habría crecido entre 2010 y 2014 (los cuatro años de destrucción) de haber seguido la tasa de crecimiento del 1,06%, que fue la media del periodo 2005-2010. Si se hace este cálculo la cifra obtenida es de 61.940 empleos potenciales que se habrían debido de haber creado manteniendo el gasto en I+D en el 1,44% del PIB. También en este caso los afectados han sido los investigadores en proceso de formación<sup>17</sup>. Estos descensos en la financiación y en el personal han supuesto la caída más pronunciada entre los países miembros de la OCDE en materia de inversión en I+D pública. La merma en los presupuestos entre 2009 y 2013 fue del 35%, siendo Irlanda el siguiente país, pero con una merma del 18,5% (OCDE, 2017). En estas condiciones, recuperar la senda de alcanzar el 2% en inversión en I+D iniciada en 2005 y cercenada en 2008 puede costarnos en el mejor de los casos 9 años<sup>18</sup>.

17. En esos cinco años el sistema crecía a razón de una media de 15.485 empleos netos nuevos al año, de aquí el cálculo de los 61.940 puestos no creados. De estos 61.940 la mitad posiblemente hayan pasado a formar parte de la emigración de talento. Según el estudio de Navarrete (2014) se puede calcular en 34.444 jóvenes los que emigraron en el periodo 2007-2013 con la intención de hacer o concluir su doctorado.

18. Veamos este cálculo en detalle. Si se quiere llegar al 2% del PIB eso supondría en términos de empleo sumar 216.000 personas (un aumento en la inversión del 0,78% del PIB) a las 332.871 actuales. Estas últimas son el número de empleados siendo el gasto en I+D el 1,22 % del PIB, que fue el porcentaje correspondiente a 2015. De las 216.000 personas que se deberían de sumar al sistema de ciencia y tecnología, el Estado tendría que aportar poco más de 100.000 (el 47% que supone el peso del Estado). ¿En cuánto tiempo se puede hacer este esfuerzo? Si se retomase la senda de 2005 a 2008, años en los que el Estado creaba algo más de 10.000 puestos anuales en I+D, tardaríamos nueve largos años para simplemente alcanzar la inversión que hoy en día ya hace China (2%) o Europa (2,02%) (Eurostat, 2017 y UNESCO, 2017).

El retroceso ha mostrado las capacidades y carencias del sistema español de innovación. En primer lugar, se aprecia la excepcionalidad de la reducción del gasto público en términos comparados con el resto de países desarrollados. En segundo lugar, se observa un buen comportamiento de la investigación empresarial desde 2008. A partir de ese año parece abandonarse el modelo de "progresar sin innovar", nacido en los años cincuenta del siglo XX y caracterizado por la importación de tecnología por parte de las empresas para modernizarse (López, 1992 y 2005). Desde entonces, el sistema se adentró en el modelo de país exportador neto de tecnología. La transición de un modelo a otro sucedió de manera abrupta. 2008 fue el último con una balanza tecnológica negativa. La economía española pasó a ser una de las pocas netamente exportadoras de tecnología en el mundo con un cociente de 1,2 desde entonces hasta ahora (OCDE, 2017). En términos comparados y relativos se trata de un comportamiento similar al de Alemania. Este buen desempeño del sector privado ha puesto de manifiesto que el sector público no tiene que basar su política científica mayoritariamente en el estímulo a la innovación empresarial. Al menos no en la ayuda a las grandes empresas, puesto que ellas pueden pagar la utilización de infraestructuras de investigación en todo el mundo. No se pueden suplir las carencias privadas mientras el Estado hace dejación de sus cometidos esenciales en materia de I+D, como son la dotación de infraestructuras de gran calibre, la formación del personal investigador y la financiación de proyectos de investigación básica. Además, en el caso español no hay otra posibilidad de financiación de los fundamentos del sistema.

El sector privado está lejos de ser un inversor en investigación básica, y por tanto aún no ha realizado grandes infraestructuras de investigación en solitario, ni cuenta con universidades privadas netamente investigadoras. Muestra de esta carencia es que todos los estímulos para que las fundaciones de las grandes compañías pasasen a financiar la investigación básica, frente a otras actividades sociales, como el arte y el deporte, han tenido un éxito muy relativo. El *quid* radica en que nuestra estructura industrial no es intensiva en la demanda de innovaciones que impliquen una alta carga de investigación básica. Por

esta razón las empresas solicitan muy pocos doctores. Tal y como indican Benito Bonito et al. (2014, 12) "la tasa de doctores empleados en el sector privado es aproximadamente la mitad de la tasa promedio de los países de la OCDE, lo que supone una notable brecha en términos de impulso a la innovación". Este comportamiento se ve reforzado en un doble sentido. Por una parte, las empresas innovadoras, además de no contratar doctores, tampoco promueven este nivel de formación entre su personal. En 2015 el gasto en I+D dedicado a la formación del personal por parte de las empresas innovadoras fue del 0,49% de toda su inversión en I+D, según la *Encuesta de Innovación* (INE, 2017).

Por otra parte, la industria en la que el Estado y la iniciativa privada estarían más interesados en dotarse de infraestructuras básicas –nos referimos a la industria militar– cada vez está más desconectada de la inversión del Estado. El peso del gasto en I+D militar de la Administración Pública ha descendido de más del 54% en 1999 al 12,2% en 2015. En la actualidad el presupuesto del Estado es de 726 M de € frente a los 1.748 de 2008. El Estado no puede dejar pasar la oportunidad de ayudar a la iniciativa privada, interesada en el desarrollo de productos militares, a cambio de que esta coadyuve en la parte básica de la investigación. Esta estrategia no sería nueva, ya que estuvo en la base del crecimiento de la I+D española en los años noventa; además, la población la admite siempre y cuando haya contrapartida en forma de investigación básica.

Si el esfuerzo empresarial de momento está lejos de ser una buena alternativa a la financiación de la investigación básica, tampoco el *crowdfunding* ha supuesto un aporte transcendental a partir de que se activasen las plataformas. Por ejemplo, a través de la plataforma *Precipita* de la FECYT, que es la principal y más especializada, el monto total de financiación no ha superado aún el medio millón de €. Dada la baja inversión empresarial en investigación básica, la opción de incentivarla ha de pasar por una Ley de Mecenazgo coercitiva, al estilo de lo que Thaler y Sunstein (2009) han dado en denominar como "Paternalismo Libertario". La Ley tendría, por una parte, la clásica desgravación fiscal por apoyar la investigación y la cultura, tal y como anunció el Gobierno en 2011.

Pero, por otra, debería imponer un gravamen de tipo *pigouviano*<sup>19</sup> a cualquier situación de poder de mercado abusivo (monopolio y oligopolios perjudiciales). Esto quiere decir que sería un impuesto que iría disminuyendo en función de la inversión extramuros en investigación básica, pero a la vez relacionada con el núcleo del negocio de la empresa. De esta forma, la inversión en I+D paliaría el daño causado por su posición abusiva, ya que a largo plazo las innovaciones provocarían mejoras de eficiencia e incluso la desaparición de los monopolios.

Este modelo de “mecenazgo pigouviano” ya se puso en práctica en 1980 con el Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico (PIE) del Ministerio de Industria. El PIE fue un plan por el que se obligaba a las empresas eléctricas a dedicar un mínimo del 0,3 por 100 de su facturación a labores de I+D, dada su posición dominante en el mercado. Las compañías eléctricas derivaron esas inversiones hacia las empresas de electrónica de potencia y microelectrónica especializadas en tecnologías de gestión y control de las redes y los sistemas de producción. Una buena parte de esas empresas se encontraban en el País Vasco, y con el tiempo resultarían básicas para la reindustrialización del País Vasco y su salto a las primeras posiciones en la inversión en I+D en comparación al resto de España (López *et al.*, 2008, pp. 111).

Tras este análisis es posible defender la necesidad de un pacto político consistente en aumentar el esfuerzo público en CyT, dirigido en especial hacia la dotación de medios para realizar investigación básica y la inclusión de jóvenes doctores, de forma que se pueda alcanzar el 2% del PIB, como objetivo de gasto total en I+D antes del año 2025. No es imposible. Por lo que se refiere al sector público, el objetivo podría conseguirse con un incremento neto del presupuesto de I+D de unos 570 M de € anuales durante los próximos siete años<sup>20</sup>. La cifra puede parecer desorbitada, pero es ligeramente inferior a la que se logró entre 2001 y 2008.

A diferencia de otros gastos de igual interés social, es muy probable que el incremento del gasto en I+D sea visto con buenos ojos por los ciudadanos españoles, que están dispuestos mayoritariamente a aumentar la inversión en I+D aún en un escenario de persistencia de crisis (Escobar *et al.*, 2015). Además, tendría efectos decisivos sobre el empleo de una generación de jóvenes muy bien preparados, que podrían ser un factor decisivo para el aumento de la productividad de nuestro sistema económico a medio plazo, gracias al aumento del valor añadido fruto de la investigación básica llevada a cabo por esos jóvenes doctores. Sin embargo, el sistema científico público español los sigue expulsando hacia otros países y el privado no los necesita, tal y como ya hemos señalado. No tiene justificación no potenciar por parte del Gobierno la capacidad de renovación generacional de la ciencia a través del incremento presupuestario, cuando antes y durante la crisis la ciencia ha demostrado tener una producción por encima de lo que correspondería al tamaño económico del país, y lo ha conseguido con una menor inversión que otros países con mayor inversión en I+D (Aldás Manzano *et al.*, 2016, pp. 221). Si las instituciones, en especial las universidades españolas, no tienen un mejor posicionamiento en los rankings es por la parquedad de su financiación y el relativo bajo aporte de las empresas privadas. Es el flujo de dinero hacia las universidades las que las hace ser excelentes y no al revés (López y Edgerton, 2011).

La política de “si me queréis, iros”, basada en el principio de que si los jóvenes tienen tan buena preparación entonces no tendrán problemas para ser competitivos en el extranjero, no se deriva de una estrategia coherente de exportación de capital humano para imbricar más nuestro sistema de I+D con el mundial, sino que es la demostración del fallo del modelo de gobernanza del sistema de I+D. La capacidad para estimular los aumentos de la productividad queda mermada por la falta de inversión pública, la expulsión de los jóvenes del sistema y el dominio de una

19. Una multa contra un perjuicio causado por una empresa cuyo monto va disminuyendo a cambio de que la empresa invierta en investigaciones que solucionen el perjuicio.  
20. Para llegar al 2% del PIB la inversión en I+D del conjunto de la economía debería aumentarse en unos 8.500 M de €. Partiendo de que en 2015 la inversión ha sido de 13.172 M de €, siendo la inversión del Estado del 47,3 %, entonces, de los 8.500 M de € el Estado debería aportar cerca de 4.000 M de € en los próximos siete años, a una media de 570 M de € anuales. Esto en personal contratado equivaldría por parte del Estado a hacer el esfuerzo de contratar a 14.500 personas anualmente durante los próximos siete años.

estructura de gestión propia de una administración pública de carácter burocrático. Veamos esto último en el siguiente punto.

## 8.2. GOBERNANZA DE LA CIENCIA EN MANOS DE LOS CIENTÍFICOS

Desde 1939 el Estado se apropió de la gestión en solitario de la política científica. Ello ha generado desde entonces una gobernanza de la ciencia determinada por la pertenencia a la función pública. Los gestores de la política científica, aun siendo científicos, nunca han tenido que responder ante su comunidad científica (investigadores del sector público y de las empresas) y sus instituciones (asociaciones y sociedades científicas, reales academias, universidades, fundaciones, etc.) de la gestión de la ciencia realizada, tan sólo lo han hecho ante el poder político.

El retorno a la democracia tenía que haber permitido el reequilibrio, pero los Ministerios de turno, hayan tenido o no el apelativo de Ciencia o/ Tecnología, han asumido como “natural” un tipo de gestión de la comunidad científica académica como si esta fuese una sección de la administración al servicio de la sociedad. Y con respecto a la comunidad científica empresarial, sencillamente esta ha sido obviada. Las políticas industriales, y por tanto de competencia, han predominado sobre las de ciencia y tecnología, que son más de cooperación. Esta situación anómala no se ha modificado por dos razones. Por un lado, la falta de conciencia de la comunidad científica empresarial hasta prácticamente la actualidad, lo cual es sorprendente si tenemos en cuenta el peso de los investigadores del sector privado que, desde los años ochenta del siglo XX, se eleva al 40% en el conjunto del sistema. La Asociación Española de Científicos, que engloba a científicos procedentes del sector público y privado, nació en 1999; la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), que incluye a las sociedades científicas de todo tipo, se fundó en 2004, mientras que la Asociación Española de Emprendedores Científico-Tecnológicos se creó en 2012, tal y como se puede ver en sus respectivas webs.

Por otra parte, resulta sorprendente que los científicos académicos no hayan invalidado el sistema

de gobernanza y evaluación actual y reivindicado el primigenio de cogestión entre el Estado y la comunidad de científicos surgido en 1907, como se señala en el Apartado 2 de este Informe, cuando nació por Real Decreto la *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*. En aquel modelo, a semejanza de lo que ocurría en otros países occidentales, los científicos responsables de la gestión de la ciencia fueron elegidos por los propios científicos y ratificados por el Estado. Este tipo de gobernanza hace posible que, desde las instituciones del poder político -en esencia desde las cámaras legislativas- se pueda preguntar, obtener asesoramiento, reclamar y trabajar con la comunidad científica. Y aún más importante, que se rompa, primero, con la dependencia directa del Gobierno en sus tareas de dirección y gestión de la ciencia; segundo, con el control de la autonomía universitaria, del CSIC y las OPIS en general por parte de los departamentos de hacienda de las AA. PP.; tercero, con el carácter de personal administrativo (con plaza) que tienen los investigadores, tanto si son funcionarios como contratados; y, cuarto, con el hecho de hacer del reconocimiento de tipo administrativo del mérito científico individual (sexenios y habilitaciones) el mecanismo principal de control de la calidad en la ciencia, en vez de anteponer el sistema de calidad de las instituciones. Esto último crea una absurda competencia entre los investigadores individuo a individuo, que a lo único a lo que conduce es a la creación de colegios invisibles, mientras que la competencia entre instituciones, que sería siempre transparente, es casi inapreciable. Haciendo una analogía con el mercado, deberían ser las empresas (instituciones) las que competirían entre sí por los trabajadores (investigadores) más adecuados a los objetivos estratégicos de aquellas. La calidad de las instituciones depende directamente de sus investigadores, pero la competitividad no se basa en la comparativa de calidades uno a uno de los investigadores, sino en lo que consigue cada institución.

Una nueva gobernanza en manos de los científicos supone la “desburocratización de la ciencia”, para que la libertad la haga más grade y productiva. De lo contrario, el dominio de lo administrativo sobre lo científico siempre hará débil a la ciencia frente al Estado. Esa debilidad ha hecho posible que durante la última crisis el Gobierno haya po-

dido hacer el mayor recorte presupuestario de todos los países desarrollados del mundo, sencillamente porque el Estado considera a la ciencia como una parte más de sus actividades, no como una responsabilidad frente a sus ciudadanos y los propios científicos, a los que se debería haber ofrecido, ya hace años, un sistema de gobernanza con participación tripartita del Estado, los científicos y los ciudadanos, aspecto este que tratamos en el siguiente punto.

Tenemos pendiente la implementación de la nueva *Agencia Estatal de Investigación*, cuya creación se demoró hasta las vísperas de las últimas elecciones. En el decreto de creación figuran los criterios para designar al Director de la Agencia, que debe ser un prestigioso científico, propuesto por la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología. La propuesta se queda corta y es una gran equivocación. Si queremos que España dé un paso decisivo hacia la madurez de la política científica tenemos que aceptar de una vez que la ciencia debe ser gestionada por los científicos. La propuesta que debería consensuarse es que tanto el presidente como el director de la agencia deben ser científicos de reconocido prestigio y han de ser propuestos por la propia comunidad científica, sin intervención del Gobierno ni de los partidos políticos, estableciendo mecanismos de decisión automática en caso de que no haya consenso entre los electores. Un modelo de este tipo ya funciona con éxito en el Consejo Europeo de Investigación. Incluso en nuestro país existen precedentes en la tradición de las Reales Academias, cuya autonomía respecto al gobierno nadie osaría poner en duda, o la elección de rector en las universidades por parte de su claustro.

Por supuesto, este tipo de gobernanza no debería quedar solo en la cúpula de la *Agencia Estatal de Investigación*. Organismos como la ANECA y sus homólogos regionales tendrían que seguir el mismo código de conducta de despolitización. No tiene sentido que la "acción de oro" para nombrar a los directores de los organismos de gestión y evaluación de la ciencia permanezcan fuera del control de la comunidad científica. En este sentido ya ha habido instituciones en las Comunidades Autónomas que han iniciado el proceso de cogestión de la ciencia entre el poder político y la comunidad científica. Es el caso de *Ikerbasque*,

la *Fundación Vasca para la Ciencia* creada en 2007 y de la decana, la *Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats* (ICREA) fundada en el año 2000 con el empuje de la *Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació*, que a su vez había surgido en 1986 para coordinar la labor de las universidades, el CSIC, el *Institut d'Estudis Catalans* y la iniciativa de las mayores empresas catalanas.

### 8.3. CREACIÓN DE LA OFICINA PARLAMENTARIA DE EVALUACIÓN DE OPCIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

En el sistema político español tenemos tendencia a concentrar todo el debate político en torno a la conquista del poder, en vez de ampliarlo a los temas que se refieren al uso y reparto de ese poder. Deberíamos aprovechar la versatilidad institucional y la tradicional capacidad de cooperación de los científicos para activar la inteligencia colectiva, que se supone que existe en el sistema de CyT, y concentrar nuestros esfuerzos en crear instituciones que permitan mejorar la participación de los ciudadanos en este ámbito de decisión política.

Los sistemas nacionales de innovación más desarrollados no contemplan a los ciudadanos sólo en los aspectos de fuerza de trabajo a formar, consumidores y usuarios de la cultura científica (a través del disfrute de museos, unidades de cultura científica, semanas de la ciencia o jornadas de puertas abiertas), por el contrario, los hacen partícipes, a través de la inclusión de sus intereses y de sus preocupaciones, así como de la gobernanza del sistema de ciencia y tecnología. Para ello los Estados establecen mecanismos de participación, el principal de los cuales es la creación de oficinas para la evaluación de opciones científicas y tecnológicas especializadas en la gobernanza y la legislación de la CyT, donde se arbitran las formas efectivas para la participación ciudadana, de modo que los ciudadanos puedan reclamar a los científicos y a la vez preguntar y asesorarse. Estas oficinas parlamentarias operan como estructuras adecuadas de cooperación entre los ciudadanos y la comunidad científica bajo el auspicio de las cámaras parlamentarias. Suponen la implicación del público y de las fuerzas políticas en el diseño y evaluación de las políticas de CyT.

España es el único país con un cierto nivel de desarrollo científico y tecnológico que no dispone de una institución de mediación, como las que tienen los trece miembros permanentes y siete asociados que forman parte de la red Parlamentaria Europea de Evaluación de Tecnologías (EPTA por sus siglas en inglés) fundada en 1995. La EPTA agrupa a las entidades que asesoran sobre el impacto social, económico y ambiental de la ciencia y la tecnología a parlamentos estatales y regionales europeos, al Parlamento Europeo, al Consejo de Europa y a otros parlamentos no europeos, como los de Japón, Rusia, EE. UU. y México. Se trata de un sistema de control democrático basado en el análisis científico de los riesgos de orden natural o provocados por la acción humana a los que se enfrentan las sociedades. La tipología de los miembros es muy variopinta. Se pueden encontrar desde oficinas que son centros independientes, normalmente vinculados a universidades, hasta comités formados por parlamentarios, científicos y asociaciones ciudadanas (Grünwald, 2012). El modelo de estas instituciones proviene de los EE. UU., donde en 1972 se creó la OTA (*Office of Technology Assessment*) para asesorar al Congreso de los EE. UU. Perduró hasta 1995, cuando fue barrida por la ola de conservadurismo reaccionario que inundó el Congreso americano en los años 90. Esta carencia fue subsanada en 2002 con un plan piloto para que la oficina de control de la utilización de los impuestos, la *General Accounting Office* (GAO), se hiciera cargo de la evaluación de las opciones tecnológicas y científicas. En 2007 se confirió esta función a la GAO de forma definitiva. Recobraba así el Congreso de los EE. UU. esta actividad y en 2010 la GAO se unía a la EPTA como miembro asociado.

Estas oficinas parlamentarias desarrollan programas de apoyo a la toma de decisiones en política científica que suelen funcionar siguiendo principios de transparencia, accesibilidad, compromiso con la cultura científica y apertura a la participación ciudadana, y están demostrando su utilidad para facilitar la comunicación entre los ciudadanos y el sistema científico, así como el control de este por aquellos. La creación de la *Oficina Parlamentaria de Evaluación de Opcio-*

*nes Científicas y Tecnológicas* supondría un claro avance institucional que reflejaría la existencia del pacto ciudadano por la ciencia (Quintanilla Fisac, 1990). Además, contamos con la experiencia del Parlamento Catalán que en 2008 creó el *Consell Assessor del Parlament sobre Ciència i Tecnologia* (CAPCIT), organismo miembro permanente de la EPTA. Se trata de una institución parlamentaria con una composición paritaria entre políticos y representantes de las instituciones de CyT de Cataluña<sup>21</sup>.

#### 8.4. CONCLUSIÓN: UN PACTO CÍVICO POR LA CIENCIA

España puede y debe dar un paso decisivo en su política de CyT, promoviendo un gran pacto ciudadano por la ciencia, con tres estrategias esenciales:

- Incrementar el nivel de gasto público en I+D que nos permita alcanzar el 2% del PIB en I+D, creando por parte del Estado 100.000 nuevos puestos de investigadores, tecnólogos y técnicos en los próximos 7 años.
- Desburocratizar la gestión de la CyT poniéndola bajo la responsabilidad directa de la comunidad científica.
- Potenciar la participación ciudadana en el diseño y evaluación de las políticas públicas de CyT creando una oficina parlamentaria de evaluación de opciones científicas y tecnológicas.

21. Associació Catalana d'Universitats Públiques, Universitats privades catalanes, Consell Català de la Comunicació Científica, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, Associació Catalana d'Entitats de Recerca e Institut d'Estudis Catalans.



# **Conclusiones generales y recomendaciones**



# CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

M. Barbacid y V. Larraga

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos aportados y el análisis realizado en las distintas secciones del presente Informe puede concluirse que el sistema español de CyT, aunque tiene una dimensión que a primera vista puede parecer importante, no logra alcanzar ni el tamaño ni la eficiencia necesarios para servir de pilar al desarrollo de un país innovador que pueda enfrentarse a los retos de la actual sociedad internacional.

En conjunto, la relación entre la ciencia y la sociedad española ha sido tradicionalmente alternante, con escasos periodos de atención y desarrollo, que han coincidido, en general, con tiempos de crecimiento económico, y con otros de ignorancia mutua. La aparición, después de la Segunda Guerra Mundial, de la ciencia como factor de mejora y crecimiento económicos ha hecho que esta deba ser considerada dentro de los factores que contribuyen al desarrollo y bienestar social. Esto no ha sido asumido en España de una forma estable, y hemos seguido, en nuestra historia reciente, con la existencia de periodos de apoyo alternados con otros de reducción de la atención prestada a esta base de crecimiento social y cultural. La repercusión de la ciencia en la innovación y el desarrollo económico no está asumida por una sociedad que carece de tradición de confianza en la ciencia y que, en general, tiene la errónea creencia de que las innovaciones se pueden comprar a otros países.

La financiación de la CyT se lleva a cabo fundamentalmente desde los Presupuestos Generales del Estado, manejados por funcionarios que

entienden que la I+D+i es una competencia más que el Estado debe asumir, pero que en realidad no consideran importante. De esta manera, **los esfuerzos realizados para introducir los métodos de trabajo y evaluación objetiva, necesarios para obtener una ciencia de calidad, han pasado por altibajos que no han permitido alcanzar al sistema español de CyT un tamaño crítico mínimo, imprescindible para la obtención de un nivel de desarrollo científico de suficiente calidad que sea la base estable de una industria innovadora y productiva.** El crecimiento producido en las últimas décadas no ha conseguido que alcancemos el nivel deseado, equiparable al de los países del ámbito occidental.

El dinero es esencial, pero no lo es todo en la política científica. En España existe una **carencia de objetivos científicos propios que puedan servir de apoyo a las necesidades sociales y una gran descoordinación entre los elementos del sistema:** las universidades, los organismos públicos de investigación, los hospitales y las empresas. Además, debe señalarse el **grave problema del aprovechamiento de los recursos dedicados a investigación.** Si una parte de la actividad financiada de la investigación hay que dedicarla a tareas no productivas (fundamentalmente administrativas, que no añaden valor al trabajo ni mejoran el control o el funcionamiento) se están desperdiciando recursos muy valiosos.

En el fondo lo que ocurre es que el propio sistema pone obstáculos a la realización de la actividad que está financiando con recursos públicos. Un claro ejemplo de esto es la proliferación de nuevas fórmulas, fuera del sistema de gestión

administrativa, para la financiación y gestión de la I+D+i. Es el caso del CNIO y el CNIC, luego de los ICREA y de sus equivalentes en el País Vasco, los *Ikerbasque*, que no son otra cosa que **estructuras paralelas a las administrativas existentes para poder gestionar mejor la actividad investigadora**, y que resultan mucho más eficaces por el simple hecho de que están pensadas específicamente para estos objetivos y no están sometidas a las trabas de la gestión administrativa general, que no se adapta en absoluto a la actividad investigadora.

Nuestro sistema se encuentra regido por diferentes niveles políticos concurrentes (gobierno central, CC.AA.) que muestran intereses políticos distintos en el corto y medio plazo. Estas diferencias se expresan a través de una farragosa normativa basada, no en conseguir la mayor eficiencia en la inversión, sino en la desconfianza de los cuerpos funcionariales tradicionales hacia los “funcionarios investigadores” y en evitar un posible despilfarro. A este respecto conviene recordar lo que se ha definido en el Informe como **las siete plagas de la política científica española: ausencia de instituciones, indiferencia de los poderes económicos, aleatoriedad política, inestabilidad presupuestaria, burocracia que habitualmente desconoce la ciencia que tiene que gestionar, carencia de estrategias, e individualismo como forma de supervivencia.**

**La financiación, fundamentalmente pública, no solo no cubre las necesidades del sistema de una manera estable para que sea eficiente, sino que tampoco se enmarca en estrategias nacionales acordes con las capacidades científicas y empresariales o las necesidades estratégicas** (se trata simplemente de las estrategias emanadas de la UE con ligeros retoques). Además, no se analizan seriamente los resultados obtenidos más allá de la mera comprobación contable de los gastos. En el mejor de los casos, solo se cuenta el número de publicaciones científicas obtenidas en un proyecto financiado (un método de valoración tan científico como colocarlas en una balanza y pesarlas) sin analizar si se han obtenido resultados científicos relevantes o si se han obtenido o se pueden obtener patentes licenciadas y que produzcan beneficios.

La financiación del sistema es fundamentalmente pública y **no cabe esperar que la iniciativa privada se implique al nivel de los países occidentales avanzados mientras no se solucionen los cuellos de botella del sistema** anteriormente descritos. Así, no es de extrañar que la disminución del gasto global en I+D observada en los últimos años, del 1,40% del PIB en 2009 hasta el 1,22% en 2015, se haya debido principalmente a la reducción del gasto público.

**Respecto al gasto público atribuido al sistema de CyT es importante señalar que ni siquiera en los años de bonanza económica se ha conseguido ejecutar lo presupuestado, una clara muestra de que la estructura institucional de ejecución del gasto es claramente inadecuada.** Esto es especialmente grave en la partida relacionada con el desarrollo y la innovación, donde año tras año no se ejecuta aproximadamente el 50% del presupuesto previsto, lo que permite a los responsables económicos del Ministerio de Hacienda y AA.PP., renuentes a financiar la investigación, acusar de ineficiencia al sistema al tiempo que se maquillan las cifras dedicadas a la I+D.

**En el último periodo las inversiones públicas en capital han sufrido un descenso aproximado del 60%, frente al 40% de los gastos corrientes.** Esto supone que las grandes inversiones en nuevos centros de investigación y en equipamiento han sido las más afectadas. Respecto a los gastos corrientes, la reducción se ha producido en el ámbito de los salarios, con una pérdida neta de 27.358 trabajadores entre 2010 y 2015. La reducción de puestos de trabajo se ha dado principalmente en el sector público (97,4%), donde han sido los jóvenes los más afectados.

**A pesar de que el número de artículos en los que figuran autores españoles no ha dejado de crecer, en donde sí parece haber hecho mella la reducción de la inversión es en el porcentaje de producción de trabajos científicos en los que investigadores españoles aparecen como primeros autores, que sufre un descenso, así como en el porcentaje de trabajos que se encuentran entre el 10% de los más citados a nivel mundial, que también baja.** Esto es, se ha visto afectada la publicación en las revistas de mayor incidencia

internacional. **Además**, si nos fijamos en el dato de las patentes, **se ha producido un significativo retroceso, del 60%, del número de solicitudes de patentes internacionales de origen español entre 2008 y 2014.**

Dadas las circunstancias que se vienen produciendo en los últimos años, con los índices de gasto descendiendo desde al año 2008 (se suele hablar del “sexenio perdido” que ya va camino de convertirse en “década perdida”), **resulta sorprendente que los científicos académicos no hayan cuestionado seriamente el sistema de gobernanza y evaluación actual y reivindicado la idea de cogestión entre el Estado y la comunidad de científicos** surgida en 1907, cuando nació por Real Decreto la *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas* y también se creó el *Institut d'Estudis Catalans*. En aquel modelo, destruido en 1939 tras la conmovición de la Guerra Civil, los científicos responsables de la gestión de la ciencia fueron propuestos por los propios científicos y ratificados por el Estado.

Dicho tipo de gobernanza, vigente en la UE con éxito, hace posible que, desde las cámaras legislativas, se pueda preguntar, lograr asesoramiento, reclamar y trabajar con la comunidad científica. Además, y todavía más importante, se rompería con: (1) la dependencia exclusiva del Gobierno en la dirección de la gestión de la ciencia; (2) el control con criterios exclusivamente funcionariales de la autonomía universitaria, del CSIC y de los OPIS en general a través de los departamentos de Hacienda y de las AA.PP.; (3) el carácter de personal administrativo (con plaza) que tienen los investigadores, tanto si son funcionarios como contratados; y (4) el hecho de hacer del reconocimiento de tipo administrativo del mérito científico individual (sexenios y habilitaciones) el mecanismo principal de control y reconocimiento de la calidad en la ciencia, en vez de anteponer el sistema de calidad de las instituciones. Este sistema personal de reconocimiento honorífico, y su consecuencia salarial, crea una absurda competencia entre los investigadores individuo a individuo, que a lo único a lo que conduce es a la creación de colegios invisibles, poderosos en la actualidad y claramente dañinos, mientras que la competencia entre

instituciones, que sería siempre transparente, es casi inapreciable.

El sistema español de ciencia e innovación se encuentra relacionado, a través de sus grupos de investigación, con los de otros países, tanto aquellos más avanzados (fundamentalmente EE. UU., Francia, Alemania o Reino Unido) como los iberoamericanos. De acuerdo a las bases de datos disponibles, y a pesar de que serían necesarias algunas más específicas, **España ha ganado protagonismo tanto en la generación de conocimiento sobre bases internacionales**, a través de la movilidad de los científicos, como en el **ámbito de las publicaciones**, lo que revierte en la evolución positiva del sistema español. **No obstante, aún se está lejos de converger con los líderes mundiales** e incluso con los líderes más próximos del contexto europeo.

**También estamos consiguiendo alcanzar el retorno de lo aportado por España a los fondos europeos de I+D, aunque, como media, aún solo estamos rozando esa cifra**, muy lejos de los porcentajes de retorno obtenidos por los británicos, por ejemplo. Además, si se analizan los programas de mayor exigencia de calidad, como el ERC, las cifras de retorno están en torno al 5,2%, muy por debajo de nuestra aportación. Y eso sin contar que, con la salida del Reino Unido de la UE, la aportación española se incrementará. En conjunto, el futuro de la mejora de la calidad del sistema español de CyT deberá pasar por alcanzar un nivel de compenetración internacional semejante al que tienen entre sí los sistemas de los países más desarrollados en ciencia.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el decidido impulso a la Ciencia realizado por todos los presidentes de EE.UU en los últimos 80 años está puesto en cuestión en la actualidad, parece que se abre una oportunidad para la I+D+i europea. No obstante, todo indica que será un proceso a varias velocidades y que aquellos sistemas nacionales que no apuesten fuertemente por la innovación se quedarán rezagados. España debería sumarse a este previsible esfuerzo europeo y aprovechar la oportunidad que dicho marco le brinda.

La percepción que la sociedad española tiene de la creación de conocimiento científico es

muy limitada. **Los asuntos referentes a la CyT tienen una escasa difusión y seguimiento en los medios de comunicación españoles**, especialmente si lo comparamos con otros países europeos y con Estados Unidos. Así, tan solo el 22,3% de los españoles dice acceder a noticias de carácter científico/técnico por televisión, muy por detrás de la media europea (41%) y estadounidense (47,2%). De manera similar, los españoles están a la cola en el seguimiento de este tipo de noticias en los periódicos: tan solo el 17,4% lo hace, frente al 31,7% de los europeos y el 33,7% de los estadounidenses. En Internet, el 31,8% de los estadounidenses realiza búsquedas de carácter científico, frente al 24% de los europeos y el 13,7% de los españoles. Esto no solo refleja una menor difusión de contenidos de CyT en los medios de comunicación españoles, sino también una menor cultura científica e interés entre el público general.

Los datos disponibles permiten delinear la opinión pública acerca de la profesión investigadora. La mayoría de los españoles cree que se trata de una profesión que compensa personalmente a quien la realiza (69%), que está mal remunerada económicamente (59%), que tiene un bajo reconocimiento social (57%) y que, a pesar de su bajo reconocimiento y remuneración, resulta atractiva para los jóvenes (51%). Estas respuestas reflejan una percepción social mayoritaria de que la profesión investigadora es fundamentalmente vocacional, que resulta atractiva porque, en sí misma, compensa a quien la realiza, aunque esté insuficientemente retribuida o reconocida socialmente. Esta actitud empática con los investigadores, que también se refleja en el apoyo a una mayor financiación de la CyT por parte del Estado, no se corresponde con los temores que se expresan sobre las posibles consecuencias negativas del I+D. La mayoría de la población española considera que no toda aplicación de la ciencia es positiva y conlleva inevitablemente el progreso, entendiendo que algunas aplicaciones son más perjudiciales que beneficiosas. Entre las aplicaciones que podríamos considerar como más polémicas están la energía nuclear, la clonación y el cultivo de plantas modificadas genéticamente. En resumen, **la sociedad española tiene una actitud considerada y comprensiva hacia la profesión investigadora**

**y la actividad científica y se muestra partidaria de mantener o aumentar la inversión pública en CyT, pero presenta una actitud recelosa sobre las consecuencias del conocimiento científico y los avances que pueda producir.**

Respecto a la incidencia real del sistema de CyT en el avance social y la creación de bienestar para los españoles, cabe señalar que **falta un convencimiento pleno de que la innovación es sustancial para competir en una economía moderna y crear un mayor bienestar.** A pesar del avance en la creación de tecnología propia en algunos ámbitos de interés estratégico, **la economía española continúa dependiendo en campos importantes de tecnología producida en el exterior**, siendo este un aspecto prácticamente olvidado en la actual configuración de la política de innovación tecnológica, con incidencia en la política general. **No se pueden ni podrán suplir las carencias por parte de las empresas privadas mientras el Estado haga dejación de sus cometidos básicos en materia de CyT**, como son la dotación de infraestructuras de gran calibre, la formación del personal investigador y la financiación de proyectos de investigación básica. En resumen, **el sistema español de Ciencia, Tecnología e Innovación**, aunque tiene un tamaño respetable, con unos 200.000 empleos en equivalentes de jornada completa, **necesita incrementar los recursos disponibles, tanto humanos como de infraestructuras**, para alcanzar el tamaño crítico necesario para que pueda resultar útil a las necesidades de la sociedad. **No obstante, este aumento debe ir asociado a reformas estructurales importantes que permitan un uso más eficiente y eficaz de la inversión pública. Es esencial una reforma institucional de calado que afecte tanto a las instituciones como a los investigadores.**

## RECOMENDACIONES

Ya bien entrado el siglo XXI **todavía hay que plantear** un esfuerzo para "alcanzar el tren" de la ciencia occidental avanzada. Retomando viejos eslóganes se puede plantear **el gran salto hacia delante o el gran empujón** en materia de CyT, lo que permitiría superar la situación en la que nos encontramos, entre los países desarrollados

y aquellos en vías de desarrollo. Esto, además, nos permitiría sumarnos al previsible esfuerzo europeo para acortar distancias con el sistema de innovación de EE.UU y de los países emergentes asiáticos, que aparecerán como un factor a tener en cuenta en la próxima década.

A continuación se van a reseñar objetivos científicos, y otros derivados de estos, que son en realidad recomendaciones que implican cambios de paradigma en la política económica general actual; pero resulta imposible desligar ambos tipos de propuestas, dado que a lo largo del Informe se ha venido insistiendo en la repercusión económica de la CyT en las sociedades avanzadas.

**1. Comenzando por los factores estructurales básicos, es imprescindible, para revertir la desindustrialización de la economía española, mejorar el apoyo a los sectores empresariales más innovadores y con mayor capacidad tecnológica.** Para ello, hay que adoptar medidas encaminadas a aumentar el tamaño de muchas de las actuales pequeñas empresas para que puedan afrontar con más garantía el desafío de la innovación ante un marco de continua aparición y desaparición de nichos de oportunidad. Esto es, hay que incluir la industrialización con base innovadora de España en las agendas políticas de los partidos y los gobiernos. Esta estrategia es la única que puede garantizar un futuro estable de bienestar a nuestros ciudadanos.

Simultáneamente, se debe aumentar el número de empresas que jueguen un papel impulsor, capaz de potenciar la innovación propia y de su entorno. Por ello, hay que establecer políticas que incentiven el surgimiento y consolidación de las empresas innovadoras y su capacidad de asignar recursos a la innovación. **Esto solo puede conseguirse si existe un sector de CyT sólido y de calidad contrastada, que pueda interactuar con esas empresas tecnológicamente avanzadas y servir de base a una nueva reindustrialización innovadora.** Hay que recordar que los grandes núcleos mundiales de empresas innovadoras se encuentran situados en las cercanías de centros especializados en ciencias básicas relacionadas. Véase, por ejemplo, Silicon Valley en el campo de la informática o Massachusetts con la biotecnología y biomedicina.

**2. Por otro lado, dada la especial idiosincrasia de nuestro país, la CyT debería estar representada en el máximo nivel gubernamental para asegurar su influencia en el desarrollo socioeconómico y cultural de España. Esto se conseguiría con la creación de un ministerio de ciencia con poder real de influencia y un volumen de recursos económicos adecuado.** En este sentido, cabe recordar que, si bien es cierto que la disponibilidad de recursos presupuestarios no es condición suficiente para impulsar el sistema hacia adelante, dicha disponibilidad es absolutamente necesaria.

**3. Asimismo, habría que establecer un nuevo modelo de gobernanza con una mayor participación y colaboración efectiva de los científicos.** De hecho, dado el anquilosamiento del sistema de CyT, el Gobierno debería haber propuesto una **reforma del modelo de gobernanza, con una participación tripartita del propio Gobierno, los representantes de las instituciones de CyT y los representantes políticos y sociales de los ciudadanos,** en lugar del “totum revolutum” que persiste desde hace muchos años.

**4. No cabe duda de que la decisión sobre cuánto se invierte en I+D corresponde al Parlamento, encargado de aprobar los Presupuestos Generales del Estado. Ahora bien, la decisión sobre cómo ejecutar el presupuesto asignado a CyT debería responder a otro modelo de gestión;** un modelo en el que la toma de decisiones recaiga sobre aquellos **científicos propuestos por la propia comunidad científica y nombrados por las autoridades ministeriales correspondientes.** Dichos científicos serían los que **decidirían las grandes orientaciones de la actividad científica y los recursos que se asignarían a cada objetivo, sin menoscabo del apoyo técnico necesario y, por supuesto, de los controles ex post pertinentes.**

**5. En línea con el punto anterior, cabe señalar que está pendiente la implementación de la nueva Agencia Estatal de Investigación,** cuya creación se demoró hasta las vísperas de las últimas elecciones y que ha sido definida públicamente en el ámbito académico como “los mismos perros con distintos collares” (A. Modrego, 2015). En el decreto de creación figuran los criterios para designar al Director de la Agencia, que debe ser un prestigioso científico propuesto por la

Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología. El mecanismo propuesto es un error que muestra la intención del Gobierno de persistir en un modelo que ha mostrado sobradamente su ineficacia. **La propuesta que debería consensuarse es que tanto el presidente como el director de la agencia sean científicos de reconocido prestigio de entre los propuestos por la propia comunidad científica.** Un modelo de este tipo ya funciona con éxito en el Consejo Europeo de Investigación.

6. Hay que aceptar de una vez que la ciencia debe ser gestionada con la participación y colaboración efectiva de los científicos, como ya se hizo en el pasado durante la llamada Edad de Plata de la Ciencia. Ello permitiría la “desburocratización” de la ciencia, que, liberada de restricciones en los procesos de toma de decisiones, podría dedicar todos los esfuerzos disponibles a la producción de conocimiento y sería más fuerte y productiva. Se ha demostrado en los últimos años que el predominio de los criterios político-administrativos sobre los científicos dificulta el quehacer científico y debilita a la ciencia frente al Estado y la sociedad. Esa debilidad ha hecho posible que, durante la última crisis, el Gobierno haya podido hacer el mayor recorte presupuestario en CyT de entre todos los países desarrollados del mundo.

7. Por otro lado, el sistema político español debería aprovechar la versatilidad institucional y la tradicional capacidad de cooperación de los científicos para activar la inteligencia colectiva, que se supone que existe en el sistema de CyT, y crear instituciones que permitan **mejorar la participación de los ciudadanos en este ámbito de decisión política.** Además, puesto que durante cuarenta años de democracia no se ha conseguido un pacto de estado en materia de CyT, se podría **proponer la apertura de un proceso que permitiese alcanzar un amplio consenso social en torno a la ciencia; un pacto social capaz de promover y favorecer un verdadero pacto de estado en sede parlamentaria. Este pacto social debería articularse a partir de tres puntos esenciales:**

– “Desburocratizar” la gestión de la CyT como se ha dicho, fortaleciendo el protagonismo de la comunidad científica, sin perjuicio de un

control ex post por las autoridades correspondientes.

– **Potenciar la participación ciudadana** en el diseño y evaluación de las políticas públicas de CyT creando una oficina parlamentaria de evaluación de opciones científicas y tecnológicas que proporcione a los representantes de los ciudadanos informes técnicos realistas sobre las iniciativas sociales en desarrollo e innovación o sobre posibles objetivos estratégicos.

– **Incrementar el nivel de gasto público en I+D** para alcanzar un porcentaje en relación al PIB equivalente al de los países más avanzados de nuestro entorno.

8. En todo caso, deben plantearse como medidas urgentes las siguientes:

a) **Eliminar la exclusividad funcionarial** en los organismos públicos de investigación y permitir un sistema de contratación de personal científico basado en contratos estables y niveles salariales similares a los de los funcionarios. Las posibilidades que ofrece la legislación actual al respecto son muy restrictivas

b) **Establecer un sistema de movilidad real de investigadores** entre las diferentes instituciones dedicadas a la investigación (universidades, OPIs, hospitales, etc.) que incremente la cooperación entre proyectos en base a criterios de efectividad científica.

c) **Aumentar el nivel de gasto público en I+D** para alcanzar de una vez por todas el 2 % del PIB (tantas veces prometido y otras tantas negado) y recuperar a buena parte de los investigadores y tecnólogos en los próximos años.

d) **Eliminar la confusión interesada** en torno a la financiación de CyT **que permite las operaciones de maquillaje presupuestario e ingeniería financiera para invertir menos en I+D.**

e) **Fomentar, con una política clara, la formación de científicos y tecnólogos en el extranjero y la captación de científicos internacionales** en áreas de especial interés y escaso desarrollo interno.

**f) Dotar a los centros e instituciones ejecutores de investigación de una mayor responsabilidad y autonomía en la gestión directa** (tanto en lo relativo a la inversión en equipamiento como en lo referido a la captación de personal) **poniendo el énfasis en los controles *ex post***, de manera que los directores de dichos centros no sean meros gestores administrativos y puedan convertirse en potenciadores de la calidad científica de los mismos, tal y como se está produciendo en algunos de los centro de investigación de reciente creación.

**g) Poner en marcha un plan de inversión plurianual en I+D+i que se extienda más allá de una legislatura** para acabar con los “bandazos” en la financiación y poder llevar a cabo un proyecto estable de objetivos estratégicos.

**h) Llevar a cabo un plan de choque asimilable por el sistema.** Los autores de este trabajo han calculado que (1) la recuperación durante una legislatura de mil investigadores del máximo nivel (con lo que conlleva de crecimiento en cascada), con medios iniciales para poner en marcha sus laboratorios y financiación durante tres años, (2) la creación de diez nuevos centros de excelencia en temas estratégicos, (3) el envío anual de trescientos investigadores jóvenes al extranjero para completar su formación, así como (4) la duplicación de los fondos actuales dedicados a la financiación de proyectos y la renovación de infraestructuras obsoletas, supondrían un coste aproximado de 4.000 millones de euros en tres años. De esta forma, la inversión en I+D+i alcanzaría aproximadamente el 1,7% del PIB, que podría ser completado razonablemente con la inversión empresarial e implicaría un cambio sustancial respecto a la situación actual.



# Referencias bibliográficas



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### APARTADO 1

- Beauchamp, J. P. (2017). "Genetic evidence for natural selection in humans in the contemporary United States", *PNAS*, 113 (28) 7774-7779.
- Blumentock, J. E. (2016). "Fighting poverty with data", *Science* 353, pp. 753.
- Chuvieco, E. et al. (2016). "Religion and Science: Boost Sustainability", *Nature*, 538, pp. 459.
- Garrett, N. et al. (2016). "Religion and science: not a true dialogue", *Nat Neurosci*, 212, pp.1727-1732.
- Ordine, N. (2016). *La utilidad de lo inútil*, Acanalado.
- Sánchez Ron, J. M. (2016). "Los muchos mundos de la política científica" en JA. Sacristán y JA Gutiérrez Fuentes (eds.) *Reflexiones sobre la Ciencia en España*, Unión Editorial S.A.
- Daban, M. y Mas i Colell, A. (2016). "La I+D en España en el contexto europeo. ¿Cómo salir del atolladero?" en *Reflexiones sobre la Ciencia en España*, Fundación Lilly y Unión Editorial S.A.
- Mungiu-Pippidi, A. (2016) "Corruption: Good governance powers innovation" *Nature*, 518, pp. 295.
- Sinatra R. et al. (2016). "Quantifying the evolution of individual scientific impact", *Science*, 354, pp. 596.

### APARTADO 2

- Arruti, A. M. (2003). "Política Científica"  
<http://www.americaeconomica.com/numeros3/197/reportajes/arruti197.htm> [Consultada en abril de 2017].
- Laredo, P. y Mustar, P. (eds.) (2001). *Research and Innovation Policies in the New Global Economy: An International Comparative Analysis, UK/USA*, Edward Elgar Publishing.
- Muñoz, E. (2009). "La crisis de la política científica: patologías degenerativas y terapias regenerativas", en M. Fernández Esquinas (Coord.) *Perspectivas teóricas sobre ciencia, tecnología e innovación* Arbor, vol. CLXXXV, pp. 738, 837-850.
- Piganiol, P. y Villecourt, L. (1963). *Pour une politique scientifique*, Paris, Flammarion.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Romero de Pablos, A. y Santesmases, M. J. (2008). *Cien años de Política Científica en España*, Bilbao, Fundación BBVA.
- Sebastián, J. y Muñoz, E. (eds.) (2006). *Radiografía de la investigación pública en España*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- UNESCO (1978). *Recomendación relativa a la normalización internacional de las estadísticas de ciencia y tecnología*, UNESCO.
- VV.AA. (2007). *Tiempos de ciencia y de política*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

## APARTADO 3

- Benito, S. M. R. (2010). "Fortalezas y debilidades del mercado de trabajo español ante la expectativa de un nuevo modelo productivo", *CIm. economía: Revista económica de Castilla-La Mancha*, 16, pp. 153-198.
- Caldera, A., & Debande, O. (2010). "Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis", *Research Policy*, 39(9), pp. 1160-1173.
- Díez Bueso, L. (2013). "La gobernanza del sistema español de ciencia, tecnología e innovación" *Revista de bioética y derecho*, 28, pp. 20-32.
- Fundación Cotec (2016). *Informe Cotec 2016: Innovación en España*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación.
- Fundación Cotec (2017). *Informe Cotec 2017*, Madrid, Fundación Cotec para la Innovación.
- Fundación Ciencia y Desarrollo (2016). *Informe CyD 2015*, Barcelona, Fundación Ciencia y Desarrollo.
- Sánchez-Barrioluengo, M. (2014). "Articulating the 'three-missions' in Spanish universities", *Research Policy*, 43(10), pp. 1760-1773.

## APARTADO 4

- García Guerrero, M., Molero, J., Nó (de), J., Toro, M. y Trivez, F.J. (2010). "Análisis de los recursos destinados a I+D+i (Política de Gasto 46)", en *Presupuestos Generales del Estado 2010*, Barcelona, COSCE.
- Molero, J. y Nó (de), J. (2012). *Informe COSCE. La inversión en I+D+i en los presupuestos generales del Estado 2012*, Barcelona, COSCE.
- Nó (de), J. y Molero, J. (2015a). "Reflexiones sobre la política de ciencia e innovación y sus problemas. El estudio de la I+D+I en los Presupuestos Generales del Estado", en Caro, A.I., Gómez, C., (Coords.) *La reforma del Régimen Jurídico Universitario*, Navarra. Thomson Reuters Aranzadi.
- Nó (de), J. y Molero, J. (2015b). "La Financiación de la Administración del Estado a la I+D+I. Reflexiones sobre su racionalidad, los presupuestos del Estado y la actividad universitaria.", *Estudios CYD 07/2015*, Barcelona, Fundación Conocimiento y Desarrollo.

- Nó (de), J. (2017). "Análisis de la Financiación Pública de la I+D+I por los Presupuestos Generales del Estado" (pendiente de publicación).

## APARTADO 5

- Álvarez, I., Ballesteros, S., Guimón, J. y Quirós, C. (2012). *La colaboración de empresas extranjeras innovadoras en España*, Madrid, ICEI-Universidad Complutense de Madrid.
- Archibugi, D. y Michie, J. (1995). "The globalisation of technology: A new taxonomy", *Cambridge Journal of Economics*, 19, pp. 121-140.
- Archibugi, D. y Filippetti, A. (eds) (2015). *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, UK, Wiley & Sons, Ltd.
- Bozeman, B., Dietz, J. y Gaughan, M. (2001). "Scientific and technical human capital: an alternative model for research evaluation", *International Journal of Technology*, 22, pp. 636-655.
- Cantwell, J. y Piscitello, L. (2002). "The location of technological activities of MNCs in European regions: The role of spillovers and local competencies", *Journal of International Management*, 8, pp. 69-96.
- Carlsson, B. (2006). "Internationalization of innovation systems: A survey of the literature", *Research Policy*, 35(1), pp. 56-67.
- CDTI (2015). *Balance de la participación española en el VII Programa Marco de la I+D de la UE (2007-2013)*, Madrid.
- CDTI (2017). *Resultados provisionales de la participación española en Horizonte 2020 (2014-2016)*. <http://eshorizonte2020.cdti.es/index.asp?MP=9&MS=31&MN=2&TR=A&IDR=1&iddocumento=6357> [Consultada en septiembre de 2017].
- Edler, J. (2008). "Creative internationalization: widening the perspectives on analysis and policy regarding international R&D activities", *The Journal of Technology Transfer*, 33(4), pp. 337-352.
- Edler, J., Fier, H. y Gimper, C. (2011). "International scientist mobility and the locus of knowledge and technology transfer", *Research Policy*, 40, pp. 791-805.
- Flanagan, K. (2015). "International Mobility of Scientists", en D. Archibugi y A. Filippetti (eds.) *The Handbook of Global Science, Technology, and Innovation*, UK, Wiley & Sons, Ltd, pp. 368-385.
- Hennemann, S., Rybski, D. y Liefner, I. (2012). "The Myth of Global Science Collaboration- Collaboration patterns in epistemic communities", *Journal of Informetrics*, 6(2), pp. 217-225.
- OCDE (2015). *Science, Technology and Industry Scoreboard Innovation for growth and Society*, París, OECD Publishing.
- Regets, M., (2007). "Brain circulation: the complex national effects of high-skilled migration, en Presentation at the OECD Committee for Scientific and Technology Policy (CSTP) and Steering and Funding of Research Institutions (SFRI)", *Workshop on the International Mobility of Researchers*, Paris, March 28.

APARTADO 6

- Bachelard, G. (1953). *La materialisme rationel*, París, PUF.
- Bauer, M., Petkova, K. y Boyadjieva, P. (2000). "Public knowledge of attitudes to science: Alternative measures that may end the 'science war'", *Science, Technology & Human Values*, 25 (1), pp. 30-51.
- Beck, U. (1986). *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Fráncfort, Suhrkamp.
- Davison, W. P. (1983). "The third-person effect in communication", *Public Opinion Quarterly*, 47, pp. 1-15.
- Escobar, M., Quintanilla, M.A. y Santos, L. (2015). "Indicadores de cultura científica por comunidades autónomas", en *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014*, Madrid, FECYT.
- Evans, M. D. R., Kelley, J. (2011). "US attitudes toward human embryonic stem cell research", *Nature biotechnology*, 29(6), pp. 484-488.
- Fossum, J. A. y M. L. Moore (1975). "The stability of longitudinal and cross-sectional prestige rankings", *Journal of Vocational Behavior*, 7, pp. 305-311.
- Hodge, R. W., Siegel, P. M., y Rossi, P.H. (1964). "Occupational prestige in the United States, 1925-63", *American Journal of Sociology*, 70 (3), pp.286-302.
- Katz, D. y Allport, F. H. (1931). *Student Attitudes*. Syracuse, The Craftsman Press.
- Kranzberg, M. (1997). "Technology and History: 'Kranzberg's Laws'", en T. S. Reynolds y S. H. Cutcliffe (eds.), *Technology and the West. A Historical Anthology from Technology and Culture*, Chicago, The Chicago University Press.
- Lagadec, P. (1981). *La civilisation du risque*, Paris, Seuil.
- Lobera, J. (2017). "Introducción", en *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2016*, Madrid, FECYT.
- Lobera, J. y Ferrándiz, J.P. (2013). "El peso de la desconfianza política en la dinámica electoral en España", en I. Crespo et al. (ed.) *Partidos, medios y electores en procesos de cambio. Las Elecciones Generales españolas de 2011*, Valencia, Editorial Tirant Lo Blanch, pp. 41-65.
- Lobera, J. y Torres Albero, C. (2015). "El prestigio social de las profesiones tecnocientíficas", en *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2014*, Madrid, FECYT.
- Medina, M. (1992). "Nuevas tecnologías, evaluación de la innovación tecnológica y gestión de riesgos", en Sanmartín, J. et al. (eds.), *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona, Anthropos.
- Parsons, T. (1964). *Essays in Sociological Theory*. New York, The Free Press.
- Phillips, D. L. y Clancy, K. J. (1972). "Some Effects of 'Social Desirability' in Survey Studies", *American Journal of Sociology*, 77 (5), pp. 921-40.
- Torres Albero, C. (2005). "La ambivalencia ante la ciencia y la tecnología", *Revista Internacional de Sociología*, 63 (42), pp. 9-38.

- Torres Albero, C. (2007). "Estructuras y representaciones sociales de la tecnociencia: el declive de la imagen ilustrada.", en *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2012*, Madrid, FECYT.
- Torres Albero, C. y Lobera, J. (2015). "Representaciones sociales y resistencia a la ciencia y la tecnología en la opinión pública," en *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*, Madrid, FECYT.
- Torres, Cristóbal y Lobera, J. (2017). "El declive de la fe en el progreso. Posmaterialismo, ideología y religiosidad en las representaciones sociales de la tecnociencia", *Revista Internacional de Sociología* 75 (3): e069.
- Tyree, A. y Smith, B. G. (1977). "Occupational hierarchy in the US, 1789-1969", *Social Forces* 56 (3) pp. 881-899.

## APARTADO 7

- Arrow, K. (1962). "Economic welfare and allocation of resources for invention", en Nelson, R. (ed), *The rate and direction of inventive activities*. Princeton University Press.
- Cohen, W.S. y Levinthal, D.A. (1989). "Innovation and learning. The two faces of R&D". *Economic Journal*.
- Dosi, G. Llerena, P. y Sylos Labini, M (2006). "The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'", *Research Policy*, 35.
- European Union (2015). *Innovation Union Scoreboard 2015*. Luxemburgo.
- European Union (2016). *European Innovation Scoreboard*, Luxemburgo.
- Fagerberg, J. y Srholec, M. (2008). "National Innovation systems, capabilities and economic development", *Research Policy*, 37, pp. 1417-1435.
- INE (2015). *Estadísticas de Actividades de I+D*, <http://www.ine.es>
- Insser, J.M. y Jiménez, J.M. (2014). *La I+D+i en el debate político español*, Madrid, *Foro de Empresas Innovadoras*.
- Laviña, J. y Molero, J. (2012). *Innovación, productividad y competitividad para una nueva economía*, Madrid, *Foro de Empresas Innovadoras*.
- Molero, J. (2015). "La innovación tecnológica en la economía española: la necesidad de un gran impulso", *Información Comercial Española*, 833, Marzo-Abril.
- Molero, J. et al. (2012). "Una aproximación al impacto económico de la innovación en el desarrollo del sector empresarial de la energía en España", Madrid, *Fundación OPTI*.
- Molero, J. y Nó (de), J. (2015). "Reflexiones sobre la política de ciencia e innovación y sus problemas: el estudio de la inversión en I+D+I en los presupuestos generales del Estado", en A. Caro y C. Gómez (eds), *La reforma del Régimen Jurídico Universitario*, Pamplona, Aranzadi.
- Molero, J. y López, S. (2016). *La industria española en las últimas cuatro décadas. Cambio estructural e innovación tecnológica*. *Información Comercial Española*, 889-890.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Muñoz, J. (1969). *El poder de la banca en España*, Madrid, Zero.
- Myrdal, G. (1968). *Asian Drama: An Inquiry into the Poverty of Nations*, London, Penguin.
- Nó (de), J. y Molero, J. (2015). *La Financiación de la Administración del Estado a la I+D+I. Reflexiones sobre su racionalidad, los presupuestos del estado y la actividad universitaria*. Estudios Fundación Conocimiento y Desarrollo, 07 2015.
- Pérez, F. (ed) (2013). *Crecimiento y competitividad, los restos de la recuperación*, Bilbao, Fundación BBVA.
- Rosenstein-Rodan, P. (1943). "Problems of Industrialization of Eastern and South- Eastern Europe", *Economic Journal*, 53
- Teece, D. (1986). "Profity from technological innovation". *Research Policy*, 15.

## APARTADO 8

- Aldás Manzano, J., Escribá Esteve, A., Iborra Juan, M. y Safón Cano, V. (2016). *La universidad española. Grupos estratégicos y desempeño*, Bilbao, Fundación BBVA.
- Benito Bonito, M., Gil Torrubias, P. y Romera Ayllón, R. (2014). "El Empleo de los doctores en España y su relación con la I+D+i y los estudios de doctorado", 04. Conferencia de Consejos Sociales de las Universidades Españolas, ULPGC, Las Palmas de Gran Canaria.
- Escobar, M., Quintanilla Fisac, M. A. y Santos Requejo, L. (2015). *Indicadores de cultura científica por Comunidades Autónomas, en Percepción social de la ciencia y la tecnología 2014*, Madrid, FECYT, pp. 189-215.
- Eurostat (2017). "R & D expenditure", [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/R\\_%26\\_D\\_expenditure](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/R_%26_D_expenditure) [Consultada en abril de 2017].
- Grünwald, R. (Com.) (2012). *Parliamentary Technology Assessment in Europe. An overview of 17 institutions and how they work*, Berne, EPTA.
- INE (2016a). "Investigación y desarrollo. Principales indicadores. Serie 1964-2015." <http://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=3337&capsel=3338> [Consultada en enero de 2017].
- INE (2016b). "Encuesta sobre innovación en las empresas 2015." [http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176755&menu=ultiDatos&idp=1254735576669](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176755&menu=ultiDatos&idp=1254735576669) [Consultada en enero de 2017].
- López, S.M. (1992). "Un sistema tecnológico que progresa sin innovar. Aproximación a las claves de la Tercera Revolución Tecnológica en España", *Economiaz*, 22, 1er cuatrimestre, pp. 30-55.
- López, S.M. (2005). "Por el fracaso hacia el éxito. Difusión tecnológica y competencia en España", en Emilio Muñoz (dirección), *El espacio común de conocimiento en la Unión Europea. Un enfoque al problema desde España*, Madrid, Academia Europea de las Ciencias y Artes, pp. 229-252.
- López, S.M., Elola, A., Valdaliso, J.M. y Aranguren, M.J. (2008). *Los orígenes históricos del clúster de electrónica, informática y telecomunicaciones en el País Vasco y su legado para el presente*, Donostia, Eusko Ikaskuntza Orkestra.

- López, S.M. y Edgerton, D. (2011). “Las relaciones entre los investigadores científicos y la actividad económica”, *Artefactos*, 4, 1 pp. 1-17.
- Navarrete, L. (Ed.) (2014). *La emigración de los jóvenes españoles en el contexto de la crisis. Análisis y datos de un fenómeno difícil de cuantificar*, Madrid, Observatorio de la Juventud en España / Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- OCDE (2017). “Main Science and Technology Indicators.” Full database: [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL\\_PUB](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTL_PUB) [Consultada en enero de 2017].
- Quintanilla Fisac, M. A. (1990). “La función del parlamento en la evaluación de opciones científicas y tecnológicas”, en: *Evaluación parlamentaria de las opciones científicas y tecnológicas*, Madrid, Centro de Estudios Constitucionales, pp. 15-28.
- Quintanilla Fisac, M.A. (1992) “El Sistema español de ciencia y tecnología. (Proyecto EPOC)”, *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, vol. 141, no. 554-555, pp. 1-233.
- Quintanilla Fisac, M.A. (2009). “La política científica en la España democrática. Balance y perspectivas”, en *Campo (del)*, S. y Tezanods, J. F., *España Siglo XXI. Vol. IV: Ciencia y tecnología* (Eds. Carlos Sánchez del Río, Emilio Muñoz y Enrique Alarcón), Madrid, Biblioteca Nueva, pp. 9-33.
- Sanz-Menéndez, L., Muñoz, L. y García, C.E. (1993). “The vicissitudes of Spanish science and technology policy”, *Science and Public Policy*, 20, 6, pp. 370-380.
- Thaler, R.H. y Sunstein, C.R. (2009). *Un pequeño empujón (Nudge)*, Madrid, Santillana / Tauros.
- UNESCO (2017). “Data to Transform Lives: Science, Technology and Innovation (Research and Development)” [http://www.uis.unesco.org/\\_LAYOUTS/UNESCO/research-and-development-spending/?SPSLanguage=EN#!lang=es](http://www.uis.unesco.org/_LAYOUTS/UNESCO/research-and-development-spending/?SPSLanguage=EN#!lang=es) [Consultada en abril de 2017].



# Glosario



## GLOSARIO

**AA. PP.:** Administraciones Públicas.

**AEI:** Agencia Estatal de Investigación.

**AGC:** Actitud General hacia la Ciencia.

**ANECA:** Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

**ANEP:** Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva.

**BRICS:** Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

**CAICYT:** Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.

**CAPCIT:** *Consell Assessor del Parlament sobre Ciència i Tecnologia* (Consejo Asesor del Parlament sobre Ciencia y Tecnología catalán).

**CC. AA.:** Comunidades Autónomas.

**CDTI:** Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.

**CIEMAT:** Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

**CIS:** Centro de Investigaciones Sociológicas.

**CNIC:** Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares.

**CNIO:** Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas.

**CNR:** *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (Consejo Nacional de Investigación italiano).

**CNRS:** *Centre National de la Recherche Scientifique* (Centro Nacional de Investigación Científica francés).

**COSCE:** Confederación de Sociedades Científicas de España.

**CPI:** Compra Pública Innovadora.

**CRG:** *Centre de Regulació Genòmica* (Centro de Regulación Genómica).

**CSIC:** Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

**CyT:** Ciencia y Tecnología.

**DGRST:** *Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique* (Delegación General de la Investigación Científica y Técnica francesa).

**EC:** Empujón de la Ciencia.

**ECT:** Estrategia de Ciencia y Tecnología.

**EE. UU.:** Estados Unidos.

**EI:** Estrategia de Innovación.

**EJC:** Equivalencia a jornada completa.

**EMN:** Empresas multinacionales.

**EPTA:** *European Parliamentary Technology Assess-*

## GLOSARIO

*ment* (Red Parlamentaria Europea de Evaluación de Tecnologías).

**ERA:** *European Research Area* (Espacio Único Europeo de Investigación).

**FECYT:** Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

**GAO:** *General Accounting Office* (Oficina de Cuentas del Gobierno de Estados Unidos).

**I+D (R&D):** Investigación y Desarrollo (Research and Development).

**I+D+i:** Investigación, Desarrollo e Innovación.

**IAC:** Instituto de Astrofísica de Canarias.

**ICFO:** *Institut de Ciències Fotòniques* (Instituto de Ciencias Fotónicas).

**ICIQ:** *Institut Català d'Investigació Química* (Instituto Catalán de Investigación Química).

**ICN2:** *Institut Català de Nanociència y Nanotecnologia* (Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología).

**ICREA:** *Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats* (Institución Catalana E investigación y Estudios Avanzados).

**IEO:** Instituto Español de Oceanografía.

**IFAE:** *Institut de Física de Altes Energies* (Instituto de Física de Altas Energías).

**IGAE:** Intervención General de la Administración del Estado.

**IGME:** Instituto Geológico y Minero de España.

**INE:** Instituto Nacional de Estadística.

**INIA:** Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

**INTA:** Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial.

**IRB:** *Institut de Investigació Biomedica* (Instituto de Investigación Biomédica).

**ISCIII:** Instituto de Salud Carlos III.

**JAE:** Junta para la Ampliación de Estudios.

**MEDU:** Ministerio de Educación y Ciencia.

**MICINN:** Ministerio de Ciencia e Innovación.

**MINECO:** Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

**NASA:** *National Aeronautics and Space Administration* (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio estadounidense).

**NEBT:** Nueva Empresa de Base Tecnológica.

**NIH:** *National Institutes of Health* (Institutos Nacionales de la Salud).

**NSF:** *National Science Foundation* (Fundación Nacional para la Ciencia).

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

**OPI:** Organismos Públicos de Investigación.

**OTA:** *Office of Technology Assessment* (Oficina de Evaluación Tecnológica de Estados Unidos).

**OTRI:** Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación.

**PCyT:** Parque Científico y Tecnológico.

**PG46:** Política de Gasto 46.

**PGE:** Presupuestos Generales del Estado.

**PIB:** Producto Interior Bruto.

**PIE:** Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico.

**PM:** Programa Marco.

**PP:** Partido Popular.

**PSOE:** Partido Socialista Obrero Español.

**PYME:** Pequeña y Mediana Empresa.

**RAE:** Real Academia Española.

**RD:** Real Decreto.

**SCT:** Servicios científicos y técnicos.

**SECTI:** Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación.

**SJR:** *SCImago Journal Rank*.

**STET:** *Scientific and technical education and training (Enseñanza y formación científica y técnica)*.

**TD:** Tirón de la demanda.

**UCD:** Unión de Centro Democrático.

**UE:** Unión Europea.

**UIMP:** Universidad Internacional Menendez Pelayo.

**UK:** *United Kingdom (Reino Unido)*.

**UNED:** Universidad Nacional de Educación a Distancia.

**UNESCO:** *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

**UNIA:** Universidad Internacional de Andalucía.

**URSS:** Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

**USDA:** *United States Department of Agriculture* (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

**VTR:** Ventajas Tecnológicas Reveladas.





En colaboración con:

