



# LA CIENCIA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE EUROPA

*José Manuel Sánchez Ron*  
Real Academia Española de la Lengua

## Resumen

El desarrollo científico y tecnológico es el elemento diferenciador de la cultura occidental y está en la base del bienestar económico de los países más avanzados. Tras un pasado no demasiado brillante, en las últimas décadas la investigación científica en España ha progresado de forma significativa. Sin embargo, debemos seguir esforzándonos por mejorar la productividad industrial, lo que no se limita a la mera manufactura sino que implica también la generación de nuevos campos, nuevos productos e industrias que solo la I+D+i científico-tecnológica puede producir. Y para ello es necesaria una alianza entre lo público y lo privado, entre la investigación financiada con fondos públicos y la realizada en centros privados. En este punto probablemente se encuentra una de las mayores carencias españolas tanto del pasado como del presente.

## Abstract

*Scientific and technological development is the differential element of Western culture and the basis for the economic well-being of the most advanced countries. After a past that has not been particularly brilliant, in the last few decades, scientific research in Spain has progressed significantly. However, we must continue to make an effort to improve industrial productivity, which is not limited to mere manufacturing. It also involves generating new fields, new products and new industries that only scientific and technological R+D+i can produce. This requires an alliance between public and private; between research financed with public funds and that carried out in private centres. This is where, in the past and in the present, Spain has probably been most lacking.*

## 1. Introducción

Entre las muchas virtudes de José Ortega y Gasset, se encontraba la de percibir bien hacia dónde se debía dirigir una sociedad, un país, si no quería «perder el tren de la historia», si pretendía situarse entre las naciones de la vanguardia del desarrollo social, político y económico. Y cuando el siglo XX comenzaba a alborear, estaba claro que la ciencia era uno de los focos que iluminarían el futuro; de hecho, lo estaba haciendo ya desde hacía tiempo. Ortega entendió bien esto, como queda patente en un artículo («Asamblea para el Progreso de las Ciencias») que publicó en *El Imparcial* el 27 de julio de 1908, y en el que comentaba la iniciativa de la creación de una Asociación Española para el Progreso de la Ciencia, cuyo primer congreso tendría lugar en Zaragoza en el otoño de aquel mismo año. «Muchos años hace que se viene hablando en España de ‘europeización’», señalaba allí, «no hay palabra que considere más respetable y fecunda que esta, ni la hay, en mi opinión, más acertada para formular el problema español». El problema era, claro, definir qué era Europa, y en este punto Ortega no tenía dudas: «Europa = ciencia; todo lo demás es común con el resto del planeta». Por eso, el polifacético filósofo y ensayista hispano pensaba que aunque uno de los grandes problemas de

España era la educación, educar más y mejor a sus ciudadanos, y en particular a los jóvenes, «lo genuino, lo característico de nuestro problema pedagógico, es que necesitamos primero educar unos pocos hombres de ciencia, suscitar siquiera una sombra de preocupaciones científicas y que sin esta previa obra el resto de la acción pedagógica será vano, imposible, sin sentido».

«Europa = ciencia; todo lo demás es común con el resto del planeta», decía Ortega. Y entonces tenía razón, a pesar de que al otro lado del Atlántico, en Estados Unidos, se estuviesen sembrando las semillas que pronto germinarían en logros científicos de primer orden. Si tomamos en cuenta solo lo que sucedió a partir de la denominada Revolución Científica (siglos XVI y XVII), cuando se sentaron las bases (Galileo, Newton, Boyle, Harvey, Leibniz) de la ciencia moderna, ese delicado equilibrio entre indagación experimental y reflexión y síntesis teórica, la historia de la ciencia era –con mínimas excepciones (Benjamín Franklin, por ejemplo)– la historia de la ciencia hecha en Europa.

Con mayor frecuencia de la debida, esa historia se ha contado haciendo hincapié en los logros «puramente científicos» (una expresión esta que utilizo con renuencia), dejando de lado cómo esos logros se plasmaron en el beneficio de los humanos y de sus sociedades. Muchos creen que se cumple la siguiente «ecuación»: primero está la ciencia *pura*, o *básica*, que cuando *se aplica* se convierte en *tecnología*. Es indudable que esta ecuación se cumple a veces, incluso muchas veces, pero no siempre; recordemos, por ejemplo, el caso de la Revolución Industrial: la máquina de vapor, el fundamento de aquella revolución, fue anterior a la ciencia que explica los procesos de intercambio de energía que tienen lugar en ella, denominada, apropiadamente, *termodinámica*. De hecho, en los últimos tiempos, la relación entre ciencia y tecnología es cada vez más estrecha, fecundándose ambas mutuamente, hasta el punto de que se ha acuñado un nuevo término: *tecnociencia*; la tecnología necesita de la ciencia, pero esta también requiere de aquella.

No es posible comprender el siglo XVIII, aquella maravillosa, y conmovedoramente humana, centuria, la de la Ilustración, sin tener en cuenta el hermanamiento profundo que existe entre ciencia y tecnología, un hermanamiento con una sólida base moral: la de utilizar el desarrollo científico en beneficio de los humanos. Durante el Siglo de las Luces, en efecto, se consumó la transposición de la «propiedad» del concepto y estudio de la Verdad, de la religión a la ciencia, de los teólogos y sacerdotes, a los científicos y filósofos. En este sentido, se puede decir que terminaba la Era de la Cristiandad y comenzaba la de la Modernidad. Animados por la gran confianza que depositaron en la capacidad –científica y tecnológica– humana de comprender y utilizar la naturaleza, los ilustrados creyeron que era posible construir una sociedad más racional, justa y cómoda. Esta unión entre «razón» y «naturaleza», entre ciencia, tecnología y sociedad, queda clara a través del título de la obra más característica de aquella época: la *Enciclopedia o diccionario razonado de las ciencias, las artes y los oficios*, la *Encyclopédie* (1715-1768), coordinada por el filósofo Denis Diderot (1713-1784) y el físico y matemático Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783), autor él mismo de obras tan fundamentales para la ciencia del movimiento.

## 2. Ciencia, industria y economía en la Europa del siglo XIX

La ciencia es, por encima de cualquier otra consideración, conocimiento, pero no podemos olvidar que el conocimiento suministra poder. Es obvio que no siempre el saber da lugar a poder, mucho menos que el que sabe, el que produce conocimiento, el científico, tenga poder. De hecho, cuando se repasa la historia de la ciencia se comprueba que la relación entre ciencia y poder ha variado a lo largo de los siglos: no es la misma la relación entre ciencia y poder (o entre poder y ciencia) en la actualidad, o durante el último medio siglo, que a lo largo de otros períodos de la historia. Por supuesto que no necesitamos esperar a esas épocas, más recientes, para comprobar el «poder de la ciencia»: pensemos, por ejemplo, en Arquímedes, una de las cumbres de la ciencia de la Antigüedad, que aplicó su maestría científica a la invención de máquinas como el denominado «tornillo de Arquímedes», un tornillo espiral que se hacía girar dentro de un cilindro y que se podía utilizar para sacar agua de los canales, o a desarrollar armas que fueron aprovechadas durante el asedio romano a Siracusa (215-212 a.C.), cuando inventó una serie de instrumentos que mantuvieron alejada a la flota romana, al hacer que se incendiasen algunos de sus barcos. De la misma manera, podríamos recordar a Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) aplicando sus habilidades en química y física a problemas como el alumbrado público o a los propios de la Administración de Pólvora, la institución estatal encargada de la producción de pólvoras y salitres, de la que fue uno de los directores. Sin embargo, fue a partir de, aproximadamente, el primer tercio del siglo XIX cuando la relevancia de la ciencia para «el poder» (poder político, económico y militar) comenzó una nueva etapa. Y comenzó en Europa.

Dos ramas de la ciencia fueron las grandes responsables de que se produjera aquel cambio, aquella revolución: la química orgánica y la física del electromagnetismo. En la primera, tenemos que tuvieron lugar entonces una serie de avances, ligados a nombres como los del sueco Jacob Berzelius, los alemanes Justus von Liebig, August Kekulé, Friedrich Wöhler y August Hoffmann, o el británico William Perkin, que rápidamente encontraron aplicaciones en la industria, en la de los colorantes (o tintes) y en la farmacéutica especialmente. Nacieron entonces empresas, algunas de las cuales aún sobreviven, como Chemische Fabrik E. Merck (en la actualidad, Merck, Sharp & Dohme) o Badische Anilin-und-Soda-Fabrik (BASF). De hecho, no es posible comprender cómo Alemania llegó a convertirse en la gran potencia que fue a lo largo de la primera mitad del siglo XX sin tener en cuenta la creatividad de sus químicos orgánicos. En cuanto a la física del electromagnetismo, no solo generó nuevas y poderosas empresas (Siemens, por ejemplo) y mercados industriales, como el de la iluminación urbana o el de las comunicaciones telegráficas, terrestres primero y submarinas después, sino que esas mismas aplicaciones cambiaron aspectos esenciales de la vida.

Para que se lograra todo aquello, fue esencial que las universidades se diesen cuenta de que las ciencias físico-químicas—hasta mitad de siglo, reclusas administrativamente en muchos países en las facultades de Filosofía—necesitaban de instalaciones adecuadas, de laboratorios donde los estudiantes pudiesen tomar contacto directo con la experimentación. Así, algunos de esos estudiantes fundarían después empresas que enriquecerían a todos. Y en Alemania no faltaron

empresarios que reconocieron ese servicio, ayudando, en consecuencia, al desarrollo científico de su país, una lección que más tarde sería seguida en otros países, en Estados Unidos principalmente (en España, nunca ha llegado a tenerse en cuenta con profundidad y continuidad).

Si Alemania llegó a ser la nación poderosa en que se convirtió, fue precisamente por la atención que desde mediados del siglo XIX dedicó a la investigación científica, a sus protagonistas y a sus instituciones.

### 3. Europa y las revoluciones científicas del siglo XX

Al siglo XX se le puede denominar con justicia, el Siglo de la Ciencia. En él tuvieron lugar tres grandes revoluciones científicas: la de la física relativista (teorías especial y general de la relatividad, 1905, 1915) de Albert Einstein; la de la física cuántica, que alcanzó su primera síntesis con la mecánica cuántica (Heisenberg, 1925; Schrödinger, 1926); y la del ADN (Watson y Crick, 1953). Un hecho en el que hay que detenerse es que las tres se iniciaron en Europa: Einstein produjo su relatividad especial cuando trabajaba en la Oficina de Patentes de Berna y la general cuando era catedrático en la Universidad de Berlín y miembro de la Academia Prusiana de Ciencias; Heisenberg y Schrödinger eran alemán y austriaco, respectivamente, y aunque James Watson era un joven biólogo estadounidense que ampliaba estudios en Europa (algo ya de por sí significativo), la estructura del ADN, la molécula de la herencia, la descubrió junto al antiguo físico inglés Francis Crick en la Laboratorio Cavendish de Cambridge (Inglaterra). Sucede, sin embargo, que si analizamos el desarrollo posterior de esos mundos científicos, nos encontramos con que aunque existieron contribuciones europeas, fue en otros lugares, en Estados Unidos sobre todo, donde se tomó la antorcha científica europea: la relatividad general se incardinó en la cosmología y astrofísica experimentales, que tuvieron su mejor nicho en los grandes observatorios que se crearon en tierras norteamericanas (en los californianos de Monte Wilson y Monte Palomar, Edwin Hubble descubrió la expansión del universo); la electrodinámica cuántica y mucho del modelo estándar de la física de altas energías, fueron producidas por físicos estadounidenses, la misma nacionalidad que tenían la mayoría de los biólogos que desarrollaron la revolución del ADN (por ejemplo, la del ADN recombinante).

¿Por qué sucedió esto? Las razones son varias. Una, obvia, se halla en la historia política europea, en las dos guerras mundiales que la empobrecieron y dividieron. Además, las políticas raciales emprendidas por el régimen nazi obligaron a que muchos de sus mejores científicos abandonasen Alemania, instalándose una gran parte de ellos en Estados Unidos, ayudando así a que este país consolidase la posición de preeminencia científica, y subsidiariamente tecnológica e industrial, que ya que estaba alcanzando. Y es que la ciencia, la investigación científica, no es independiente ni de la política, ni de las ideologías o percepciones culturales de los grupos sociales o nacionales.

## 4. La ciencia en la Europa de la segunda mitad del siglo XX: el paneuropeísmo se extiende a la ciencia

Una vez finalizada la Segunda Guerra Mundial, se hizo patente que Europa, una Europa que para estos fines no incluía, no podía incluir, a la Unión Soviética, se había rezagado notablemente en investigación científica y que no podía competir con Estados Unidos en aquellos campos científicos que necesitaban de grandes recursos, la denominada *Big Science*. La única solución era que las naciones europeas uniesen esfuerzos. Y antes de que tal idea-necesidad se implantase en la ciencia europea, lo hizo en otros mundos. Así, en los primeros meses de 1948 nació la Organización para la Cooperación Económica Europea. En mayo del mismo año, tenía lugar en La Haya un Congreso de Europa, al que asistieron 800 personalidades y que contribuyó de manera importante a que un año después se fundara el Consejo de Europa. Por último, recordemos que a partir de 1950 se crearon los primeros organismos comunitarios europeos, comenzando con la Comunidad del Carbón y del Acero.

En semejante escenario, con una física nuclear prestigiosa, movimientos europeístas y la constatación de que Estados Unidos avanzaba rápidamente en la investigación nuclear, como demostraba la creación en ese país del Brookhaven National Laboratory, un centro de física de altas energías que servía a una serie de universidades de la costa este y cuyo modelo cooperativo no pasó desapercibido para los científicos europeos, no es sorprendente que surgieran en el Viejo Continente propuestas encaminadas a promover ese mismo campo científico. El Conseil Européen de la Recherche Nucleaire, o CERN, fue el fruto principal de tales iniciativas.

Brevemente expuesto, los pasos en el camino que conduciría al establecimiento del CERN fueron los siguientes: a finales de 1949 varias personas asociadas con los asuntos nucleares en Europa comenzaron a pensar seriamente en las posibilidades de una cooperación multinacional en el área. Las iniciativas más importantes provinieron de Raoult Dautry, administrador general del Commissariat à l'Energie Atomique francés. En la Conferencia Cultural Europea celebrada en Suiza en diciembre de 1949, se pasó una resolución que recomendaba que se procediera a estudiar la posibilidad de crear un instituto europeo para la ciencia nuclear, «dirigido hacia las aplicaciones en la vida diaria». Seis meses después el físico de la Universidad de Columbia (Nueva York), Isidor Rabi, presentaba una resolución en la Quinta Asamblea General de UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), celebrada en Florencia, invitando a la creación de laboratorios europeos, incluyendo uno de física nuclear (también mencionó la biología molecular). La propuesta fue adoptada por la Asamblea General de UNESCO el 7 de junio de 1950. Finalmente, en febrero de 1952 doce naciones acordaban financiar el proyecto: Bélgica, Dinamarca, Francia, Grecia, Italia, Holanda, Noruega, Reino Unido, República Federal Alemana, Suecia, Suiza y Yugoslavia (Austria se uniría en julio de 1959 y España en enero de 1961)<sup>1</sup>. En octubre el Consejo provisional de delegados aceptó que la pieza central del laborato-

<sup>1</sup> Aunque la entrada en el CERN presagiaba buenos aires no solo para la física española, sino, en general, para el conjunto de su ciencia, en la medida en que se podía favorecer el establecimiento de una dinámica apropiada de relaciones científicas internacionales, la alegría no duró demasiado, ya que España abandonó la organización en 1967 por motivos económicos (se estimó que la cuota que debía pagar era demasiado elevada). Fue en 1983 cuando merced a una decisión del gobierno presidido por Felipe González España se reintegró al CERN. Este reingreso se vio favorecido poco después por el que la física de altas energías fuese seleccionada como una de las áreas prioritarias del Plan Nacional de I+D que siguió a la promulgación de la Ley de la Ciencia.

rio fuese un sincrotrón de alrededor de 30 GeV y que este se construyese en Ginebra. En junio de 1953 el Consejo había elaborado el texto del Convenio definitivo, que entraría en vigor el octubre de 1954, cuando se reunió por primera vez el Consejo de lo que se puede denominar el CERN permanente.

Está claro que los promotores de la organización se aprovecharon del mito nuclear, de las ansiedades producidas por el comienzo de la Guerra Fría y por el deseo de reconstruir Europa. Pero es cierto también que estos argumentos no afectaban por igual a todas las naciones involucradas; explicar la génesis del CERN significa, de hecho, efectuar un delicado ejercicio en el que ciencia, política y diplomacia se combinan. Hay, por ejemplo, que tomar en consideración los intereses de naciones concretas, como Alemania, para quién formar parte del CERN significaba una manera de evitar la prohibición que le habían impuesto los aliados de investigar en física nuclear. Por otro lado, para Gran Bretaña las motivaciones europeístas no eran importantes (de hecho, se rechazaban, como cuando en abril de 1953 el Foreign Office manifestó que el Reino Unido «debería ser capaz de demostrar al mundo que la Organización no tiene de hecho significado político como un cuerpo europeo», declaración en la que se adivina el deseo de no perjudicar sus relaciones bilaterales con Estados Unidos; para los británicos, la justificación principal al unirse al CERN era la de poder acceder a un acelerador de entre 25 y 30 GeV). Para Suiza, que gracias a su neutralidad fue elegida para albergar conferencias decisivas en las iniciativas europeístas de la época, resultaba enormemente atractivo el hecho de que Ginebra fuese elegida para sede central del CERN. Esta ubicación también resultaba agradable para Francia, que al tener el laboratorio al lado de sus fronteras, podía aspirar a mantener una influencia cultural importante en la organización.

El fruto de todo fue, y continúa siendo, un centro de investigación en cuyos aceleradores y departamentos teóricos se han llevado a cabo avances de primer orden en física de altas energías, adelantándose en ocasiones a los físicos estadounidenses. El CERN, aunque ciertamente oneroso, situó a Europa en un lugar de élite en una rama de la ciencia que se significó especialmente a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, mostrando un posible camino para una ciencia de élite hecha en Europa.

Al CERN le siguieron otras organizaciones científico-tecnológicas paneuropeas: la *European Atomic Energy Community* (EURATOM), creada en 1957 por Bélgica, Francia, Holanda, Italia, Luxemburgo y la República Federal Alemana; la *European Research Organization* (ESRO; a partir de 1975, *European Space Agency*, ESA), establecida en 1962, con España uno de los países fundadores<sup>2</sup>; el *European Molecular Biology Laboratory* (EMBL, 1973); el *Joint European Torus* (JET, 1977); y, más recientemente, el ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*; esto es, 'Reactor Termonuclear Experimental Internacional').

En todas estas organizaciones, que albergan mucho de lo mejor que Europa puede ofrecer a la ciencia, y al igual de lo que he señalado en el caso del CERN, encontramos consideraciones, tensiones e intereses de índole político, lo que, por supuesto, no es sorprendente: ni

<sup>2</sup> El que España sea un miembro fundador de ESRO se debe en no pequeña medida a que ya existía —se creó en 1942— el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (Aeroespacial después) INTA, heredero de la tradición aeronáutica que existía en España desde comienzos del siglo XX (recuérdense nombres como Leonardo Torres Quevedo, con sus dirigibles, Emilio Herrera, fundador [1921] del Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos, o Juan de la Cierva, inventor del autogiro).

la ciencia ni los científicos viven, hay que insistir en esto, en torres de marfil, y al ser evidente su rentabilidad sociopolítica y económica, es natural que se produzcan pugnas nacionales en torno a ella. El ITER, el último ejemplo que he citado, constituye otro ejemplo. Se trata de un proyecto de gran complejidad planteado en 1986 para demostrar la factibilidad científica y tecnológica de la fusión nuclear (el mecanismo mediante el cual se produce la energía que «calienta» las estrellas, un mecanismo libre de los materiales contaminantes que se producen en la fisión nuclear). España fue candidata a ser su sede (se eligió a Valdellós), el lugar donde se construiría y experimentaría con él. Más concretamente, a lo que nuestro país aspiró fue a ser la candidata de la Unión Europea, uno de los socios del proyecto (los restantes eran Japón, Estados Unidos, Corea del Sur, la India, Rusia y China). Razonablemente, se pensaba que contar con semejante centro sería importante para el desarrollo científico hispano, y también que este traería recursos económicos importantes para la zona cercana a Valdellós. Sin embargo, Francia también se postuló como candidata, presentando como ubicación a Cadarache, cerca de Marsella. Se produjo entonces una dura lucha, tanto científico-tecnológica como político-diplomática, entre España y Francia, que finalmente se decantó a favor de los franceses, lo que constituyó uno de los grandes fracasos de los proyectos científicos internacionales de España. Cadarache, al que apoyaban la Unión Europea, Rusia y China, no era el único candidato: también estaba Rokkasho, en Japón, al que favorecían Estado Unidos, Japón y Corea del Sur. Finalmente, el 28 de junio de 2005, en Moscú, se llegó al acuerdo de que el ITER se instalaría en Cadarache, y el 24 de mayo de 2006 los siete socios, España uno de ellos, firmaron en Bruselas el correspondiente acuerdo, previendo un periodo de diez años para la construcción del reactor, que constará entre 5.000 y 10.000 millones de euros.

¿Qué lección hay que extraer de este episodio? Al menos una. Que aunque se seleccionen buenos objetivos para promover, en el ámbito internacional, el desarrollo científico y tecnológico español, la pugna es, y continuará siéndolo, dura, muy dura. No basta con buenas iniciativas, nadie dará nada gratis. La ciencia es poder económico y político (en su momento, el primer ministro francés, Dominique de Villepin, consideró que el ITER conllevaría la creación de 4.000 puestos de trabajo en su país). Y todos quieren tener de esto, de ese poder; cuanto más mejor.

## 5. La ciencia en España

Históricamente, la ciencia ha sido una de las asignaturas pendientes de España. Repetidamente, siglo tras siglo, cual si fuese una cantinela sempiternamente repetida, encontramos en la historia española de, al menos, los últimos tres siglos vibrantes manifestaciones en las que se clamaba por un mejor ciencia. Así, en 1898, después de la pérdida de Cuba, Santiago Ramón y Cajal, el mejor científico español de todos los tiempos, clamaba (*El Liberal*, 26 de octubre de 1898) que España había «caído ante los Estados Unidos por ignorantes y por débiles, que, hasta negábamos su ciencia y su fuerza», y que, en consecuencia, «era preciso regenerarse por el trabajo y el estudio».

No puedo, naturalmente, dedicarme a analizar la política científica –cuando la hubo– desarrollada en España a lo largo del Siglo de la Ciencia que fue el XX. Limitándome a unos breves apuntes referidos al periodo que se inició con la restauración de la democracia, diré que políticas científicas propiamente dichas comenzaron a introducirse sobre todo durante los gobiernos de Felipe González. Y al igual que los gobiernos del PSOE presididos por González, también los del Partido Popular (1996-2004) encabezados por José María Aznar mostraron su preocupación por la precaria situación de la investigación científica. De hecho, cuando se repasa la historia del último cuarto de siglo XX nos encontramos con que no existen demasiadas diferencias en lo que se refiere a las manifestaciones de los diferentes partidos políticos, y en particular los dos dominantes en el contexto nacional, el PSOE y el PP, sobre la importancia de la investigación científica y la necesidad de mejorar su calidad, en particular como medio para poder competir en el exigente universo de la generación de riqueza a través de la industria fuertemente dependiente del conocimiento científico. Así, hemos asistido a un curioso y a la postre contradictorio y desmoralizador proceso: el de las campañas electorales en las que la «cuestión científica» se ha convertido en una de las armas electorales más utilizadas, los dos grandes partidos prometiendo elevar el porcentaje del PIB para I+D (Investigación y Desarrollo) y establecer mejores medios para la investigación, promesas que no se terminaban cumpliendo, aunque a veces tomasen iniciativas esperanzadoras al principio, entre ellas la de aumentar algo el gasto en I+D (eso sí, con losas como la parte destinada al Ministerio de Defensa, nunca cuantificada y evaluada satisfactoriamente en lo que a sí realmente servía para promover la investigación científica o tecnológica). Tal fue, por ejemplo, el caso del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que aunaba ciencia e industria, creado el presidente Aznar en su segunda legislatura (2000-2004) y que, desgraciadamente, terminó fracasando rotundamente (la idea tenía su lógica e interés). Después vino el Ministerio de Ciencia e Innovación, establecido también durante una segunda legislatura (2008), esta vez la del presidente José Luis Rodríguez Zapatero. Las indudables buenas intenciones que animaron el establecimiento de este Ministerio, y las promesas de elevar sustancialmente el porcentaje del PIB dedicado a I+D, se vieron debilitadas considerablemente por la crisis económica que España está sufriendo, de manera más duradera que la mayoría de los países de la Unión Europea. Recursos destinados y prometidos para favorecer la investigación científica han sido dedicados a otros fines. Un ejemplo significativo se halla en la presente legislatura, la presidida por Mariano Rajoy, en la que la investigación científica ha pasado a depender del Ministerio de Economía y Competitividad, más concretamente de la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación. No es extraño que al verse obligada a competir con todo tipo de «elementos económicos», la I+D haya sufrido recortes importantes, y lo que acaso sea más grave por revelador, que la cuestión, el problema, de la ciencia en España haya desaparecido de los discursos del primer responsable del Ministerio, Luis de Guindos.

Ante tales recortes, y como es natural, la comunidad científica alzó la voz argumentando –con razón– que la investigación científica constituye un pilar esencial para construir un mejor futuro, social, industrial y económico. La historia de los dos últimos siglos muestra la fuerza de ese argumento, ahora bien, en una situación como la presente, con las cifras existentes de

desempleo y los problemas económicos que aquejan al país, es imprescindible discriminar, seleccionar ramas de la ciencia a las que se dediquen preferentemente recursos.

La tarea de discriminar se hace particularmente necesaria porque con anterioridad fueron frecuentes «ampliaciones», «dotaciones», indiscriminadas. Uno de los que ha señalado este punto es el biólogo marino del CSIC, Carlos Duarte. Lo hizo en un artículo («El gobierno de la I+D+i») publicado en *El País* el 21 de enero de 2013:

«La aceleración de la inversión en I+D en la primera legislatura de Zapatero creó enormes expectativas, pero también grandes ineficiencias: proliferaron infraestructuras 'singulares', muchas veces innecesarias u otorgadas por criterios puramente políticos o de 'café para todos' sin evaluación independiente [...]. La proliferación de plazas de investigación durante los años de bonanza llevó a una caída de los niveles de exigencia hasta niveles mínimos».

En un sentido parecido y en la misma tribuna (*El País*, «Ciencia para después de un rescate»), antes (25 de julio de 2012) otro profesor de investigación del CSIC, Pere Puigdomènech, señalaba que:

«Probablemente es hora que de que vayamos asumiendo que los presupuestos van a mantenerse austeros por muchos años y para muchos quedarán tal cual durante lo que queda de vida profesional. Hay que asumir que la recuperación se va a producir a medio o largo plazo. Mientras tanto deberíamos pensar cómo utilizamos los recursos de forma más eficiente para sobrevivir ahora y para que en cuanto la oportunidad se presente nuestra ciencia sea mejor que antes de la crisis».

Y entre sus propuestas para sobrevivir pero mirando al futuro, estaba la de apostar por la excelencia, en lugar de por rebajar lo mismo a todos:

«[Una] solución sería concentrar esfuerzos y dineros en unos centros, unos grupos y unos proyectos, al tiempo que eliminamos cualquier elemento del sistema que haga perder tiempo y dinero. Es decir, se trataría de apostar por la calidad o la excelencia, definidas de alguna forma, en lugar de por la cantidad».

Comparto este punto de vista. El problema, claro está, es qué ciencia de excelencia. Y en este punto, mi propuesta es la de priorizar aquella con buenas perspectivas socioeconómicas de futuro. No es, ya lo sé, la única solución posible; más aún, muchos, científicos sobre todo pero no solo científicos, considerarán esto un anatema, una violación del sagrado, para ellos, código del «valor supremo de la ciencia, del conocimiento, por sí mismo». No obstante, en realidad incluso aquellos que defienden semejante planteamiento se esfuerzan por introducir argumentos del tipo de «los retornos económicos» que su ciencia, cualquier ciencia, producirá en el futuro. Uno de los grandes y más frecuentes lugares comunes al respecto es citar lo que, según algunos (yo no tengo constancia de que lo dijese) el gran Michael Faraday respondió al ministro de Hacienda británico, William Gladstone, cuando este le preguntó sobre la utilidad

de sus investigaciones: «*Sir*, estoy seguro de que algún día usted podrá gravar el resultado de ellas con impuestos».

Tal vez de esta forma se podría atraer la atención de las empresas privadas hacia la I+D, algo particularmente necesario en España, en donde el mundo de «lo privado» ha desempeñado un papel muy pequeño en la promoción y desarrollo de la investigación científica, que ha estado básicamente en manos del Estado, de «lo público». Se necesitan iniciativas como la que transformó el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares en una fundación (ProCNIC) pública de competencia estatal, dependiente del Instituto de Salud Carlos III pero con financiación pública y privada, esta última totalizando cerca del 40 % del presupuesto total. Los mecenas que se reunieron en esta novedosa iniciativa fueron el Ministerio de Sanidad, el Banco de Santander, la Fundación Ramón Areces (El Corte Inglés), Inditex (Zara), 'la Caixa' y Prisa (también han aportado recursos Acciona, BBVA, ENDESA, FADESA, Gas Natural, REPSOL YPF y Telefónica). El que a un proyecto de origen público se hayan sumado empresas privadas, se ve favorecido, evidentemente, por la naturaleza aplicada del proyecto, la investigación traslacional, de doble dirección, que permita tanto la aplicación de conocimientos básicos al diagnóstico, tratamiento, pronóstico o prevención de las enfermedades cardiovasculares como contribuir a responder a los interrogantes científicos que surgen de la práctica clínica diaria en la cabecera de los pacientes. Sería de desear que surgieran iniciativas parecidas en dominios diferentes, en, por ejemplo, los relacionados con la microelectrónica, que tanta riqueza genera, o, incluso, en ramas mucho más «puras».

## 6. Mitos y realidades

Lo importante es siempre el futuro, lo que ha de venir, lo único que podemos sino imponer totalmente sí al menos condicionar. Y para orientar ese futuro es imprescindible, lo primero, ser críticos, cuestionar lo que se toma por sentado, que tal vez no sea correcto, o no totalmente cierto. Un ejemplo en este sentido se halla en un artículo («La búsqueda del bosón de Higgs») publicado en *El País* el 31 de agosto de 2012 por el director general del CERN, Rolf Heuer. En él, tras explicar en qué consistía el celebrado descubrimiento del bosón de Higgs y la participación de España en el centro, Heuer argumentaba que el CERN no solo era bueno para los españoles desde el punto de vista científico, sino por la experiencia que los jóvenes que pasan algún tiempo en Ginebra obtienen en campos como «la electrónica de punta y el desarrollo de *software*», momento en el que recordaba que la *www* se inventó, por Tim Berners-Lee, en el CERN. Ahora bien, Internet debe, efectivamente, mucho a la *www* y al CERN, pero también, por ejemplo, a ARPANET, la red de computadoras creada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, de la que ya existían planes en una fecha tan temprana como 1968, mucho antes de los trabajos de Tim Berners-Lee. Y en cuanto a la electrónica o el *software*, no sería justo dar la vuelta al argumento: aunque haya contribuido a su desarrollo, en esos campos la física experimental de altas energías es un beneficiario de otras disciplinas, «no tan grandes»

(esto es, a las que no calificamos de *Big Science*), como la física de la materia condensada, en la que englobo a la electrónica y la ciencia de los materiales.

Si queremos defender –y se puede– la (costosa) participación de España en el CERN, hay que hacerlo con argumentos no sesgados, defendiendo su valor intrínseco, no otros que se obtendrían más fácil y directamente en otros dominios. Y al entrar en semejante análisis, hay que tener en cuenta, algo que sin duda tenía muy presente Heuer: que España, el quinto mayor contribuyente al presupuesto del CERN con un 8,11 % del total, debía entonces 110 millones de euros, correspondientes a la mitad de la cuota del año 2011 y a la cuota íntegra de 2012, una cantidad en absoluto despreciable, que hay que considerar desde una perspectiva más amplia. A partir de 2013, por ejemplo, España redujo a la mitad su participación en los programas de la Agencia Europea del Espacio (ESA), a la que contribuye con el 7 % del presupuesto: de los 200 millones anuales de los últimos años, a 102 millones. Y no olvidemos que la ciencia y tecnología aeroespaciales tienen una larga tradición en España, y una innegable importancia económica.

España debería continuar siendo un miembro activo del CERN. Sin embargo, si el dinero que el Gobierno está dispuesto a dedicar para I+D no es suficiente para todo (por ejemplo, para ESA, o para el CIEMAT, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), entonces la discusión sobre cuáles deben de ser las preferencias tiene que ser «limpia», basada en un amplio rango de consideraciones, una discusión no contaminada por la mayor o menor popularidad social de las disciplinas involucradas.

Relacionado con lo anterior, está la cuestión de si es mejor proveer unos pocos proyectos con una financiación de, digamos, 750.000 euros, o multiplicar por tres los proyectos dotándolos con 250.000. Evidentemente, existen factores que influyen en semejante dilema, pero como planteamiento general merece tomarse en cuenta la segunda posibilidad. Entre otros motivos porque afecta al prestigio de la denominada *Big Science*. Citaré en este sentido una interesante manifestación del físico y desde hace tiempo futurólogo del Institute for Advanced Study, Freeman Dyson («The future of science»; en *Visions of Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011):

«El futuro de la ciencia será una mezcla de proyectos grandes y pequeños, con los proyectos grandes atrayendo la mayor parte de la atención y los proyectos pequeños obteniendo la mayor parte de los resultados [...]. Según nos dirigimos al futuro, existe la tendencia de que los proyectos grandes se hagan cada vez más grandes y menos numerosos. Esta tendencia es particularmente clara en la física de partículas, pero también es visible en otros campos de la ciencia, como la física del plasma, cristalografía, astronomía y genética, en donde dominan las grandes máquinas y bases de datos. Pero el tamaño de los proyectos pequeños no cambia mucho según transcurre el tiempo, porque su tamaño se mide en seres humanos [...]. Debido a que es probable que el número de los proyectos grandes se reduzca haciéndose además más lentos, mientras que los proyectos pequeños se mantendrán aproximadamente constantes, es razonable pensar que la importancia relativa de los proyectos pequeños aumentará con el tiempo».

La física de altas energías es, como recordaba Dyson, un claro ejemplo –mejor, es el paradigma– de *Big Science*, pero ¿no lo es también el Proyecto Genoma Humano? Refiriéndose a este proyecto, que logró (aunque con la inestimable ayuda, y competencia, de un «no tan grande» competidor, el grupo de Celera Genomics liderado por Craig Venter), cartografiar el genoma humano, Paula Stephan ha escrito en un libro titulado *How Economics Shapes Science* (Harvard University Press, 2012):

«¿Es mejor gastar 3.000 millones de dólares en el Proyecto Genoma Humano que en apoyar a 6.000 investigadores, dotando a cada uno de 500.000 dólares? Simplemente, no sabemos. Por lo que sé, nadie ha intentado hacer los cálculos. Aquellos que defienden el Proyecto Genoma Humano argumentan que ya se han producido beneficios sustanciales y que lo mejor está aún por llegar. También señalan los avances en tecnología que el proyecto Genoma Humano ha estimulado. Los críticos argumentan que el Proyecto Genoma Humano estaba sobredimensionado y que nunca se cumplirán sus expectativas. De alguna manera, ambos pueden estar en lo cierto. Grandes proyectos como el Proyecto genoma Humano, los experimentos que se están llevando a cabo en el Gran Colisionador de Hadrones del CERN, y la Iniciativa de Estructura de Proteínas no proporcionan necesariamente respuestas».

Aunque el libro del que he tomado esta cita se publicó en 2012, el año anterior, en mayo de 2011, se publicó un estudio del «impacto económico del Proyecto Genoma Humano», es decir, lo que reclamaba Paula Stephan. Preparado por Battelle Technology Partnership Practice, este estudio argumenta que la inversión de 3.800 millones de dólares que costó el Proyecto Genoma Humano ha producido un impacto económico de 796.000 millones de dólares y a la creación de 310.000 puestos de trabajo.

El segundo punto que mencionaré es un lugar común que se asume sin más, y que tiene que ver sobre todo con Europa. La pregunta es si el énfasis que se hace en la Unión Europea para favorecer los proyectos de investigación en los que participan científicos de varios países, es una manera eficiente de distribuir recursos. Sabemos, por supuesto, que detrás de esa política se halla el deseo por parte de los dirigentes de la Unión Europea de promover la integración europea, pero con respecto a la ciencia, ¿es buena esa dispersión? La propia Unión Europea parece tener dudas si tal dispersión es buena para poder competir en investigación científica con Estados Unidos, China o Japón, y en la reciente propuesta para su política científica ha decidido que dejará de contar como un factor positivo el de que en un proyecto participen diferentes países de la Unión: solo contará la excelencia del contenido del proyecto, independientemente de que en él participen científicos no comunitarios, pero, eso sí, que residan en Europa. Las fronteras de la investigación científica, se nos está diciendo, son diferentes a las que conducen al necesario equilibrio entre los países miembros de la Unión Europea.

No podemos vivir, efectivamente, al margen de Europa, pero la ciencia posee, como vemos, reglas muy especiales. Y esto me lleva a otro punto: el de España e Hispanoamérica.

## 7. España, Hispanoamérica y la ciencia

Además de la historia, al menos dos cosas nos unen a los países hispanoamericanos: el idioma, por supuesto, y unas contribuciones a la ciencia que no se corresponden con una comunidad formada por en torno a 400 millones de personas con una larga historia a sus espaldas.

Un repaso a la lista de los Premios Nobel de Ciencias (Física, Química, Medicina o Fisiología) muestra que los *nobel* que tuvieron como lengua materna el castellano son: Santiago Ramón y Cajal (Medicina, 1906); Bernardo Houssay (de Medicina en 1947; argentino); Severo Ochoa (Medicina, 1959; español); Luis Federico Leloir (Química, 1970; argentino); Baruj Benecerraf (Medicina, 1980; venezolano); César Milstein (Medicina, 1984, argentino) y Mario Molina (Química, 1995; mexicano). Siete en total; no muchos, pero en realidad la cifra es engañosa y exagerada: Ochoa, Leloir, Benecerraf y Molina obtuvieron el galardón por trabajos realizados en Estados Unidos, país cuya nacionalidad adoptaron, salvo Leloir; y las investigaciones de Milstein se llevaron a cabo en Inglaterra, nación de la que terminó siendo súbdito. Dos son las conclusiones posibles: los hijos de España e Hispanoamérica son capaces de logros originales y notables en ciencia, pero suelen conseguirlos como exiliados científicos de sus patrias de origen, razón esta que acaso explique el por qué no han sido, en cualquier caso, muy numerosos esos grandes científicos. Frente a esos siete *nobel* de Ciencias, once obtuvieron el Nobel de Literatura escribiendo en nuestra lengua, y cinco el de la Paz. De la Paz, para ciudadanos de naciones que tantas asonadas y regímenes dictatoriales padecieron (acaso por eso mismo valoremos –algunos al menos– tanto la paz). No veamos, eso sí, inferioridades «raciales» sino de medios y de culturas, como revelan los porcentajes del PIB para I+D; según los *Índices Estadísticos* de la UNESCO (julio de 2011), estos se distribuyen de la siguiente manera (obviamente existen diferencias notables dentro de las áreas geográficas elegidas): 2,6 % en Norteamérica; 0,6 % en Latinoamérica y el Caribe; 1,6 en Europa; 0,4 % en África; 1,6 % en Asia y 1,9 % en Oceanía.

Estamos, por consiguiente, España y las naciones de Hispanoamérica, no solo hermanados por la lengua sino también por la ciencia, o mejor por no haber logrado demasiados logros de alta distinción en ella. Durante las dos últimas décadas, la Real Academia Española ha intentado reforzar la comunidad lingüística que nos une, con una política lingüística común. Ahora bien, siendo importante la lengua no lo es tanto para el devenir de un país como la ciencia. Pero una idioma común y una historia con puntos de encuentro, podría facilitar un proyecto de cooperación en investigación científica en el que participasen España y las naciones hispanoamericanas (incluyendo también, si se cree conveniente, Brasil y Portugal). Un proyecto de colaboración en pie de igualdad, sin pretender que España ocupe una posición preferente, pretensión, por otra parte, que no se correspondería con la situación actual en todos los casos (Argentina, por ejemplo, aventaja a España en esfuerzos en I+D, y México en una nación con un gran potencial). No se trata que España descuide –no digamos ya abandonar– los caminos

científicos que mantiene en la actualidad en Europa o en otros centros de élite, sino que haga de la colaboración científica hispanoamericana un proyecto también importante. ¿Por qué? En primer lugar, porque reforzar las relaciones, en el ámbito que sea, con Hispanoamérica no hará sino mejorar la posición internacional de España. Y para reforzar esas relaciones no basta ya con el argumento de la historia y de una lengua común. Vivimos en un mundo que necesita más que eso para mantener alianzas. Historia y lengua no son suficientes ya para mantener relaciones preferentes con naciones con regímenes como los que hoy existen en, por ejemplo, la Venezuela de Chávez/Maduro, la Cuba de los Castro, la Bolivia de Evo Morales, el Ecuador de Correa o la Argentina de Fernández de Kirchner. Un proyecto como este podría tener otro efecto positivo para España. Se trataría en mi opinión de seleccionar como campos de investigación comunes no cualquiera que forme parte del casi inabarcable dominio de la ciencia, sino solo o preferentemente aquellos de los que quepa esperar con cierta rapidez retornos socioeconómicos; campos como, acaso, los vinculados al medio ambiente, combustibles, energías alternativas, medicina, química o comunicaciones. El efecto positivo para España tiene que ver con algo a lo que me refería antes: hacer hincapié en el valor de programas específicos de investigación y desarrollo, asociados a necesidades socioeconómicas concretas. Como señalé antes, para países como España puede ser necesario elegir y hacerlo teniendo en cuenta aquellos campos más rentables (Japón lo hizo desde finales del siglo XIX, y no le fue mal), más aún en la actual coyuntura en la que tantas limitaciones se nos está imponiendo. Es bueno, en este sentido, recordar lo que manifestó en octubre de 1954 Bernardo Houssay:

«El desarrollo científico es condición de libertad, sin él se cae en el colonialismo político, económico y cultural; además se vive en la pobreza, ignorancia, enfermedad y atraso. Estamos en una era científica y la ciencia es cada vez más importante en la sociedad y rinde más y mejores frutos. Es indispensable su cultivo para que un país tenga bienestar, riqueza, poder y aun independencia».

De una forma más conmovedora, y refiriéndose a los pueblos de Iberoamérica, en el discurso que pronunció el 29 de noviembre de 1985 en el II Encuentro de Intelectuales por la Soberanía de los Pueblos de Nuestra América, el gran Gabriel García Márquez clamó contra la falta de una educación en la ciencia que lastraba el futuro de Iberoamérica:

«Medio mundo celebrará el amanecer del año 2001 como una culminación milenaria, mientras nosotros empezamos apenas a vislumbrar los beneficios de la revolución industrial [...]. Los desmanes telúricos, los cataclismos políticos y sociales, las urgencias inmediatas de la vida diaria, de las dependencias de toda índole, de la pobreza y la injusticia, no nos han dejado mucho tiempo para asimilar las lecciones del pasado ni pensar en el futuro».

## 8. Ciencia y futuro

Decía antes que lo importante es siempre el futuro, y no solo porque es lo único en lo que podemos intervenir, sino también porque tenemos, o deberíamos tener, una obligación moral y cívica con los que vendrán después de nosotros. Y esto me lleva a la cuestión de si es posible prever algo del futuro de la ciencia.

Como historiador, sé bien que prever el futuro es un ejercicio muy arriesgado. Un buen ejemplo en este sentido son las palabras que se adjudican al más que notable físico estadounidense Albert Abraham Michelson –recibió el Premio Nobel de Física en 1907 (fue el primer estadounidense en recibirlo)–, quien en un discurso que pronunció el 2 de julio de 1894 durante la inauguración del Laboratorio de Física Ryerson de la Universidad de Chicago, manifestó:

«Parece probable que la mayoría de los grandes principios básicos hayan sido ya firmemente establecidos y que haya que buscar los futuros avances sobre todo aplicando de manera rigurosa estos principios [...]. Las futuras verdades de la Ciencia Física se deberán buscar en la sexta cifra de los decimales».

Un año después de que Michelson pronunciase estas rotundas, y a la postre equivocadas, palabras, en 1895 Wilhelm Röntgen descubría los rayos X y el año siguiente Henri Becquerel la radiactividad, que nadie sabía cómo encajar en el aparentemente tan firme, sólido y cerrado edificio de la física conocida, a la que ahora denominamos «física clásica».

Predecir, en definitiva, es arriesgado. Nadie predijo, y esta constatación es fundamental a la hora de cualquier consideración sobre la posibilidad de predecir el futuro científico, la mecánica cuántica, sobre cuyos pilares se levanta una buena parte del tecnologizado mundo actual. Y no debemos sorprendernos ya que se trata de una teoría entre cuyos fundamentos se incluyen apartados extremadamente sorprendentes y contraintuitivos (recuérdese, por ejemplo, el principio de incertidumbre de Heisenberg).

Una de las líneas maestras que en mi opinión guiarán, con intensidad creciente, a la ciencia a lo largo del presente siglo y los venideros, es la *interdisciplinarietà*, la reunión de grupos de especialistas –no necesariamente muy numerosos– en disciplinas científicas y tecnológicas diferentes, que, provistos de los suficientes conocimientos generales como para poder entenderse entre sí, colaborarán en resolver nuevos problemas, problemas que por su propia naturaleza necesitan de esa colaboración. La naturaleza, recordemos, es una y no conoce fronteras; somos nosotros, por necesidades prácticas las que las hemos establecido, constituyendo disciplinas que llamamos física, química, biología, matemáticas, geología, etcétera. Pero al ir avanzando en nuestro conocimiento de la naturaleza, se hace cada vez más necesario ir más allá de esas fronteras, hacerse ciudadanos de la interdisciplinarietà.

Una muestra magnífica de lo que estoy diciendo se encuentra en mi segunda predicción, que en realidad no lo es tanto, puesto que está casi a punto de ponerse en marcha. Me refiero al Proyecto del Mapa de la Actividad Cerebral.

En efecto, durante su discurso del Estado de la Unión del 12 de febrero de 2013, el presidente Obama anunció la puesta en marcha de un proyecto para establecer un mapa de la actividad cerebral (*Brain Activity Map Project*), con el propósito de estudiar todas las señales enviadas por las neuronas y determinar cómo los flujos producidos por esas señales a través de redes neuronales se convierten en pensamientos, sentimientos y acciones. Al defender el proyecto, que ha presentado de forma oficial en abril, Obama citó las cifras que he mencionado del informe preparado por *Battelle Technology Partnership Practice* sobre los beneficios del Proyecto Genoma Humano.

«Según los científicos», informaba el *New York Times* el 17 de febrero, «este proyecto abrirá el camino para desarrollar tecnologías esenciales para comprender enfermedades como el alzhéimer y el párkinson, al igual que para encontrar nuevas terapias para diversas enfermedades mentales. Además, el proyecto alberga el potencial de ayudar en el avance de la inteligencia artificial».

En el plano científico, el llamamiento a favor de semejante proyecto apareció en 2012 en la revista *Neuron*, en un artículo titulado «The Brain Activity Map Project and the Challenge of Functional Connectomics» y firmado por seis científicos: A. Paul Alivisatos, Miyoung Chun, George M. Church, Ralph J. Greenspan, Michael L. Roukes y Rafael Yuste, que es quien más ha impulsado la idea. Una simple mirada a los lugares de trabajo de estos autores revela lo interdisciplinar del proyecto: División de Ciencia de Materiales y Departamento de Química de Berkeley (Alivisatos), Departamento de Genética de Harvard (Church), Instituto Kavli del Cerebro y de la Mente (Greenspan), Instituto Kevin de Nanociencia y Departamento de Física del California Institute of Technology (Roukes) y Departamento de Ciencias biológicas de Columbia (Yuste).

Este proyecto durará años y aunque las cosas le vayan muy mal, los resultados que se obtengan de él marcarán una época, como lo está marcando el Proyecto Genoma Humano. Esa es la ciencia a la que España, y Europa, se deberían unir, una tarea que en este caso podría facilitar el hecho de que Rafael Yuste es uno de esos hijos de nuestro sempiterno exilio científico. Español de nacimiento y educación, Yuste lleva décadas en Estados Unidos, aunque mantiene relaciones con neurocientíficos españoles.

Adviértase, por cierto, la presencia de la nanotecnología en el proyecto del mapa de actividad cerebral. Si existe un lugar donde confluyen las ciencias de la naturaleza y las tecnologías que se basan en ellas, ese es, ciertamente, el mundo atómico, ya que a la postre los átomos y las unidades (protones, neutrones, electrones, *quarks*...) que los forman constituyen los auténticos «ladrillos del mundo». Ahora bien, hasta hace relativamente poco no se había desarrollado un campo de investigación en el que semejante base común manifestase una potencialidad de aplicaciones en campos disciplinares diferentes. Me estoy refiriendo a la «nanotecnología» y «nanociencia», campos de investigación y desarrollo que deben su nombre a una unidad de longitud, el nanómetro (nm), la milmillonésima parte del metro. La nanotecnociencia engloba cualquier rama de la tecnología o de la ciencia que investiga o hace uso de nuestra capacidad para controlar y manipular la materia en escalas comprendidas entre 1 y 100 nm.

Gracias a los avances logrados (sobre todo, por físicos y químicos) en el mundo de la nanotecnociencia, se ha conseguido fabricar nanomateriales que están comenzando a ser utilizados en todo tipo de ámbitos. Así, se puede utilizar una disolución de nanopartículas de oro de unos 35 nm de tamaño para localizar y detectar tumores cancerígenos en el cuerpo (hay una proteína presente en las células cancerígenas que reacciona con esas nanopartículas actuando como marcadores biológicos). De hecho, la medicina es un campo particularmente adecuado para utilizar la nanotecnociencia, y así ha surgido la nanomedicina, que es posible dividir en tres grandes áreas: el nanodiagnóstico (desarrollar técnicas de imagen y de análisis para detectar enfermedades en sus estadios iniciales), la nanoterapia (encontrar terapias en el ámbito molecular, yendo directamente a las células o zonas patógenas afectadas) y la medicina regenerativa (crecimiento controlado de tejidos y órganos artificiales).

## 9. Final

Termino. Y lo hago insistiendo en el caso español. Un repaso superficial a la historia de la ciencia española muestra que no ha sido el nuestro un hogar demasiado acogedor para la ciencia, independientemente de que podamos citar, con orgullo, algunos nombres ilustres, a la cabeza de ellos Santiago Ramón y Cajal, y de que sea posible argumentar con datos que en las últimas décadas la investigación científica en España ha progresado de forma significativa. Ante las carencias identificadas, frente a la frustración que produce el que los grandes nombres de la ciencia, los galardonados con los grandes premios, como el Nobel, continúan siendo personas naturales de otros países, a veces se ha dicho cosas como: «Es una pena, sí, pero podremos sobrevivir con dignidad siendo, lo que sobre todo somos, un país de servicios». El problema, o al menos un problema, es que ya ni siquiera esto está claro. En un artículo publicado en *La Tercera de ABC* el 16 de marzo de 2013 («La nueva frontera de la industria»), Fernando Becker, catedrático de Economía Aplicada de la Universidad Rey Juan Carlos I, señalaba:

«Si hemos de pensar en el futuro, parece arriesgado sustentar el crecimiento de la economía y del empleo en el exclusivo avance del sector servicios en el conjunto de la actividad económica. Es un hecho contrastado que cada vez resulta más difícil dibujar un límite claro entre los sectores tradicionales de la agricultura, la industria y los servicios. Por su parte, la desagrarización y la desindustrialización de las economías maduras a favor del sector servicios constituyen fenómenos comunes a todas ellas. Ahora bien, la evidencia empírica demuestra que el sector industrial disfruta de niveles de productividad notablemente superiores a los del resto de los sectores. Así lo demuestran los datos tanto a nivel internacional como para la industria española».

Es obligado, por consiguiente, esforzarse por mejorar la productividad industrial, pero esta tarea no se limita a la mera manufactura sino que implica también la generación de nuevos campos, nuevos productos e industrias que solo la I+D+i científico-tecnológica puede producir. Y para ello es necesaria, como ya he apuntado, una alianza entre lo público y lo privado, entre la investigación financiada con fondos públicos y la realizada en centros privados. En este

punto probablemente se encuentra una de las mayores carencias españolas tanto del pasado como del presente.