PPCCT - 2001 Dos Siglos de Ciencia en España

Ángel Martín Municio

Arbor CLXXIX, 706 (Octubre 2004), 365-404 pp.

«En la exposición de una ciencia, el método histórico tiene un valor incontestable», afirmaba Ladenburg en uno de los libros clásicos de su tiempo, hace casi siglo y medio, Historia del Desarrollo de la Química. Para añadir a continuación: «Sin duda ha de variar según los dominios a que se aplique, pero no es menos verdadero que la historia de la actividad y del saber humanos constituye uno de los estudios más interesantes. Para nosotros, la historia no es lo seriación, el alineamiento de hechos aislados según un orden cronológico y en apariencia fortuitos; es mucho más, es la escuela del espíritu humano y de la civilización». Y, exactamente en esta misma línea, el director de la Academia de la Historia escribía recientemente: 'los historiadores esperamos que nuestro oficio nos faculte para reunir conocimientos del pasado que permitan comprender mejor el presente. No parece pretensión excesiva, siempre que la mirada hacia el ayer se haga desde los interrogantes que nos plantea la comprensión de las realidades de hoy'.

Es con esta misma idea con la que necesitamos echar una mirada retrospectiva como experiencia indispensable para la inteligencia de lo que hoy sucede en los terrenos de la ciencia y la educación. Y, a la vez, bajo la que hemos de contemplar el desarrollo del conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas como factores esenciales para la calidad de vida de los ciudadanos, el progreso económico y el prestigio internacional de las naciones. Desarrollo y calidad de vida de los que, sobre todo, toman parte la salud, el ambiente, la educación, la cultura, los recursos naturales, la energía y la seguridad. Y a la necesaria actuación política para la potenciación de estas actividades se encaminan en la actualidad los sistemas nacionales de orientación, programación y evaluación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

El análisis, sin embargo, de cualquier etapa histórica, limitada obviamente en el tiempo y, además, en la geografía, no podrá llevarse a cabo desde la consideración de valores absolutos, sino teniendo en cuenta tres aspectos comparados fundamentales: de un lado, bajo la *doble dimensión de la profundidad y la extensión que nos ha venido ofreciendo la ciencia mundial*; de otro, desde la *perspectiva longitudinal de la evolución de la ciencia española*; y, sin olvidar, en tercer lugar, que, al lado de los hechos aislados de la ciencia y la educación, es obligada la consideración de la *presencia de una ciencia organizada*.

La ciencia, como es bien sabido, se ha desarrollado tradicionalmente en España de forma marginal, carente de apreciación social, y ajena a los marcos tanto de la cultura ciudadana como de la cultura empresarial y política, debido seguramente y en buena medida a una gran desatención institucional. Lo que, en cualquier caso, no ha sido obstáculo para que en escasos periodos de la historia y en algunos sectores muy singulares se hayan producido intentos de convergencia de la ciencia española con la ciencia europea. *Historia de las convergencias de la ciencia española* que alcanza hasta nuestros mismos días y de la que tendremos que echar mano para enjuiciar objetiva y críticamente los veinticinco últimos años de ciencia y educación en España. Y a este propósito, quizá sea pertinente dejar previamente marcadas las etapas de nuestra historia en las que, más o menos pronunciadamente, se dibujó esta convergencia; las que, con sus actores científicos y políticos, sus logros, sus carencias y las razones de sus escasos éxitos y sus fracasos abundantes, tendrán que responder de nuestra situación reciente. En esta historia se pueden configurar las etapas: 1. Transición de los siglos XVI a XVII, marcada por la creación de la *Academia Real Matemática* por Felipe II, en 1584. 2. La *Ilustración* en tiempos de Carlos III, marcada por las *expediciones americanas* y la creación de *instituciones científicas y educativas*. 3. *La reacción del 98* en las primeras décadas del siglo XX. 4. *La segunda mitad del siglo XX*, con tres presentes muy claramente definidos: la posguerra civil, la transición política y la Unión Europea.

Antecedentes

Dentro de la *perspectiva longitudinal de la ciencia española*, su ordinario nivel mediocre ha motivado un dualismo a ultranza, que, sin referirlo particularmente ni a tiempos ni a temas, se ha generalizado a todas las épocas a todas las circunstancias. Dualismo que ha dividido tradicio-

nalmente en dos bandos a los científicos de la gran cultura: los que creen con patriótica fe en nuestro cultivo de la ciencia y, en particular, de la matemática; y los más, que lo niegan.

Dualismo al que han contribuido numerosos personajes de nuestra cultura, entre otros Menéndez Pelayo, Laverde, Picatoste, Echegaray, Fernández Vallín, Rey Pastor y Olagüe, que se han ocupado de describir e interpretar la situación global de la ciencia española en un intento de abarcar, incluso, el siglo XVI. Las más de las veces no fueron sino ostentosos panegíricos, sin renuncia a todo género de calurosos adjetivos y sin argumentación válida alguna. A modo de ejemplo, la opinión general de Echegaray quedó reflejada en su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias, en 1866, en el siguiente párrafo: *‘Mas aquí he menester de toda mi fuerza de voluntad para no pagar tributo a sentimientos que, bien lo sé, son nobles y naturales en su origen, pero que deben, como todo lo humano, tener un límite, y es este límite la verdad severa de los hechos; para ahogar en mí el grito del amor patrio, que a todo trance quisiera hoy hacerme decir alabanzas que la historia con su elocuente voz me afirma que fueran inmerecidas’*. Y esta opinión la dejó reflejada en toda una colección de situaciones particulares, como las que reúnen los siguientes renglones, espigados de sus numerosas intervenciones en este sentido: *Angustiosísimas reflexiones se agolpan en mi mente al recordar este nuestro lastimoso atraso en uno de los ramos del saber que más glorias ha dado a la época moderna, y que tanto contribuye a vigorizar las más nobles facultades del alma, al ver como pasa uno y otro siglo; el XVI, el XVII, el XVIII (..) La ciencia matemática nada nos debe; no es nuestra, no hay en ella nombre alguno que labios castellanos puedan pronunciar sin esfuerzo (..) ¿Qué descubrimiento, qué verdad, quiénes los rivales de Fermat, de Pascal, de Newton, de Leibniz...? Yo los busco con ansia en los anales de la ciencia, y no los encuentro (..) Toda la culpa se debe al fanatismo religioso, a la Inquisición y sus hogueras, que ahogaron los intentos científicos de los españoles, ahumando sus cerebros con los gases desprendidos de los braseros inquisitoriales en los autos de fe’*. Frente a esta opinión de Echegaray, la de Fernández Vallín, seguidor de Menéndez Pelayo, referida al Siglo de Oro, no era sino la de que: *«No había en toda Europa en aquella centuria, a fines de la anterior y principios de la siguiente, filósofos que superaran a los españoles, ni humanistas tan notables, ni teólogos tan consumados, ni canonistas tan insignes, ni místicos tan sublimes, ni historiadores tan eruditos, ni médicos tan renombrados, ni naturalistas tan sabios, ni físicos y químicos tan expertos, ni matemáticos tan conocidos en las universidades extran-*

... jeras, ni astrónomos y cosmógrafos que aventajasen a los nuestros». Parecería que con esta ciencia, superior a la de toda Europa, no habría habido necesidad del toque a rebato de Laverde: «Vengan los sabios de todo el orbe cristiano a defender y sacar del olvido la ciencia española. Defendiéndola, defenderán el catolicismo; sacándola del olvido, franquearán un arsenal riquísimo a los paladines de la Iglesia' Y el mismo Menéndez Pelayo, en las páginas dedicadas a la Matemática aseguraba 'que los astrónomos españoles del siglo XVI eran estimados por de los más eminentes de Europa, y venían los extraños a recibir sus enseñanzas (..) y tuvieron en su tiempo tanta notoriedad como cualquiera de los grandes matemáticos extranjeros:'

El mismo Echegaray se refería autobiográficamente en sus *Recuerdos* al ejercicio profesional comparado de las matemáticas de la manera siguiente: *Las matemáticas fueron, y son, una de las grandes preocupaciones de mi vida, y si yo hubiera sido rico o lo fuera hoy, si no tuviera que ganarme el pan de cada día con el trabajo diario, probablemente me hubiera marchado a una casa de campo muy alegre y confortable y me hubiera dedicado exclusivamente al cultivo de las ciencias matemáticas. Ni más dramas, ni más argumentos terribles, ni más adulterios, ni más suicidios(..). Pero el cultivo de las altas matemáticas no da lo bastante para vivir. El drama más desdichado, el crimen teatral más modesto, proporciona mucho más dinero que el más alto problema de cálculo integral (..)°* Con análogo argumento, Gumersindo Vicuña, en la apertura del curso académico 1875-76 de la Universidad Central, ofrecía el siguiente panorama: *«(...) el estudio de las ciencias físico-matemáticas en nuestras universidades estaba casi abandonado durante el pasado siglo XVIII y buena parte del actual (..). Un extracto de la geometría de Euclides, algún resumen de aritmética, nada o casi nada de álgebra, unas nociones de cosmografía, otras de música, y una disertación, inspirada en la filosofía aristotélica, sobre los fenómenos naturales, a esto estaba reducida la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas. Las cátedras correspondientes, mal dotadas y poco concurridas, las desempeñaban frecuentemente auxiliares indoctos. Las reglas empíricas sustituían a las investigaciones teóricas, y en Salamanca se daban lecciones de canto en lugar de la teoría acústica de la música». Para concluir que «hasta 1845 estábamos en pleno siglo XVI». Y puede que no fuera esta la primera crítica –pero seguramente no fue la última– a la situación de la educación universitaria, tan íntimamente ligada a la de nuestra pobre creación científica; y si ahora lo es en el campo de las ciencias fisicomatemáticas, más adelante –y más de medio siglo después– lo será en el de la biología.*

Más recientemente, terciando quizá en la forma, pero adscribiéndose en el fondo a uno de los extremos de esta polémica, Rey Pastor no desperdició ocasión de tomar parte en ella, como cuando, en 1934, en el prólogo de *Los matemáticos españoles en el siglo XVI* destacaba las siguientes afirmaciones: *‘Ante el anuncio de un estudio sobre Historia de la Matemática en España, alguien opondrá una objeción: ¿No se ocupó ya de ella nuestro gran Menéndez Pelayo en su Ciencia española? ¿no desarrolló este tema el no menos grande Echegaray en su discurso de ingreso en lo Academia de Ciencias de Madrid?, ¿no dijo lo última palabra de aquella contienda el monumental discurso del Sr. Fernández Vallín, al ingresar en la misma docta Corporación? Efectivamente, todos estos trabajos existen; y aún se podrían añadir algunos otros que de Historia de la Ciencia en España, o de la Matemática en particular, se ocupan. No haré una crítica de aquellas obras; pero tengo que justificar la oportunidad de estas páginas, explicando el objeto que con ellas me propongo. El discurso de Echegaray, fogoso y brillante como todos los suyos, se escribió en una época en que la lucha de ideales políticos opuestos alcanzaba su periodo álgido; época que imprimió un sello especial a toda una generación casi ya desaparecida, la cual llena un periodo importante de la Historia de España; época más propicia para la vehemencia de la polémica que para la serena calma del trabajo científico. Toda labor de entonces, caldeada al contacto con el medio ambiente, se convertía en arma de combate; y el discurso de Echegaray lo fue’.* De esta manera, Rey Pastor se refería a la famosa sentencia de Echegaray: *«Cuando el suelo tiembla, tiemblan los palacios y tiemblan las chozas»*, con la que vinculaba el fracaso científico a las inestabilidades políticas del siglo XIX.

Rey Pastor buscó el fiel de ambos extremos en opiniones más desinteresadas, por menos vinculadas a nuestra acción política. Y, así, se preguntaba: *‘Cómo respondió la realidad a aquellas risueños esperanzas, ¿modificó Europa su equivocado concepto? ¿dio entrada solemne en la Historia de la Ciencia o la pléyade de sabios españoles, tan elocuentemente defendidos? Y ante este planteamiento, uno de los grandes historiadores de la matemática, el sueco Eneström, afirmaba en 1891: «La interesante obra de Vallín –antes mencionada– do muchas noticias, pero desgraciadamente son más bien bibliográficas que científicas; sus indicaciones son, en general, demasiado vagas para formar idea del valor científico de estas investigaciones. Sería pues de desear que esos escritos fuesen examinados por algún docto español para tener una respuesta definitiva a la pregunta de los méritos científicos de los matemáticos españoles en el siglo XVI’.* Venía muy bien esta idea para reforzar la tesis de Rey Pastor

quien, en su introducción a la Historia de los Matemáticos españoles del siglo XVI insistía: «*La pregunta de Enestróm, la pregunta de Europa sigue sin contestarse. Los libros matemáticos españoles que la infatigable actividad de Menéndez Pelayo, Vallín y Picatoste descubrió en nuestras bibliotecas, duermen el sueño del olvido, esperando ese docto español que desentrañe sus secretos para resolver un problema de la Historia de España*». Aunque Rey Pastor no lo pensara de sí mismo, cabe asegurar, sin embargo, que pocos españoles como él, tan doctos en la historia de la matemática y en la ciencia española en general, para que sea dada a su opinión la máxima credibilidad.

A propósito de nuestra ciencia del XVII, y en particular de la creación de la Real Sociedad de Medicina y demás Ciencias de Sevilla, se refería Marañón de esta manera: «Fundáronla en 1697 siete hombres de buena voluntad que, como dice Menéndez Pelayo, fueron los adelantados en la lucha contra el dogmatismo. Aún no había entrado en España, con la pompa latina de los Borbones, el viento francés, henchido de novedades y de audacias. Todavía reinaba, aunque ya era casi una sombra, Carlos II, rodeado de fantasmas que obturaban cuidadosamente cuantas rendijas permitieran que entrara en la Península el aire y la luz de fuera. Y, sin embargo, estos hombres quijotesco, entre rosas y naranjales, en plena Andalucía, donde el letargo no necesita estímulos para dar de sí toda su eficacia negativo, inventan una Sociedad para hacer progresar lo ciencia, con carácter resueltamente cismático y rebelde frente a la dogmática Universidad».

Esto y poco más heredamos del siglo XVII. A no ser el nombre de Hugo de Omerique, muerto en 1700, el único matemático español de este siglo con merecimientos para ser recordado, en opinión de Echegaray; y la contribución de Daza de Valdés a la optometría con su libro *Uso de los Antojos*.

Al siglo XVIII aun el mismo Echegaray le reconoce sus méritos de esta manera: «*(..) en las ciencias aplicadas, en las que como la mecánica, la astronomía, la geodesia, la navegación, son las matemáticas puras auxiliar poderosísimo, y tanto que hasta se designan aquellas con el nombre de matemáticas aplicadas o mixtas, hay dos nombres ilustres y de reputación europea que yo debo recordar, siquiera por dar un rayo de luz a un cuadro tan sombrío; son estos don Antonio de Ulloa y el insigne don Jorge Juan (..) Yo reconozco el profundo saber de estos marinos, y aprecio en lo que valen sus interesantes trabajos geodésicos; yo sé que la célebre obra del último, titulada Examen marítimo teórico y práctico ha sido única en*

Europa por muchos años, y ha recibido el honor de ser traducida y comentada en varias lenguas (..) Yo pronuncio con orgullo, con legítimo orgullo, el nombre de don Jorge Juan, y admiro, en fin, esta magnífica figura, honra y prez del ilustre Cuerpo de Marina (..)».

La Ilustración

Las gentes de la *Ilustración*, en el siglo XVIII, llevaron a cabo una notable aportación española a la ciencia europea. Las características de la ciencia europea de la época y, también, las de la ciencia española, y, obviamente sus relaciones, hubieron de plantearse bajo la influencia de la *revolución de la química* y las exigencias de la nueva ciencia. La idea central que subyace en el conjunto de estas relaciones es la de que la instauración con Felipe V de la monarquía borbónica a comienzos del siglo XVIII significó el intento de adopción de un modelo social análogo al dominante en Francia, incluida la aceptación del nuevo espíritu científico. Nuevo espíritu científico que fue fruto de la gestación, a lo largo del siglo XVII, de las ideas que permitieron el desarrollo de la ciencia moderna en los siglos siguientes hasta nuestros días. Además de las nacientes aportaciones científicas, el nuevo espíritu tuvo otras consecuencias que añadir al entorno social de la época. La ciencia logró convertirse en la única beneficiaria de la razón; o, de otra manera, fuera de sus límites solo permanece lo irracional. Y, desde entonces, lo racional y la ciencia forman un mismo universo; un poderoso universo que llegó a usufructuar el poder político, que logró extenderse sin fronteras, y que venció a fanatismos y religiones. La ciencia llegó a conformar un hecho social íntegro que se tradujo en efecto en su acercamiento en bloque al poder; y, en palabras del historiador Michel Serres «(..) desde las matemáticas a la economía pasando por la física, la química, la historia natural y la medicina, toda la ciencia se introduce de golpe en la política, no individualmente sino en bloque (..) De la ciencia surge de pronto un bloque que se prepara para hacerse con todos los puestos; los sabios piensan, viven, actúan, dentro de un colectivo que obedece a sus propias leyes. Nadie pone en duda que este fenómeno se ha ido preparando lentamente durante dos siglos para acelerarse al final, aunque la Revolución Francesa le brindó la ocasión de cristalizarse. En nombre del saber, la ciencia tiende a convertirse en un hecho social íntegro».

Pocos años antes de la instauración de la nueva dinastía, aparecía la primera edición del *Diccionario de la Academia francesa*; se publicaron

los *Principia mathematica* de Newton, y el *Tratado de la luz* de Huygens; nació, con Stahl, la teoría del flogisto, la última versión de la alquimia acerca de la oxidación, que desaparecería con el advenimiento de la química moderna, casi un siglo después, gracias a Lavoisier; Leuwenhoeck publicó sus resultados de sus *observaciones microscópicas*; se observó el cometa Halley; y se fundó el Banco de Inglaterra.

Y en aquel ambiente ilustrado de la época existieron ya planteamientos tales como la *participación política del gobierno en el desarrollo de la ciencia*, las *relaciones internacionales*, la *transferencia de la tecnología*, las *conexiones investigación-industria*, la *participación de la iniciativa privada*, la *contratación de personal extranjero* y la *formación de españoles en los grandes centros europeos*, las *repercusiones económicas de la investigación*, la *atención al equipamiento instrumental*, los *temas prioritarios*, etc. Situaciones todas ellas que, con los mismos nombres o bajo otras etiquetas como las *infraestructuras*, los *sistemas de I+D*, etc. se siguen incorporando, dos siglos después, a la sociología de la ciencia. Ambiente al que contribuyeron, sobre todo, la política de la Corona de formación en instituciones extranjeras de renombre de jóvenes científicos españoles, y el reclutamiento de científicos y técnicos extranjeros para la dirección de explotaciones mineras e industriales o para el ejercicio de la docencia, como Storr, Chavaneau, Proust, etc. Y sucedió que mientras los científicos españoles –Munibe, Carbonell, Aréjula, Garriga, los hermanos Elhuyar, etc.– estudiaban en Europa, Coulomb descubrió la electricidad, Schelle aisló el ácido cianhídrico, Cavendish llevó a cabo la síntesis del agua; y Lavoisier lideró la reforma de la nomenclatura química. Y fue también bajo este ambiente en el que los españoles realizaron sus mejores aportaciones a la historia de la química y la metalurgia. Los riojanos hermanos Elhuyar descubrieron el elemento 75, el wolframio, en muestras de las minas de Sajonia; el madrileño Andrés Manuel del Río, graduado por Alcalá, descubrió en 1801 el eritronio, elemento 23, más tarde rebautizado como vanadio; y anteriormente, en 1736, el platino lo fue por Antonio de Ulloa, miembro de la expedición hispanofrancesa de La Condamine.

En 1717 se había creado en Cádiz la *Real Compañía de Caballeros de Guardias Marinas* que, años más tarde, se pondría a la cabeza de los centros científicos españoles. De ella salieron los representantes españoles que participaron en la expedición de La Condamine, ya mencionada, organizada por la Academia francesa en 1737 para medir el meridiano terrestre en el Ecuador. Representación que recayó entre los alumnos; precisamente, don Jorge Juan, de 21 años, y don Antonio de Ulloa, de 19.

Las *expediciones científicas* a América fueron calificadas de botánicas, pero, sin responder a un criterio uniforme, cumplieron una gran variedad de actividades de índole tecnológica –de minas y de pesquerías, sobre todo–, económica, antropológica e, indudablemente, política. Sin que dentro de estas actividades estuvieran ausentes las iniciativas y asesoramientos para la creación de cátedras, universidades e instituciones científicas. La *expedición de Nueva Granada* tuvo en el polifacético José Celestino Mutis una figura excepcional en lo social y lo científico; «*no me horrorizan, Señor –aseguraba Mutis– las indecibles incomodidades de que consigo trae el trabajoso estudio de la naturaleza. Los sabios, en sus gabinetes o en las escuelas, pasan con toda comodidad los días enteros, recogiendo a pie quieto el fruto de su aplicación*». La *minería de la plata*, en los Reinos de Nueva Granada y de Nueva España, dirigida por los hermanos Elhuyar, pudo continuarse en España, entrado el siglo XIX, con la organización de los establecimientos mineros bajo la dirección de Fausto Elhuyar.

Primer esfuerzo serio de la ciencia española, casi exclusivamente de la química y de la historia natural, y primeros resultados hacia la convergencia con la ciencia europea, en coincidencia con un periodo de estabilidad política, de creación de instituciones científicas y de protección a las manifestaciones culturales –*Sociedades Patrióticas, el jardín Botánico, el Real Gabinete de Historia Natural*, etc.–, entre cuyas misiones figuraba la de *reunir las principales riquezas de los amplios dominios de la Corona, encargando a clérigos y funcionarios su envío desde los más remotos confines del mundo*. Sin embargo, la misma expedición dirigida por Mutis no había enviado a Madrid, durante los seis años oficiales de su funcionamiento, ningún tipo de materiales, y los recelos de la Corte se agravaron por los litigios que ya habían surgido en el reparto de las colecciones de la expedición a Perú. Y la última de las expediciones auspiciadas por la Corona, en 1789, en el reinado de Carlos IV la famosa expedición de Malaespina, fue durante cinco años el ejemplo más claro de proyecto político-científico de la corte borbónica. Su final no fue, de todas maneras, aleccionador; caído el capitán Malaespina en desgracia de Godoy, llegó a ser encarcelado y desterrado a Italia.

Sobre la presencia de la ciencia española en el siglo XVIII, Juan Fagés, catedrático de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central, en su ingreso en la Real Academia de Ciencias, en 1909, desarrolló el tema «Los químicos de Vergara y sus obras». Y, entre otras cosas, es muy digna de notar la siguiente idea: «*.....nuestro presente científico tiene bastantes analogías con el de la mitad del siglo XVII; ahora, como entonces,*

notamos el desnivel existente entre las demás naciones y la nuestra en ciencias experimentales, aun siendo la actual cultura española, en este sentido, muy superior a la de aquella época; ahora también, como entonces, anhelamos progresos y nos esmeramos en elevar nuestro nivel científico. Es, pues, oportuno poner la historia ante los ojos de los que no la conozcan, para imitar ahora lo que entonces resultó provechoso y evitar los errores y equivocaciones en que se incurrió, notados unos en aquella misma época, y solo apreciados otros por la posteridad que con ánimo más sereno y desapasionado, y abarcando periodos más amplios, juzga mejor la utilidad o la inutilidad de los medios empleados, sus imperfecciones de ejecución, y acaso las torcidas sendas, a veces seguidas con o sin malicia, que bastardean la noble idea fundamental». Una gran conexión con este asunto guarda la creación de la *Real Sociedad Bascongada de Amigos del País*, en 1764, con el favor de Carlos III. El mismo Fagés afirmó de ella: «(.) fue la creación de una Sociedad para el progreso de las ciencias, llevada a cabo por la iniciativa de caballeros particulares extraños a la administración pública, independientes del profesorado y desconocedores de las ciencias que quieren difundir, pero que las estiman, y con razón, comprendiendo su importancia y utilidad. Fue una Sociedad fundada, y en gran parte sostenida, por personas científicamente vulgares, y no ofendo su memoria calificándolas así, porque ellos mismos declararon su ignorancia, y cuando se olvidaron de ella y presumieron de sabios o de ilustrados, en ciencias experimentales al menos, es cuando cometieron graves errores. Esta ignorancia es su elogio; reunirnos los que cultivamos las ciencias, para procurar su progreso, es nuestra misión, y no merece alabanzas; lo meritorio es formar y costear una Sociedad de esta índole personas extrañas a aquellas, como eran los nobles vascongados, y esto es lo que siempre será laudable; por esto merecen estos caballeros respeto y admiración, y por esto se han hecho dignos de ser imitados». La Sociedad vascongada inauguró en el otoño de 1777 el Real Seminario Patriótico de Vergara. En esta Escuela, por encargo y orden del Rey, se contrataron con 15.000 reales cada una —sueldo espléndido para la época, considerando sobre todo que los profesores disfrutaban de mesa y casa en el Seminario— dos cátedras a cargo de los profesores franceses Francisco Chavaneau y Luis José Proust. El primero para enseñar física, y lengua francesa y química el segundo. Al parecer fue muy breve la estancia en Vergara de Proust, según el mismo Fagés, ‘por el poco amor que demostró a lo enseñanza, poca subordinación a los reglamentos y un carácter independiente y exigente’. Aprovechando la llegada de Elhuyar a Vergara, la Escuela prescindió de Proust, y la física y la química corrieron a cargo de Chavaneau. Precisamente, por recomendación de Lavoisier, pasó

Proust a depender del Rey Carlos III, y, como una adivinanza, reseñan los Anales de Segovia el 1 de junio de 1791: «Hace hoy día 6 años y medio que entré a servir a S.M. el Rey, 5 y medio que vine a España; 3 que estoy en Segovia; y 2 que tomé posesión de mi laboratorio (..):’ Sin embargo, la situación del país fue causa de que, aún en 1806, el laboratorio de Proust no tenía visos de terminarse; tanto que, en 1807, el gran químico francés abandonó España sin haber podido trabajar en el nuevo laboratorio. Conviene de todas formas aclarar que de esta época data su famosa controversia con Berthollet, que dio como resultado la formalización de una de las primeras normas de la incipiente legislación de la química: la Ley de las proporciones definidas. Como dato, curioso al menos, para la historia, S.M. el Rey Juan Carlos I inauguró un monolito, frente a la Casa de la Química, en la glorieta del Alcázar de Segovia, en el que aparece cincelado el texto de la famosa Ley de Proust o de las proporciones definidas.

Esta traída de profesores franceses fue compaginada por la Sociedad Bascongada con el envío al extranjero de jóvenes estudiosos. Uno de ellos, prematuramente muerto a los 23 años, fue Ramón María de Muni- be, primogénito del Conde de Peñaflorida, que estudió en Francia y Sue- cia las industrias y ferrerías, y asistió en París al curso de química de Rouelle, maestro de Lavoisier. Y penetrando en el primer cuarto del si- glo XIX, dos hombres de ciencia renombrados fueron Antonio de Martí Franqués y Fausto Elhuyar; modelo el primero de autodidactos, y proto- tipo el segundo de una gran formación científica. Juan José Elhuyar fue alumno de la famosa Academia de Minas de Sajonia y pasó después a di- rigir las explotaciones mineras de Nueva Granada, en cuyo reino murió; su hermano Fausto trabajó en la Universidad de Upsala, pasó luego a di- rigir las explotaciones mineras de Nueva España y se reintegró a Es- paña, comenzado el siglo XIX, para encauzar el desarrollo técnico de la minería, y el educativo con la creación de Escuelas especializadas. Am- bos firmaron, en 1783, el trabajo Análisis químico del volfram y examen de un nuevo metal que entra en su composición. Se trataba del descubri- miento, ya mencionado, de un nuevo elemento químico, el wolframio, en la sede de la Real Sociedad Bascongada y la Academia de Ciencias, Ins- cripciones y Bellas Artes de Tolosa.

Al progreso de la Historia Natural se refiere Bolívar asegurando que en tiempos de Fernando VI se había procurado que personas reputadas por su saber en Historia Natural vinieran a España a difundir los cono- cimientos de esta ciencia, y así llegaron a nuestro país Lófling, célebre discípulo de Linneo, y el irlandés Bowles que, contratado por orden del

Rey en 1752, casi al final de su reinado, fue encargado de estudiar las producciones naturales de nuestro suelo y establecer el *Gabinete de Historia Natural*. Para albergar este gabinete, precisamente, se construyó el edificio que hoy ocupa el Museo del Prado. En 1755, se fundó por Fernando VI el *jardín Botánico del Soto de Migas Calientes* a orillas del Manzanares; y, en 1781, se trasladó a su actual emplazamiento del Retiro, al lado del *Gabinete de Historia Natural*.

Como resumen de toda esta época, Fagés concluyó que «cosecha hubo, pero para un esfuerzo máximo, el rendimiento fue mínimo»: Es posible que, desde la perspectiva posterior, no se lamentara tanto la ausencia de siembra científica en el siglo XVIII, como la alteración del ritmo de crecimiento y el quiebro de su ulterior desarrollo antes de que se alcanzara el tamaño crítico imprescindible. En este sentido se expresó don Cipriano Segundo Montesino, Duque de la Victoria, al contestar al discurso de ingreso académico de don Práxedes Mateo Sagasta, en 1897, en la Real Academia de Ciencias: «(...)cuando nuestros Gobiernos se afanaban solícitos y generosos por restaurar y fomentar los estudios en España sorprendiéndonos este tumultuoso y en todos sentidos agitado siglo XIX, en cuyo primer tercio bastante hicimos con lograr salvarnos de la borrasca política y administrativa que en contra nuestra muy en sus albores se desató, y que en diversas ocasiones nos puso muy a punto de perecer, y amagó concluir más de una vez con lo personalidad y vida de la nación española».

Parece claro –y puede quedar como *conclusión parcial* de este estudio– que con la entrada del siglo XIX se difuminó primero y acabó colapsándose esa cierta convergencia global de la ciencia española ilustrada con la ciencia europea. Y, entre sus motivos, el declive en el interés de la Corona y de sus Instituciones en la transición hacia el siglo XIX y en sus comienzos; a lo que añadir el empeño de Francia por los productos americanos como materias primas para el análisis, la determinación de las estructuras químicas de los nuevos productos –alcaloides, esteroides, glicosidos, azúcares, aminoácidos, etc.– y sus aplicaciones farmacológicas; campo este en el que España no pudo emparejarse con la investigación europea. En efecto, ni los directores de las empresas botánicas del siglo XVIII, ni la incipiente organización de la ciencia española, alcanzaron a medir el inmenso potencial de las hojas y las cortezas de aquellas nuevas plantas americanas. Tampoco tuvieron a su alcance, intelectual y económico, la visión de la nueva química de los productos naturales que surgía principalmente en Francia. Seguramente, porque la política de la ciencia exigía ya entonces una concepción añadida a la de las prácticas

tecnológicas al uso en las explotaciones mineras; otro tipo de tratamientos distintos a los de aquellos de las expediciones ultramarinas, con la corta política de los virreyes, y de la estrecha visión del simple inventario de la naturaleza, con un predominio del espíritu coleccionista, exaltador de la naturaleza bien es cierto, sobre el de la interacción multidisciplinar que, esencial a la evolución del conocimiento, ya estaba en marcha en Europa entre la química orgánica y la biología.

Son obvias, pues, las razones históricas que, a base de inestabilidad política, de discontinuidades sociales y de incompetencia científica, despeñaron los niveles científicos alcanzados hasta conseguir anular la relativa posición europea a la que España aspiró. De esta manera, se frustraron los signos de continuidad científica durante el primer tercio del siglo XIX; y unos por afrancesados, otros por liberales, y el resto por inútiles, pocos mimbres nos quedaron en la primera mitad del ochocientos con los que retejer la institucionalización de nuestra ciencia al estilo de lo que ya se llevaba por Europa. Institucionalización en todo lo que hubiera comportado de instituciones científicas y educativas, entes, medios y desarrollo, rentabilidad y relevancia sociales. Y como fruto y sustento de este complejo entramado, se iniciaría en la segunda mitad del siglo el *desarrollo interno de la ciencia*; esa fructífera y permanente interacción entre los descubrimientos desinteresados de la naturaleza –el progreso del conocimiento, a fin de cuentas– y la utilidad política y social, resultante de las aplicaciones tecnológicas.

La Reacción del 98 y los Comienzos del siglo XX

¿Por dónde andaba la ciencia europea en la segunda mitad del siglo XIX? Esta segunda mitad del siglo XIX contempló el lanzamiento definitivo de la *química orgánica*: el modelo aromático de Kekulé (1858) y la resolución del problema de la *posición de los sustituyentes* de Bayer y Fittig; el esclarecimiento de las analogías entre benceno y naftaleno; y la gran versatilidad de los fenómenos de condensación, que se mostraron extraordinariamente fecundos en las reacciones artificiales conducentes a los nuevos compuestos orgánicos. Todos ellos fueron los pilares sobre los que se edificaría el impresionante desarrollo de la química orgánica del siglo XX y, por tanto, de la gran serie de *productos naturales* –*proteínas, alcaloides, esteroides, colorantes, etc.*– y de los productos de síntesis que han constituido la base de la moderna farmacología. Y de la hibridación de la *química orgánica* y la *fisiología*, que floreció en la segunda mitad del si-

glo XIX, había de resultar un periodo especialmente brillante en el desarrollo de las *ciencias básicas de la medicina*. Fueron los años de Bernard (1813-1878) y de Pasteur (1822-1895), de la *etiología de las enfermedades* y las primeras *vacunaciones*; de Darwin y la publicación de *El origen de las especies*; de Koch y el aislamiento de los *bacilos del cólera* y de la *tuberculosis*; de Behring y los sueros antibacterianos. Fueron los años de la *genética* de Mendel, del descubrimiento de los *cromosomas* por Flemming y de los *centros funcionales del cerebro* por Charcot; del fundamento cromosómico de los *mecanismos de la herencia*; de la síntesis de *productos naturales*, como el índigo, por Bayer, y del gran desarrollo de la *síntesis orgánica* por Berthelot; de los descubrimientos de los *rayos X* por Röntgen, de la *radiactividad* por Becquerel, y de los rayos α y β por Rutherford. Kirchhoff, en 1874, investigó los elementos químicos por medio del *análisis espectral*. Thomson, en 1897, pidió [a relación *masa/carga del electrón*]. Al descubrimiento por Hertz (1886) de las *ondas electromagnéticas de radio* siguió el diseño de los *receptores de radio* por Branly (1889) y de los *diodos* por Fleming (1903). Los esposos Curie descubrieron, en 1898, los nuevos elementos *polonio* y *radio*. Dewar, también en 1898, realizó la *licuación del hidrógeno*. Fueron los años de la *función de Riemann*, del nacimiento de la *termodinámica*, de la *teoría de la valencia*, de la teoría de los *campos electromagnéticos* de Maxwell, de la *teoría cinética de los gases* de Boltzmann, de la teoría de los *equilibrios químicos* de Van't Hoff, de la *teoría iónica de los electrolitos* de Arrhenius, de la *teoría de los conjuntos* de Cantor y de las *funciones abelianas* de Appel, de la *lógica matemática* de Frege, de los *números algebraicos* de Hilbert, y de los nuevos *métodos de la mecánica celeste* de Poincaré. Fueron los años del *cálculo tensorial* de Levi-Civita (1901), los *espacios abstractos* de Fréchet (1906) y la *probabilidad en cadena* de Markow (1907). Fueron, además, los años en los que se llevaron a cabo la *obtención industrial de la aspirina*, la del *aluminio* y la del *primer colorante artificial*; se abrió el *primer pozo de petróleo*; se diseñaron el *primer frigorífico de amoníaco*, el *primer motor de explosión* y el *primer vehículo automóvil* con motor de gasolina de cuatro tiempos; se tendió el *primer cable trasatlántico* y Bell inventó el *teléfono*; se fabricaron el *celuloide*, la *baquelita* y la *seda artificial*; entraron en funcionamiento la primera *locomotora eléctrica* de la Casa Siemens y el *alumbrado eléctrico* de Nueva York; y tuvo lugar la primera *sesión pública de cine*. En los primeros años del nuevo siglo, con el descubrimiento de la *vitamina B1* Hopkins inició la espléndida serie de descubrimientos relativos a las *vitaminas*. En 1900, Plank elaboró la *teoría de los 'cuanta'*, y Einstein, en 1905, lo hizo con la *teoría de la relatividad restringida*; y comenzaron a elaborarse los *modelos estructurales del átomo*.

Este medio siglo central del XIX fue, a su vez, época de grandes controversias en el campo común de la química y de las ciencias naturales, entre otras las de la *naturaleza de las fermentaciones*, la consideración de las *proteínas como especies moleculares definidas* y la *acción catalítica de las enzimas*. El organismo fue ya para Bernard un todo integrado, compuesto por elementos organizados cuya estructura guardaría relación con la vida y la evolución, y las manifestaciones de la vida no serían sino exteriorizaciones de esta organización. Los descubrimientos de Bernard abarcaron numerosos campos, a la vez de la química y la biología; entre otros, la *digestión*, la acción del *jugo gástrico*, la acción tóxica del óxido de carbono, la *absorción de las grasas*, la *función glucogénica del hígado*, las *inervaciones vasoconstrictoras y vasodilatadoras*, etc. Mención aparte merece su contribución a la *metodología de la fisiología* y a sus fundamentos teóricos. Con estos antecedentes, la patología, en la segunda mitad del siglo XIX, pudo comenzar a interpretarse en los mismos términos químicos y biológicos que la fisiología; así nacieron la *fisiopatología* y otras numerosas situaciones interdisciplinares que habrían de tener, y siguen teniendo actualmente, en la química una de sus principales conexiones conceptuales y metodológicas.

Y ¿qué pasó mientras tanto en la ciencia española? La descripción y comparación, e incluso la polémica, de nuestro desarrollo científico y universitario, no se detuvo en el siglo XIX. Está tan claro que huelgan las interpretaciones, que si a lo largo de las cinco o seis décadas iniciales de este siglo hubiera continuado la misma pendiente de progreso científico, personal e institucional, con que terminó el anterior, la situación científica y tecnológica de España en el cambio de siglo hubiera sido del todo diferente y no hubiera permanecido tan totalmente ajena a todas las innovaciones científicas y tecnológicas acabadas de apuntar. Y esas largas décadas perdidas de auténtica creación científica continuaron lastrando durante largo tiempo el ritmo de nuestra incorporación a la marcha europea. Sucedió, y es también evidente, que cualquier intento de renovación, fuera educativa o de creación de instituciones, quedaba casi necesariamente rezagado y con perspectivas anticuadas; y la contribución de los científicos, en el mejor de los casos, era informativa y carente, en general, de la imprescindible aportación creadora.

Sería, sin duda, el espíritu crítico de unos cuantos científicos el que sembrara la inquietud por un despegue de ese ruido de fondo al que nuestra ciencia y nuestra tecnología permanecían adheridos. *Inquietud crítica* puesta de manifiesto por Rodríguez Carracido, Rector de la Universidad Central de Madrid y miembro de la Real Academia de Ciencias

durante cuarenta años que comprendieron la época entresiglos, en sus *Estudios histórico-críticos de la ciencia española*. Diagnóstico crítico que, en buena medida, sigue teniendo actualidad, cuando aseguraba: «*Es evidente que la formación del medio intelectual de cuyo henchimiento han de surgir las manifestaciones geniales de la ciencia que naturalmente tengan sus raíces en la cultura patria, no puede ser obra de un día; demanda la lentitud de la producción orgánica que se desarrolla con regularidad por pequeños incrementos. Y para lograr el fin deseado no basta ir acumulando condiciones favorables, es menester, además, atenuar en lo posible aquellas que por su inmediato y directo influjo o por las desviaciones que ocasionen con ejemplos contraproducentes enrarecen y emponzoñan la atmósfera en que debe alentar la producción científica. Mucho aprovecharía que, en el grado que la riqueza pública lo consintiese, se la dotara de los mayores beneficios materiales y que entre las clases aristocráticas conquistase algunos adeptos que con el prestigio de su posición social contribuyesen a honrar y ennoblecer los estudios experimentales, hoy aún algo menospreciados por las gentes que presumen de distinguidas, pero aprovecharía mucho más restringir el poder absorbente de la vida política para lo cual son todos los aplausos y consideraciones de la opinión pública. En nuestra patria, el que es actor en los debates parlamentarios o interviene con arte en el manejo de las pasiones políticas, disfruta los halagos de la notoriedad y por donde quiera que vaya encuentra voluntades que le rinden acatamiento y le estimulan a continuar en el desempeño de su papel; en cambio, el hombre solo consagrado al cultivo del saber con el puro anhelo de alcanzar la verdad, por grandes que sean sus méritos ve la indiferencia en todas partes, el ambiente que respira es siempre glacial y solo un deseo vehementísimo de poseer lo que ambiciona puede sostenerle en su vida de abnegación cuyo premio al fin y al cabo, redúcese al íntimo goce de sus desposorios con la ciencia*». Y un comentario final, siempre de actualidad: «*La idea de la inexcusable colaboración del medio social es la que conviene inculcar a todas las clases de nuestra patria para que presten su concurso al cultivo de la ciencia, y así cuando florezca y fructifique podrán llamarla suya*».

En uno de esos tímidos despegues se creó, en 1849, la *Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino* que, en 1927, al ampliarse sus funciones pasó a denominarse *Instituto Geológico y Minero de España*; y, tras su dependencia del nuevo Ministerio de Medio Ambiente, creado en 1996, su denominación pasó a ser la de *instituto Tecnológico Geominero de España*. Más recientemente, tras su nueva dependencia del Ministerio de Ciencia y Tecnología creado en el año 2000, el Instituto ha

recuperado su tradicional y clásica denominación. En 1914, se creó el *Instituto Español de Oceanografía*, en el que se fusionaron la Estación de Biología Marina –fundada en Santander, en 1886, por Augusto González Linnares– y el Laboratorio de Biología Marina de Baleares, fundado en 1908. Antes de finalizar el siglo XIX, el año 1897 vio la creación del *Laboratorio de Ingenieros Militares* y el *Instituto Central Meteorológico*. Al año siguiente, 1898, se fundaron el *Taller de Precisión, Laboratorio y Centro electromagnético de Artillería*, así como el *Laboratorio central para ensayos de materiales de construcción de la Escuela de ingenieros de Caminos*. En 1928 se creó el *Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo*.

Queda muy claro de todo ello que el cambio de siglo se instauró en una vaguada de nuestro desarrollo científico, de la institucionalización de la ciencia como actividad socioeconómica e, incluso, de la consideración social de la ciencia. Y harto parece que de las inquietudes críticas de unos pocos y de las noticias y sucesos de la ciencia que llegaban de Europa, cualesquiera individualidades e instituciones responsables de ese despegue, con las que divisar al menos, ya que no alcanzar, el imponente rastro europeo.

Vaguada que alcanzó sus mínimos en las últimas décadas del siglo XIX, en la que, del lado de la modernidad, en los comienzos del nuevo siglo, ya existieron atisbos de ilusión por la utilidad de la ciencia y el saber. Y, así, la *Sociedad Española de Física y Química* se constituyó en 1903 y estuvo presidida por Echegaray, la *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* se fundó en 1908, y la *Sociedad Matemática Española* en 1911. Efectivamente, las asociaciones para el progreso de las ciencias fueron un curioso fenómeno asociativo, síntoma de la popularidad de la ciencia y del deseo de aumentar sus relaciones sociales, que se extendió por los grandes países europeos durante el siglo XIX. La alemana se fundó en 1822, la británica en 1831, la americana en 1848, y la francesa en 1872. Tampoco la universidad, por otro lado, había logrado definir su modelo ni participar en la creación científica. Como botón de muestra, las palabras de Cajal en su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias, en 1897: «*Hay que transformar la Universidad, hasta hoy casi exclusivamente consagrada a la colación de títulos y a la enseñanza profesional, en un centro de impulsión intelectual, al modo de Alemania, donde la Universidad representa el órgano principal de la producción filosófica, científica e industrial*».

No tiene por ello nada de extraño que si a las clásicas carencias de nuestra presencia en el nacimiento filosófico de la ciencia y del método

experimental se añadieron después las del origen del desarrollo tecnológico y de las aplicaciones industriales, fruto por lo general de la gran ciencia básica de la física y de la química, su repercusión sobre el progreso económico e industrial del país haya sido de tan negativos resultados. Si la investigación científica tuvo que experimentar esta larga marcha por un desierto lleno de arideces políticas, sociales y económicas, hasta que ¡legó a encararse con un mínimo de organización administrativa, entrado ya el siglo XX, ¡cuáles no serían en este tiempo las dificultades para la creación tecnológica! Existía, y perduró durante mucho tiempo, una educación pendiente por ambos lados que facilitara la educación del lado científico y del lado industrial. No educación, sin embargo, en el sentido de *diagnóstico*, que bien claro está, sino en el de *confianza* mutua y *riesgo* conjunto.

Al concretar los científicos y los temas de la ciencia española de la época, conviene distinguir entre el *erudito que está al tanto* de lo que ocurre en el mundo, aunque ajeno a la auténtica creación científica, y el que *contribuye a este proceso de creación*.

Al primer apartado pertenecieron, en efecto, ilustres personalidades en los campos de las *matemáticas*, la *física*, la *química*, las *ciencias naturales* y las *ciencias de la salud*, preocupados cuando más por la introducción de nuevas ideas con carácter pedagógico; pero no es tan fácil encontrar en aquellos años hombres de ciencia *de verdad*, de los que, en virtud de sus aportaciones originales, pudieran incluirse en la nómina de los investigadores y los descubridores europeos del momento. Hubo que esperar así mismo hasta bien entrado el siglo XX para poder seleccionar hombres de ciencia creadores, y a que [a ciencia española pudiera ofrecer unos comienzos de institucionalización administrativa.

Y en el terreno educativo, la *Ley de Bases* de Moyano, a mediados de siglo, intentó estabilizar el permanente tejer y destejer de los planes de estudio, y llevó a cabo la separación de las Facultades de Letras y las de Ciencias. Se limitaron a cinco las Facultades de Medicina, a tres las de Farmacia, y se creó la Central de Ciencias, con el Museo y el Observatorio Astronómico. La vieja estructura de la enseñanza se resistía a cualquier novedad; la acomodación a los cambios científicos interesaba menos que el control político de la Universidad. Los pretendidos modelos de Universidad se intentaron lograr con numerosos planes, decretos, proyectos y reformas. Las Universidades lucharon por mejorar y ampliar sus enseñanzas científicas, y el sigloXIX termina con el proyecto reformador de García Alix, primer Ministro de Instrucción Pública, en el que se cre-

aron las secciones de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales. Posiblemente, la más fácil recuperación atávica del siglo XVIII permitió un aparente mayor nivel de los estudios naturalistas, los botánicos en particular, de sus publicaciones, y de las instituciones científicas y profesionales farmacéuticas. A este respecto, y contando siempre con la imprescindible vinculación de la educación universitaria con la creación científica, no deja de ser importante la manifestación de Carracido: «*Desde el año 1887 hasta 1901, ¡durante catorce años!, se explicó la Química biológica como si fuese Metafísica (...). Al encargarme de esta enseñanza solo disponía de la silla para la exposición oral de las pláticas de Química biológica, careciendo de todo elemento de trabajo*».

Y hubo que pasar al otro lado de la vaguada, y esperar a la creación en 1907, bajo [a influencia de la Institución Libre de Enseñanza –nacida en 1876 con el objeto de crear las condiciones necesarias para la realización del ideal krausista–, de [a *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*, a que se conformaran algunos núcleos iniciales dedicados a la física, la química o a las ciencias naturales. La *junto*, regida por una comisión de 21 miembros, presidida por Cajal y en [a que figuraron, entre otros, Echegaray, Rodríguez Carracido y Torres Quevedo, tuvo por objeto promover la investigación científica nacional. Es importante subrayar el enorme contraste entre la brillante situación de la ciencia europea, de [a física, la química y la biología, cuando comienza el siglo XX, y la extraordinariamente pobre presencia española en todos los campos, más aún, quizá, en el de la física. A pesar de ello, en un par de décadas de este siglo, el entusiasmo y la liberalidad de unos cuantos hombres –Santiago Ramón y Cajal, Blas Cabrera, Leonardo Torres Quevedo, Enrique Moles, Ángel del Campo, Miguel A. Catalán, entre otros–, al lado de la creación de *centros de investigación* que más adelante se mencionan, lideraron, con mucha mejor intención que resultados, un nuevo intento de convergencia europea. Y, desde un punto de vista socio-científico, tuvo gran importancia la visita de Einstein a España, en 1923. Con este motivo, en una recepción en la Academia de Ciencias, presidida por S.M. el Rey Alfonso XIII, el presidente Cabrera afirmó: «*(...) la España científica que hoy encontráis en embrión inicia el camino para llegar al lugar que tiene el inexcusable deber de ocupar*» Por aquellos años, se dice que el matemático Plans era, si no la única, una de las muy escasas personas que en Madrid era capaz de enseñar la *teoría de la relatividad* a un nivel superior. Al año siguiente de la visita de Einstein, el mismo Plans, en su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias aseguraba: «*Puede afirmarse que los sucesivos adelantos de la obra de*

Einstein y sus colaboradores han llegado a nosotros sin retardo. Los profesores Terradas y Cabrera (..) así como Rey Pastor, Carrasco, el P. Enrique de Rafael, el P. Pérez del Pulgar, el ingeniero Burgaleta, Puig Adam (..) y otros físicos y matemáticos sostienen muy honrosamente nuestro pabellón científico».

En medio de este panorama, no puede negarse que existieran algunos nombres –muchos ya mencionados– que lograron, de un lado, continuar manteniendo izada la ilusión de lograr mejores perspectivas para la ciencia española, y, a la vez y en muy distinta medida, la de aglutinar pequeños grupos de investigación especializada, a la sombra de las nuevas instituciones y bajo el estrechísimo toldo de una renaciente política científica. Y, con estos escasos mimbres, en las primeras décadas del nuevo siglo, intentar un segundo asalto hacia la convergencia europea. Así, Echegaray, a partir de 1866, publicó una colección de artículos sobre *geometría superior*. Premio Nobel de literatura 1904, fue catedrático de física matemática de la Universidad Central. En la sede del Banco de España de Madrid, existe un busto en bronce con el texto: ‘;41 ilustre varón José de Echegaray. Enseñó las leyes naturales de la ciencia hidráulica. Henchido de poesía, pintó las pasiones de la vida. Gobernante honesto, libró a la patria de lo usura extranjera. Logró, para decoro de España, el Premio Nobel». Eduardo Torroja, a partir de 1884, introdujo en España la *geometría proyectiva*. La química académica tuvo, en los alrededores del 98, su mejor representante en Rodríguez Carracido, autor de diversos tratados de *química orgánica y biológica*. La *historia natural* de la época estuvo soportada por unos antecedentes ilustrados de mucho mayor nivel que los de las matemáticas, la física o [a química. La *botánica*, por ejemplo, tuvo en los jardines, gabinetes y expediciones científicas del XVIII un fácil soporte, en tanto que las descripciones morfológicas y [a ubicación sistemática de las especies de plantas constituía la única base científica que el momento permitía. La abundancia y extrañeza de las plantas americanas fue, indudablemente, motivo de graves recelos de los botánicos europeos. Como ha quedado mencionado, no supo España –sus científicos, sus gobernantes, sus incipientes administradores de la ciencia–, sin embargo, estar al tanto de [a explotación de estos maravillosos materiales como fuente inagotable de la riqueza de la *química orgánica vegetal*. Y, cuando en Europa, en Francia y en Alemania principalmente, cada día se descubría una nueva molécula de las plantas, nuestra modestísima ciencia –con la *silla de Carracito* apenas si podía enterarse de lo que ocurría fuera, y, por supuesto, nada de aprovechar la riqueza y la originalidad de nuestros conocimientos sistemáticos del XVIII. Y hasta la tradición botánica española –engarzada por Quer, Gómez Ortega, Mutis,

Ruiz, Pavón, Cavanilles y Lagasca—perdió originalidad y se desenganchó de[avance europeo. La mismísima sistemática y la herborización clásica fueron realizadas, en buena medida, por extranjeros. Aunque, dentro de este colapso global, sobresalió, mediado el siglo XIX, el gran trabajo de Miguel Colmeiro y su obra *La botánica y los botánicos de la península hispano-lusitana*. Joan Cadevall i Diars publicó, en 1897, la *Flora del Vallés*; y, ya entrado el nuevo siglo, publicó los *Elements de Botánica Popular*, así como la *Flora de Catalunya*, en seis volúmenes, editada por el Instituto de Estudios Catalanes. La influencia botánica, científica y política de Colmeiro estuvo compartida con De la Paz Graells, directores ambos del jardín botánico de Madrid. Ignacio Bolívar fue gran promotor de los estudios naturalistas, y, al lado de González de Linares, promovió la creación en Santander, en 1886, de la *Estación Biológica Marina*, a cuya gestión había de contribuir eficazmente, ya en el siglo XX, el ingeniero de Montes Joaquín María de Castellarnau. El discípulo de Colmeiro, Blas Lázaro e Ibiza, catedrático de Botánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central, dedicó sus esfuerzos al renacimiento de la botánica española. La *geología* tuvo como representantes más destacados a Juan Vilanova y Piera y a Lucas Mallada Pueyo. Llevó a cabo Mallada un amplio estudio sobre la constitución petrográfica de la Península y su relación con la productividad del suelo; estudio aún clásico un siglo después de su realización.

Las *ciencias básicas de la medicina* lograron alcanzar en los últimos años ilustrados un relativo esplendor aunque, ciertamente, y tras loables y recurrentes intentos, no consiguieron, en su conjunto, incorporarse al nivel alcanzado por la ciencia europea en la segunda mitad del siglo XIX. La *microbiología médica* de la época tuvo su mejor representante español en Jaime Ferrán y Clúa, con cuya preparación anticolérica a base de gérmenes vivos se vacunaron en Valencia cincuenta mil personas entre 1881 y 1885. Mucha mayor significación tuvo en la transición del siglo la histología española que encabezaba modestamente Aureliano Maestre de San Juan, titular de la primera cátedra española de *histología*. Si hasta 1856 se publicaron en España solamente tres trabajos sobre anatomía patológica, en la década siguiente lo hicieron casi sesenta. A ello contribuyó la creación de cátedras e instituciones en las que se potenció el trabajo experimental, tales como el *Instituto Biológico*, que dirigió en Madrid Rafael Martínez Molina, el *Museo Antropológico*, creado por Pedro González de Velasco, la *Escuela Libre de Medicina* de Sevilla, creada por Federico Rubio y Galí, la *Academia y Laboratorio de Ciencias Médicas* de Cataluña, y las *cátedras libres* del Hospital General de Madrid. Fue, sin

embargo, a partir de 1888, y merced a las investigaciones de Ramón y Cajal, cuando se inició la *escuela de histología española* al comprobar la individualidad neuronal en el cerebro y otros dominios como la médula espinal, el bulbo olfatorio, la retina y el lóbulo óptico. La teoría de la participación neuronal en la estructura y función del sistema nervioso no se consolidaría hasta los trabajos de Cajal. Entre sus publicaciones, la *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*, publicada entre 1897 y 1904, cubrió a gran altura el cambio de siglo español, en un tiempo exclusivamente morfológico. Nicolás Achúcarro y Pío del Río Ortega fueron destacados miembros de la escuela de Cajal, ya en el primer cuarto del siglo XX.

La acción de Ramón y Cajal sobre la ciencia española no se limitó a sus originales aportaciones conceptuales y metodológicas acerca de la estructura y función del sistema nervioso. Fue guía de los más jóvenes científicos, creador de escuela, organizador de la incipiente estructura investigadora nacional y líder de la incorporación de España a la ciencia internacional. Blas Cabrera se refirió a ello de esta manera: «Es necesario llegar a los primeros años del siglo actual para que se reemprendiera el camino iniciado por los coetáneos de Carlos III, precisamente gracias a la obra que comenzaron los hombres beneméritos que presidió Cajal. Pertenecesco yo —continuaba Cabrera— ala última generación que se encontró huérfana de una tradición que le orientara por camino real en los años más difíciles para las grandes resoluciones que pueden guiar toda una vida y por ello mismo expuesta a la pérdida de las ventajas que por compensación se ofrecen o la actividad por la frescura imaginativa que sugiere métodos ricos en frutos para la propia labor. Por mi suerte, tuve en cambio las ventajas derivadas de la acción directa de Ramón y Cajal».

A su vez, la naturaleza revolucionaria y ortodoxa de (a ciencia, y la capacidad de dinamismo e inventiva del método científico, hicieron posible, aun contando con la ausencia casi completa de las exigencias de la ciencia organizada, la existencia de personajes como Leonardo Torres Quevedo. Sucede, pues, que al no ser la ciencia un fenómeno histórico del todo autónomo, su desarrollo ha significado, en mayor o menor medida, la incorporación de un movimiento complejo a la superior complejidad de la historia. Y, por ello, en periodos determinados de tiempo, aparecen modas y cambios abruptos en el desarrollo de la ciencia, sin vinculación aparente a causas internas; sin que las vías de la actividad científica tengan que ir primero en una determinada dirección y luego en otra; sin que puedan evitarse épocas de mayor intensidad y otras de actividad más relajada. Circunstancias todas que si tienen un valor a escala global y mun-

dial de la ciencia, mayor han de tenerlo a escalas sectoriales y nacionales. A todo este conjunto de circunstancias tuvo que sujetarse la presencia de Torres Quevedo en esta época, en la que comenzaba a configurarse el tránsito de una era del todo preindustrial a otra semiindustrial, por lo que se refiere a los planteamientos económicos de la estructura productiva. «Mi obra es modesta –nos aseguraría Torres Quevedo–. Paso la vida ocupado en resolver problemas de mecánica práctica. Mi laboratorio es un taller de cerrajería, más completo, mejor montado que los conocidos habitualmente con ese nombre, pero destinado, como todos, a proyectar y construir mecanismos». Y entre estos artilugios mecánicos sobresalieron las máquinas algébricas, de las que el mismo Torres Quevedo nos diría: «Una máquina algébrica es un aparato que impone entre los valores simultáneos de diferentes elementos las relaciones expresadas matemáticamente en una fórmula analítica. Todo aparato que permite reproducir a voluntad un fenómeno físico, cuyas leyes estén formuladas matemáticamente, puede en rigor denominarse máquina algébrica». A propósito de estas máquinas de Torres Quevedo, una Comisión de la Academia de Ciencias de París declaró, en 1896, que excede en mucho a todos los inventos de su género, resuelve de manera sorprendente el problema del cálculo en toda su extensión, y le otorga como homenaje a su mérito el honor de su publicación entre las Memorias presentadas por los sabios no pertenecientes a la Corporación. Tras un riguroso estudio de la obra de Torres Quevedo, Puig Adam, a modo de conclusión, declaró: «Induciréis fácilmente por todo lo rápidamente bosquejado que la consecución de tantos y tales resultados no fue fruto de unas cuantas improvisaciones felices, sino de un larguísimo y metódico proceso lógico constructivo, tejido a través de sólidas meditaciones teóricas y también de pacientes ensayos y tanteos en el taller y laboratorio; esfuerzos unos y otros de los que el autor jamás blasonó.»

Fruto directo de la actividad de la junta para Ampliación de Estudios e investigaciones Científicas fue la creación, en 1910, del Laboratorio de Investigaciones físicas y la Estación Alpina de Biología, agrupados con el Museo de Ciencias Naturales, el Museo de Antropología, el Jardín Botánico y el Laboratorio de investigaciones Biológicas, dirigido por Cajal, en un gran Instituto de Ciencias Físico-Naturales. En el mismo año se creó el Centro de Estudios Históricos. El Laboratorio de Investigaciones Físicas, dirigido por Cabrera –al que pertenecieron, entre otros, Moles, Guzmán, Del Campo y Piña de Rubies– estaba instalado en el conocido como Palacio de la industria y de las Artes, en los altos del hipódromo. En él se instaló, en 1906, el Laboratorio de Mecánica Aplicada, bajo [a di-

rección de Torres Quevedo, creado a propuesta del Ateneo, en cuya junta directiva figuraban Cajal, Carracido, Menéndez Pelayo, Menéndez Pidal y Simarro. El Laboratorio de Investigaciones Físicas se transformó, en 1926, en el Instituto Nacional de Física y Química, por donación de la Fundación Rockefeller. El familiarmente conocido como Rockefeller se inauguró el 6 de febrero de 1932 en la parte que Juan Ramón Jiménez denominó la «colina de los chopos» y que continuó dirigiendo Cabrera. Pronto se dio cita en el Instituto toda una serie de investigadores en los campos de la física y de la química –Palacios, Catalán y Madinaveitia, además de los mencionados– que fueron semilla del nacimiento de nuevas escuelas de la física y la química españolas.

Seguramente que no deja de ser importante la opinión que nuestro panorama científico, el reflejado por la junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, mereció a algunos científicos extranjeros que visitaron sus centros de investigación. Así, el presidente del International Education Board, Wickliffe Rose, visitó en 1923 las instalaciones de los laboratorios de la junta, y dos años más tarde lo hizo el director para Europa, el profesor de física Augusto Trowbridge. En el informe que este rindió acerca de la situación de los laboratorios madrileños hay, efectivamente, de todo; y, en este sentido, merece destacarse, de un lado, la buena aceptación general de los laboratorios de química de la Facultad de Farmacia, y, de otro, las pésimas condiciones de los laboratorios regulares de física y de química de la Universidad, que le llevaron a afirmar: «No he visto peores condiciones en ninguna parte en laboratorios universitarios». En 1926, otro representante de la misma Comisión Internacional de Educación, el físico Charles Mendenhall, visitó los laboratorios de la Junta y, en un detallado informe, muy personalizado, de sus actividades, señaló: «Encontré en ellos un pequeño grupo de entusiastas y sorprendentemente bastante activos investigadores, instalados de manera absolutamente inadecuada y llevando a cabo su trabajo sin, por lo que pude ver, ningún apoyo local excepto el que procede de la junta. No es necesario detallar lo inadecuado de los actuales locales. No conozco ninguna institución en Estados Unidos en la que se estén realizando tareas comparables en locales tan primitivos y poco eficaces». Visiones que, con toda seguridad, no añaden nada nuevo a los criterios bien sabidos de cómo se amalgamaron, en nuestro primer cuarto de siglo, ilusiones y estrecheces, deficiencias económicas e incomprensiones políticas. Y no deja de ser admirable el espíritu de emulación de esos mismos pocos ya mencionados, cuando, algunos años más tarde, en agosto de 1933, en la Universidad de Verano de Santander, tuvo lugar una Reunión Internacional,

preparatoria del IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada, que habría de celebrarse en Madrid al siguiente año de 1934. A esta Reunión acudieron von Euler. Haber y Willstätter, al lado de los españoles Del Campo, Madinaveitia, Moles y Fernández. En algunos documentos de Willstätter, el famoso químico orgánico alemán mostraba sus remordimientos por lo que costaría al Gobierno su invitación para pronunciar una sola conferencia ante audiencias tan reducidas, aunque –aseguraba certeramente– ¡más barato que incluso un solo cañón! Este mismo año 1934 visitó la Universidad de Santander Erwin Schrödinger, creador de la mecánica cuántica ondulatoria, y de esta visita nació una cordial relación científica y amistad personal con Blas Cabrera, que se encuentra reflejada en el intercambio epistolar entre ambos recogido por Sánchez Ron (Cincel, martillo y piedra, Taurus, 1999). En una de estas cartas, escrita en castellano, el 28 de marzo de 1937, se preocupaba Schrödinger por la situación de sus amigos españoles de esta manera: «(.) Excuso decir que estábamos muy inquietos por Vds. todos y muy afligidos por lo que se lee en los periódicos por todo este tiempo sobre la inefable desgracia de nuestra querida España. No nos atrevimos escribirles ya que en una época alborotosa como ésa nunca se puede saber qué efecto, tal vez desgraciado o siquiera molesto, vaya a salir de una carta llegando del extranjero (..) ¿Y qué tal, cómo I o pasan Vds.? ¿Qué se hará de su magnífico Instituto? ¿Hay alguna esperanza de volver Vd. allá? Me figuro que son estas las mismas preguntas que pone diariamente sin poder contestarlas.

La diáspora. La reconstrucción. La segunda mirad del siglo XX

No harían falta, con toda seguridad, los testimonios anteriores para probar que aquel embrión que intuía –o más bien deseaba– Blas Cabrera, ante el Rey Alfonso XIII, y como testigo singularísimo Albert Einstein, no pudo anidar en una matriz social que se resquebrajaría como consecuencia de aquella, benigneamente denominada por Schrödinger época alborotosa. El exilio de científicos coincidió con la creación, en 1939, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas –con el patrimonio de la junta y de la *Fundación* para la Investigación Científica y Ensayos de Reforma, creada en 1931– y con su pronta y decidida política de pensionar jóvenes científicos en el extranjero, siguiendo los pasos de la Junta. Fueron ambas circunstancias dos caras diferentes de la Ciencia española. Aunque, seguramente, cada una de ellas se comportó como un espejo que, de una u otra manera, deformaba la realidad interna de la Universidad, de la Ciencia y de la sociedad españolas. En ambos casos,

sin embargo, y según los ambientes sociales que los rodearon, los papeles que cumplieron los científicos y profesionales exiliados, y los jóvenes científicos pensionados en el extranjero tuvieron un más que notable nivel intelectual y una notoria aceptación. Y las imágenes que ambos proyectaron en el exterior contribuyeron eficazmente a ir reconstruyendo, desde muy abajo, una moderna visión de nuestra ciencia y nuestras instituciones, que, si durante varias décadas, pudieron compensar los desajustes políticos, contribuyeron a la vez a cimentar la inflexión constitucional¹ y a posibilitar una definitiva convergencia europea².

La Tabla 1 reúne las disposiciones legislativas más sobresalientes de la segunda mitad del siglo XX en orden a la política de la ciencia en España, y referentes a la creación de órganos de planificación y financiación, de centros de investigación y de regulación de la actividad científica y tecnológica. Medio siglo, pues, de sistemas de ciencia y tecnología que en el tiempo puede dividirse en dos periodos de un cuarto de siglo, abarcando el segundo de ellos, lógicamente, tanto la etapa constitucional vigente como el reinado de Don Juan Carlos I. Cada uno de ellos se ha caracterizado por la creación y actividad de un organismo clave en la organización y planificación de la investigación: la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) (1958) en el primero; y la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) (1986) en el segundo. Y es de todo punto obvio que la organización estructural de las instituciones de la política de la ciencia de los años 60 y 70, y sus correspondientes funciones, hubieron de penetrar en las décadas constitucionales hasta que los Gobiernos sucesivos se enfrentaron con la reorganización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. En cualquier caso, la elaboración de un sistema de esta naturaleza ha de contar con los siguientes ingredientes: las instituciones científicas y educativas superiores; los centros públicos de investigación; la evolución de la financiación y la distribución de los recursos públicos, publicaciones y patentes; los recursos humanos; la participación empresarial; y la distribución disciplinar.

El sistema español de ciencia y tecnología

La existencia de los sistemas de ciencia y tecnología a escala nacional viene impuesta por la necesidad, en cualquier caso, del máximo aprovechamiento de los recursos financieros, al lado de la necesidad de establecer los niveles óptimos, las prioridades temáticas y las distribuciones sec-

Tabla 1

1939.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
1941.	Instituto Nacional de Industria (INI)
1942.	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)
1943.	Ley de Ordenación Universitaria
1951.	Junta de Energía Nuclear (JEN)
1957.	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
1958.	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)
1961.	Asociaciones de Investigación
1963.	Comisión Delegada del Gobierno de Política Científica
1964.	Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica y Técnica
1967.	Coordinación entre el CSIC y los Centros de Enseñanza Superior
1968.	Planes Concertados de Investigación
1970.	Ley General de Educación
1971.	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). A partir del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y el Patronato de Biología Animal
1978.	Nueva Constitución Española
1978.	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)
1980.	Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS)
1981.	Programas de Investigación y Desarrollo
1981.	Instituto Nacional de Hidrocarburos (INH)
1982.	Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
1982.	Comisión Delegada del Gobierno de Política Educativa, Cultural y Científica
1983.	Ley Orgánica de Reforma Universitaria (LRU)
1985.	Centro Nacional de Microelectrónica
1985.	Centro Nacional de Ingeniería Genética y Biotecnología
1986.	Instituto de Salud Carlos III
1986.	Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica. B.O de 18 de abril de 1986
1986.	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y Plan Nacional I+D
1986.	Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología y Consejo General para la Ciencia y la Tecnología
1986.	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Procedente de la transformación de la anterior Junta de Energía Nuclear
1987.	Acta Única de la Unión Europea
1992.	Tratado de Maastricht
1996.	Coordinación de los Organismos Públicos de Investigación
1996.	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación y Cultura
1997.	Coordinación de Organismos Autónomos de Investigación y Experimentación
1998.	Oficina para la Ciencia y la Tecnología
2000.	Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

toriales de la financiación pública, encaminados ala promoción del desarrollo de la nación. Si, en algunos casos, la abundancia de recursos financieros o la limitada extensión de las actividades científicas, permite que el ejercicio de la investigación vaya a su propio aire, de manera espontánea; las exigencias de las últimas décadas en cuanto al obligado rendimiento de las inversiones de todo tipo y a la necesaria expansión del desarrollo industrial, han conducido al diseño de modelos coordinados, con presupuestos globales, relaciones horizontales y programaciones negociadas. Y así, en el último medio siglo, el sistema español ha intentado el paso de un modelo más inexistente que espontáneo a otro, cabe pensar que con buenas intenciones, de coordinación. De ello fueron señal las creaciones anteriormente señaladas de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, en 1958, y de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, en 1986.

Todos los historiadores contemporáneos que se han ocupado del tema coinciden en señalar que, tras la evidente ruptura ocasionada por la Guerra Civil, la investigación científica en España estuvo marcada durante las dos o tres décadas siguientes por el desequilibrio entre la extrema languidez universitaria y la preponderancia político-científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, creado en 1939 con la múltiple misión de general centros de investigación y, a la vez, fomentar y coordinar la ciencia. Y está claro a todas luces que la siembra abundante de Centros de investigación de múltiple naturaleza –bastantes de índole tan estrictamente académica como la de la propia Universidad– y la profesionalización de la actividad investigadora, promovidos por el CSIC, no corrieron paralelos con el papel asignado de institución coordinadora de la actividad científica en España. Y quizá por ello mismo, se sintió, tan pronto como en la década de los 50, la necesidad de un órgano de asesoramiento, coordinación y gestión, para el ejercicio de la política nacional de la ciencia. Así surgió la CAICYT en 1958, con limitadas pretensiones hasta la creación del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica, dotado inicialmente con la testimonial cantidad de 100 millones de pesetas. En los años sucesivos, la dotación del Fondo Nacional evolucionó favorablemente hasta alcanzar los 1000 millones en 1979, los 3 600 en 1980, y los 8 000 en 1982. Y al crearse, en 1963, con mayor rango administrativo y en busca siempre de la no lograda coordinación, la Comisión Delegada de Política Científica, integrada por Educación y Ciencia, Industria, Comercio, Hacienda, Obras Públicas y Comunicaciones, la CAICYT fue su instrumento de apoyo. Administrativamente adscrita la CAICYT a la Presidencia del Gobierno, tanto la sede física como

la gestión y el gobierno de esta Comisión estuvieron siempre bajo el control del CSIC. A través de él se canalizaron los recursos que destinaron los Planes de Desarrollo al fomento de la investigación y el desarrollo tecnológico; se articularon los Planes concertados de investigación que promocionaron la conexión entre las empresas y los centros públicos de investigación; y se llevó a cabo, a partir de 1981, el primer planteamiento estratégico de la actividad científica mediante los Programas especiales y los Programas movilizadores, concebidos como conjuntos de proyectos de notorio interés socioeconómico y dirigidos a objetivos comunes, al estilo de la microelectrónica y la biotecnología.

Durante más de un cuarto de siglo (1958-1986), el señuelo de la Comisión Asesora logró cubrir carencias esenciales de un incipiente sistema de ciencia y tecnología y mantener las actividades basales científicas y tecnológicas, tanto de los organismos públicos de investigación como de los centros universitarios. Sería injusto dejar de reconocer a la CAICYT como la institución que, todo lo tímidamente que se quiera, inició la etapa moderna de la planificación y la ejecución de la política de la ciencia y la tecnología en España. No logró –quizá tampoco lo intentase– incorporarse a la tarea de coordinación general. Tampoco lo había conseguido con anterioridad el CSIC, ni después lo lograría la Comisión Delegada de Política Científica, en la que el Ministerio de Educación y Ciencia tenía la cuota más elevada de responsabilidad, con el 50 por ciento de la gestión de los fondos procedentes de la Administración Pública dedicados a Investigación y Desarrollo, y el 75 por ciento de los recursos humanos implicados. Precisamente por esta situación, la Dirección General de Política Científica de este Ministerio se constituyó en el órgano máximo de ejecución del desarrollo armónico de todas las etapas del sistema –investigación fundamental, investigación aplicada, desarrollo e innovación–, su fomento y coordinación, y la puesta en marcha de programas prioritarios de investigación.

En la Tabla 2 aparece la evolución de los porcentajes de I+D respecto del Producto Interior Bruto, así como la del personal investigador, durante toda la década de los 70 y parte de la de los 80. Aun con las reservas debidas a los cálculos de los anteriores porcentajes –dado que los gastos públicos relacionados con actividades científicas y tecnológicas no se recogen en epígrafes específicos de los Presupuestos Generales del Estado, y se corre el riesgo tanto de repetir, año tras año, los mismos valores, como de, al contrario, incluir en dichas actividades algunas partidas difícilmente asimilables a dichas actividades–, se evidencia cómo prácticamente se duplican en un decenio tanto las actividades de I+D como el nú-

mero de personal investigador. Aumento relativo muy significativo, aunque los valores absolutos permanezcan aún muy por debajo de aquellos a los que el país debe aspirar en razón a su demografía y a sus parámetros económicos; y aun cuando subsistan, y se insinúen de manera recurrente, las deficiencias estructurales y funcionales que afectan a los diversos sectores de la investigación española.

Tabla 2

año	% total I+D/PIB	sector público	empresas	total personal*	investigadores*
1970	0.23	0.12	0.11	1.28	0.46
1971	0.29	0.16	0.13	1.67	0.62
1972	0.31	0.16	0.14	1.81	0.68
1973	0.32	0.15	0.17	1.60	0.53
1974	0.33	0.13	0.19	1.73	0.59
1975	0.37	0.16	0.21	-	-
1976	0.37	0.16	0.21	-	-
1977	0.37	0.18	0.19	-	-
1978	0.37	0.18	0.19	2.23	0.98
1979	0.37	0.19	0.18	2.26	1.01
1980	0.42	0.21	0.21	2.37	1.05
1981	0.41	0.22	0.19	2.39	1.10
1982	0.48	0.24	0.24	2.30	1.03
1983	0.48	0.24	0.24	2.31	1.06

* Número por mil habitantes de población activa

Cuando se alcanzan estas fechas, iniciada la década de los 80, todavía las acciones y los correspondientes recursos se dispersan en organismos, solapantes unas veces e incomunicados las más, que entorpecen la coordinación de los recursos humanos, financieros e instrumentales, tanto del sector público como del privado, en el logro de objetivos comunes. Sin embargo, la imprescindible conexión entre la investigación científica y el progreso económico y social, a través del desarrollo tecnológico; el extra-

ordinario aumento de los costes del conjunto de estas actividades, incluidos los medios humanos e instrumentales; y la necesaria relación con los sistemas educativos, los medios de promoción cultural y los de producción de bienes, obligaban en esos años a reinsistir en los tratamientos más adecuados para atacar la amplitud y la complejidad del proceso científico-tecnológico en España. Necesidades que se acentúan tanto ante la fragmentación administrativa ya en marcha del nuevo régimen autonómico, como ante los proyectos de coordinación europea que se avecinan; de un lado, por la multiplicación de organismos de planificación, financiación y ejecución de la investigación científica y técnica; y, de otro, por las características cada vez más globales de la creación científica y técnica, que exigen medidas más eficaces de coordinación institucional a escala nacional e internacional. Se siente, en resumen, la necesidad de reconstruir el *Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología*, sobre la base de recomponer las funciones de planificación, coordinación y ejecución de las actividades de investigación. Su objetivo seguirá siendo el que la ciencia y la educación españolas alcancen los niveles cualitativos y cuantitativos que se correspondan con los logros económicos y sociales.

En este mismo periodo, al que corresponden los años incluidos en la Tabla 2, tuvo lugar la singular inflexión que supuso la inauguración, en 1979, de la *primera legislatura constitucional* (a continuación figuran solamente algunos retazos de la evolución del sistema español de ciencia y tecnología durante el último cuarto del siglo XX³, y la entrada en vigor de la Constitución, cuyo artículo 44.2 asegura '*que los poderes públicos promoverán la ciencia y la investigación científica y técnica en beneficio del interés general*'; y cuyo artículo 149.1.15 atribuye al Estado la competencia del '*fomento y la coordinación general de la investigación científica y técnica*'). En esta primera legislatura, el 28 de noviembre de 1979, el pleno del Senado aprobó la creación de una '*comisión especial para el estudio de los problemas que afectan a la investigación científica española*'. Dictamen que fue aprobado en junio de 1982, y publicado en el B. O. de las Cortes Generales el 25 de dicho mes. En él se señalaba, una vez más, el mismo diagnóstico: los tradicionales defectos de la administración española –*inflexibilidad administrativa y laboral, lentitud, ausencia de control de rendimientos, falta de competitividad en la asignación de recursos, falta de colaboración política entre ministerios, etc.*–, agudizados por las exigencias propias y las urgencias debidas a los problemas de la investigación –*recursos económicos escasos, solapamiento, cuando no enfrentamiento, entre instituciones, ausencia de coordinación entre organismos, formación, profesionalización, etc.*

En la corta andadura del Ministerio de Universidades e Investigación se reorganizó la CAICYT en el sentido de separar, de un lado, la función de fijación de prioridades científicas y criterios de evaluación y selección, atribuida a un Comité Científico y Técnico; y, de otro, la aplicación de dichas prioridades y criterios al seguimiento de programas y proyectos particulares, atribuida a un Comité Interministerial de Programación. En este periodo se iniciaron los *programas especiales de I+D* con la definición de prioridades de investigación. Programas que culminarían, años más tarde, con el *Plan Nacional de I+D*. Los programas de I+D, puestos en marcha en 1981, fueron uno de los primeros instrumentos para coordinar todos los elementos que integran el modelo lineal de innovación, desde la investigación básica hasta la innovación industrial, encaminados hacia objetivos de progreso socioeconómico. Los *programas de I+D* para el trienio 1984-86 fueron: *agroenergética* (271 millones), *acuicultura* (227 millones) y *microelectrónica* (31.3 millones). El RD de 29 de diciembre de 1981, al reorganizar las comisiones delegadas del Gobierno, creó la Comisión Delegada de Política Educativa, Cultural y Científica, integrada por los ministros de Presidencia, Cultura y Educación y Ciencia. A la vez, las funciones propias del desarrollo tecnológico y la innovación industrial quedaron separadas de las científicas, e incluidas en la Comisión para Asuntos Económicos. El 31 de agosto de 1982, el B. O. de las Cortes Generales publicó el proyecto de ley de «*Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica*», que ni siquiera llegó a discutirse en el Parlamento ya que justamente el mismo día entró en vigor la disolución de las Cortes, tras la convocatoria de elecciones generales para el 28 de octubre. Dicha ley, de pretensiones limitadas, se enfrentaba de nuevo con el diseño de una estructura institucional que soportaría la acción del Estado para lograr la adecuada financiación y coordinación de los centros ejecutores. El proyecto de ley concebía la existencia de una Comisión Nacional de Investigación Científica y Técnica, con la misión de elaborar el Plan Nacional de Desarrollo de la investigación y el Programa de actuaciones, orientador de las actividades de los Organismos Públicos de Investigación y administrador de los Fondos Nacionales destinados a este fin. Un Consejo Asesor de Investigación Científica y Técnica actuaría a manera de órgano consultivo permanente de la Comisión Nacional. En el mismo proyecto se disponían modificaciones en el régimen jurídico de los Organismos Públicos de Investigación, con el fin de facilitar su gestión económica y administrativa. Todo ello pudo servir, en el mejor de los casos, como ensayo general de posteriores intentos, ya bajo el Gobierno socialista resultante de las elecciones generales de 1982.

A partir de esta fecha, las estrategias políticas se centran nuevamente en la búsqueda de una coordinación más efectiva. Otra vez se critican la dispersión, la falta de entendimiento y colaboración, y, en lógica consecuencia, el desaprovechamiento de los recursos económicos globales disponibles. Aunque también es cierto que cada vez se hace más complejo el sistema, tanto por las propias peculiaridades de las actividades científico-tecnológicas y su ensamblamiento con la función educativa y las fuentes de producción, como por las imprescindibles obligaciones que surgen de los cada vez más frecuentes programas bilaterales de cooperación científica y técnica, la participación en centros y programas específicos –CERN, EMBO, ESA, etc.– y la participación en foros multilaterales –ONU, OCDE, UE, etc.–. A partir del ingreso de España en la Comunidad Económica Europea –posteriormente la Unión Europea–, la aportación económica española a los presupuestos comunitarios para ciencia y tecnología es del orden de magnitud de los fondos dedicados a las acciones conjuntas de CAICYT y CDTI, aproximadamente el 20 por ciento del esfuerzo total del país en I+D. Situación que obliga a un mayor esfuerzo no solo de coordinación, sino de elevación de los niveles cualitativos del propio sistema, con objeto de hacer más eficiente el retorno económico.

Y, nuevamente también, en el ecuador de la década de los 80, se replantean: 1. Las estructuras y mecanismos que posibiliten y obliguen a la coordinación de las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. 2. La reordenación competencial de las acciones institucionales en materia de planificación, ejecución y gestión de dichas actividades. 3. La adecuación de los sistemas presupuestarios y de los reglamentos de los organismos ejecutores para facilitar todo tipo de flexibilidades, desde la ejecución del gasto a la de la movilidad de personal. 4. El fomento de los mecanismos de colaboración entre las instituciones públicas de investigación y las entidades empresariales, para abordar conjuntamente programas de investigación científica e innovación tecnológica de interés económico e industrial.

Desde estos presupuestos, ante estos viejos retos y con el propósito de hacer frente a esta situación, el Parlamento español aprobó el 14 de abril de 1986, la ley 13/1986 de *Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica*. En la propia definición oficial de la norma, tomada literalmente del artículo 149.1.15 de la Constitución, aparece definido su fin último. Se pretendía con ella la promoción de todas las actividades relacionadas con la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a la vez que la instauración de los mecanismos de relación entre

todos sus agentes, administrativos, gestores y ejecutores, incluidas las empresas industriales. Ley que, en su artículo 6.1, estableció la obligatoriedad por parte del Gobierno de remitir a las Cortes Generales el *Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico*, así como los informes y revisiones anuales del mismo. En la misma ley se determinó la constitución de la *Comisión Mixta del Congreso de los Diputados y el Senado* como órgano parlamentario especializado en política de la ciencia y como eslabón del sistema de la política de I+D, que habría de contar, como órganos fundamentales de coordinación y asesoramiento, con la *Comisión Interministerial*, el *Consejo General de la Ciencia y la Tecnología* y el *Consejo Asesor*. Como órgano de apoyo se creó en la ley una Comisión permanente con funciones de secretariado general de la Comisión Interministerial.

Así pues, el *Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico* constituyó el elemento central de la ley; el mecanismo básico de programación científica y de innovación tecnológica del sistema, alrededor del cual se habrían de nuclear los esfuerzos de coordinación y gestión: *dotación de recursos humanos e instrumentales, redistribución de efectivos entre las distintas áreas del conocimiento, financiación selectiva y evaluación crítica de los recursos, mecanismos dinamizadores e integración en el sector empresarial*.

La *Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica* contempla, al lado de los Organismos Públicos de Investigación, a las universidades y a las empresas, como ejecutoras de los programas de investigación y desarrollo del Plan Nacional, al menos en los siguientes momentos: 1. Art9 4, «(..) fomentará la investigación básica en los distintos campos del conocimiento a través de una financiación regular que haga posible el mantenimiento y la promoción de equipos de investigación de calidad (...); 2. Art9 11.2, *tos organismos, empresas é instituciones (..) podrán contratar personal científico y técnico para la ejecución de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (..) por un periodo máximo idéntico al del programa*; 3 Art9 5, «(..) fomento de la investigación científica y de desarrollo tecnológico en las empresas (..)».

Al lado de las acciones de coordinación mencionadas, la ley trataba de establecer mecanismos de colaboración entre la administración central y la de las Comunidades Autónomas en materia de I+D. Con esta intención, las administraciones autónomas están representadas en el Consejo General de la Ciencia y la Tecnología, que establecerá las oportunas fór-

mulas de cooperación, y podrán acordar con la Comisión Interministerial la inclusión en el Plan Nacional de aquellos programas que, en razón de su interés nacional, sean financiados total o parcialmente con fondos estatales. En el Consejo Asesor estarían presentes representantes de los agentes económicos y sociales. Desde el punto de vista presupuestario, la ley contempla la necesidad de elaborar un presupuesto global de la función de I+D del Plan Nacional, a propuesta de la Comisión Interministerial, la que, además, asignará los fondos de cada programa y designará el organismo encargado de su gestión.

La Comisión Mixta Congreso-Senado —establecida en la disposición adicional 1— de la ley aprobó en la sesión del 27 de junio de 1988 (B. O. Cortes Generales, 9 julio 1988) el *primer dictamen* acerca de la ejecución de la ley. En este dictamen se recogen los siguientes datos: 1. Para el año 1987 se estima un índice aproximado del 0.72 por 100 del PIB como valor del gasto total de I+D. Incremento que *no ha ido acompañado del crecimiento de la población activa* dedicada a esta actividad. 2. Los resultados anteriores *reflejan la mejora en términos absolutos del crecimiento español*, aunque siga ocupando uno de los *últimos lugares en la inversión I+D*, y a *notable distancia respecto de países de nivel medio como Italia*. 3. En cuanto a la distribución del esfuerzo investigador, el *escaso rigor de las técnicas de recogida de datos dificulta la interpretación de los resultados*. En principio, se supone: investigación pública, 50 por 100; empresas públicas, 25 por 100; empresas privadas, 25 por 100. Cuantificación *notablemente escasa por lo que a la participación empresarial se refiere* en comparación con los datos de los países de nuestro entorno. Lo que unido al déficit de la balanza tecnológica y al escaso número de patentes nacionales registradas y aplicadas, muestra la escasa incidencia de la investigación científica sobre el sistema productivo. 4. La presencia de España en la CEE ha introducido *nuevos factores de competitividad*, tanto en la participación del diseño de los programas comunitarios de I+D, como en la recuperación de fondos por parte de nuestro sistema investigador. 5. Si la organización autonómica del Estado contribuye a aumentar los recursos públicos destinados a I+D en el conjunto del país, plantea a la vez *nuevos problemas a la necesaria planificación general* del sistema científico-técnico.

A la luz de estos planteamientos, el dictamen parlamentario de 1988 señaló una serie de *objetivos estratégicos de la política nacional de ciencia y tecnología*, que se refieren a la intensificación, y corrección en su caso, de cada uno de los puntos anteriores. Asimismo, considera el dictamen que la naturaleza revisable del Plan Nacional permitirá introducir

mejoras sustanciales en versiones futuras. Y con objeto de introducir estas necesarias mejoras se adoptaron las siguientes resoluciones: 1. Orientación del gasto hacia las *prioridades nacionales*. 2. Previsión de alcanzar en cuatro años el porcentaje del 1.2 *del PIB dedicado a I+D*, alcanzable sobre la base de multiplicar por un factor de 12 los fondos de que disponía la CAICYT en 1987, y por un factor de 2.5 los fondos de origen sectorial que se dedicaron en 1987 a las actividades priorizadas por el Plan. 3. Conexión de los programas nacionales y sectoriales con los *programas horizontales como el de formación de personal investigador*, al que se dedicarían en los cuatro años siguientes unos 15 000 millones de pesetas. 4. Falta de *promoción de las áreas relacionadas con la calidad de vida* y mayores previsiones de fondos para nuevas acciones, en especial energías, ambiente y salud. 5. Desarrollo de cuantas medidas sean necesarias para promover la *contratación de jóvenes investigadores por las empresas*. 6. Máxima coordinación y coherencia de las representaciones españolas en los programas y convenios internacionales sobre I+D. 7. Establecimiento del adecuado sistema de criterios e indicadores que reflejen con la mayor objetividad el grado de realización de los objetivos perseguidos.

Refiriéndose a las mencionadas iniciativas de la ley 13/1986 y a las acciones que de ella derivaron, y sin que pueda resultar ajeno el dictamen parlamentario acabado de señalar, bajo el epígrafe «*Una primera valoración del proceso*», la opinión del ex presidente del CSIC Emilio Muñoz, vista desde el panorama de 1997, sostiene: «*Como fruto del programa de reforma del sistema español de ciencia y tecnología se han alcanzado algunos logros, pero otros se han quedado claramente en el camino*». Y, entre una colección sistematizada de conclusiones, afirma: «*(...)los años noventa han sido particularmente críticos a este respecto; la coordinación experimentó un retroceso con el resurgimiento de los conflictos competenciales entre ministerios –Educación y Ciencia e Industria y Energía, ejemplifican esta situación– (..) Consecuentemente, la desconexión entre el proceso científico y el desarrollo industrial se ha agudizado. Las empresas innovadoras han visto aumentar su escepticismo ante las dificultades del diálogo entre científicos y técnicos del ámbito académico y sus colegas del ámbito empresarial. El proceso de institucionalización no ha experimentado grandes procesos. Con un ambiente sociopolítico dominado por la idea del «laissez faire»; cada Institución, cada Organismo, cada Instituto o, incluso, cada grupo, persiguen su supervivencia sin entrar en estrategias de acción colectiva o en la búsqueda de éxitos solidarios y basados en una plataforma común de objetivos y me-*

dios». Y en relación con los indicadores de la salud del sistema, se recogen los siguientes datos: «El nivel de desarrollo se sitúa en el 2 por 100 del PIB como reflejo del esfuerzo económico y con un potencial humano del 5-6 por 7000 de población activa. La crudeza de los datos a lo largo de la historia en este siglo ha puesto de relieve la marginalidad de la ciencia y la tecnología para la sociedad española. España inicia y termina el despegue desarrollista de los 60 con un 0.3 por 700 del PIB destinado a I+D, y con la proporción más baja de trabajadores de este sector entre los países de OCDE, alrededor de 7 por 7000 (...) El programa de reforma del PSOE de los años 80 se fijó el objetivo del 1 por 700 como modesto, aunque esperanzado Eldorado, pero ese objetivo no se ha alcanzado. Peor aún, en una constante interpretación del mito de Sisifo, se ha producido un fuerte declive en los últimos tres o cuatro años, lo que nos ha situado en el 0.8 por 700 del PIB en 1996, tras haber oteado la cumbre del 1 por 700 -0.97 por 100, en 1992 y 1993-». Opinión soportada por los datos que se reúnen en la Tabla 3. La Figura 1 muestra la evolución del porcentaje del gasto ejecutado de I+D durante la década de los 80; y la Figura 2 muestra la evolución de dicho gasto, distribuido entre los sectores público y privado. Así, resulta que, en esta década, mientras el gasto total se ha multiplicado aproximadamente por 6, el porcentaje del PIB lo ha hecho solamente por 2. Sin embargo, mientras que en la evolución de los parámetros anteriores no parece existir relación alguna con la organización de la ciencia, en la Figura 3 aparece la evolución del número total de becarios de investigación con una clara inflexión en 1986, año en el que tuvo lugar la creación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

Tabla 3

Sistema español de ciencia-tecnología-industria								
GASTO	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
I+D(millones)	329 324	425 829	479 372	539 919	557 403	548 154	557 910	563 490
% PIB	0.75	0.85	0.87	0.91	0.92	0.85	0.80	0.77
Personal	58.02	64.58	67.44	72.82	75.73	79.50		
% población	0.39	0.43	0.44	0.48	0.48	0.51		
Investigadores	32.81	37.53	40.47	41.42	42.99	47.48		
% población	0.22	0.25	0.27	0.27	0.28	0.31

Una y otra vez, las mismas disfunciones de nuestro Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología *siguen apareciendo de forma recurrente, agravadas por la multiplicación de planes regionales de I+D y la lánguida actividad de los programas parciales de coordinación sectorial;* como recu-

rrentes son asimismo las soluciones identificadas frente a la profusión de deficiencias, descoordinaciones y actuaciones paralelas, y a la cada vez más urgente necesidad de una política de la ciencia acorde con el superior nivel de la ciencia y de los científicos del país. Y en esta realidad, que pudiera parecer –y quizás lo sea– un contrasentido, radica la singularidad de nuestra situación. Los problemas no solo subsisten sino que, obviamente, se incrementan por la sencilla razón de que su gravedad aumenta al crecer la calidad –o la cantidad, o ambos de sus propios ingredientes, tales como el número de investigadores, el nivel de los recursos económicos utilizados y la falta de adecuación de las instituciones tanto en cuanto al marco propio de sus actividades como al ejercicio de la función correspondiente. Y esto sucede porque, a pesar de todo lo dicho, es un hecho totalmente probado el aumento considerable de la calidad de la ciencia española, y, entonces, las exigencias planteadas sobrepasan con creces las de tiempos anteriores con inferiores niveles. Son, por tanto, estas superiores exigencias las que hemos de plantearnos con el objetivo inmediato de que sea precisamente la política de la ciencia la que solucione los problemas de esta –unos los de siempre, y otros nuevos–, y aúpe hacia la excelencia a sus centros, a sus coordinaciones y a sus objetivos. Y, en lógica consecuencia, deje la política de la ciencia de ir al arrastre de las necesidades que exigen nuestros condicionamientos científicos, económicos y sociales. Es decir, que, al contrario, sea la auténtica política de la ciencia la que gobierne y dirija los avances de todo tipo porque «los progresos econó-

*micos realizados en España sin la ciencia y sin la técnica no lograrán mantenerse sin ellas*².

Notas

¹ A. Martín Municio. «La Ciencia y la Constitución»; en *La Constitución Española de 1978, 20 años de Democracia*, 147-166, Congreso de los Diputados. CEPC (1998).

² A. Martín Municio. «Convergencias españolas con la ciencia europea»; en *1900-2000 Historia de un esfuerzo colectivo. Cómo España superó el pesimismo y la pobreza*, 713-727. Fundación BSCH (2000).

³ A. Martín Municio. «25 Años de ciencia y Educación en España»; en el Curso de la Real Academia de la Historia *25 Años de reinado de S.M. el Rey Don Juan Carlos I* (2001).