

## CULTURA, SABER Y PRÁCTICA EN LA CIENCIA ILUSTRADA

JOSÉ LUIS PESET | IH - CCHS - CSIC (MADRID)

### CUELTAN DE UN SABIO...

Sería imposible dar una definición de Ilustración sin considerar la creencia que las sociedades occidentales alcanzaron entonces en el poder de la razón para el progreso, en el poder de la ciencia y de la técnica. Personajes como Maupertuis muestran bien esa creencia en el poder omnímodo y omnipresente del saber científico. Tal como José Cadalso mostraba en *Los eruditos a la violeta*, la ciencia estuvo presente en el Setecientos en todos los lugares, fuesen aulas o tertulias, paseos o tocadores, jardines o gabinetes, industrias o cultivos. Y estuvo de forma notable en las bibliotecas, públicas o privadas. Las ediciones científicas consiguieron a veces un éxito de público y siempre fueron apreciadas por los lectores. El afán con que se seguía la aparición de los volúmenes de la *Enciclopedia* o del benedictino Feijoo, así lo muestra. Si se convirtió en tema de conversación de moda, si instituciones y gobernantes apoyaron la creación, difusión y aplicación de la ciencia, no fue por casualidad. Esas Luces que se atribuyen al siglo ilustrado, muestran un intento más o menos logrado de basar la sociedad en pensamientos y recursos más acordes con la razón que con la creencia. Fue lo que Immanuel Kant quiso exponer en su escrito *Der Streit der Fakultäten*, en el que muestra cómo la filosofía y la ciencia —basadas en la razón— deben dominar sobre la teología y el derecho —apoyadas por la creencia y el poder.

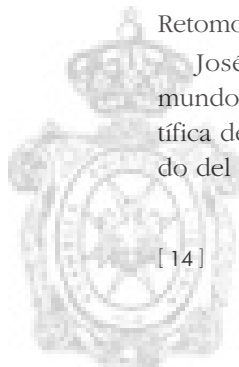
Ante la dificultad de presentar un panorama de los logros científicos en el siglo, que supondría un largo catálogo sin demasiado sentido, he preferido centrar en un solo tema mis palabras. Las lecturas —distantes en el tiempo, pero no en el interés— de dos excelentes libros, me han sugerido una atractiva posibilidad. En primer lugar, leí el volumen de Didier Masseau, *L'invention de l'intellectuel en Europe au XVIIIe siècle*. En segundo, más tarde, el de Joaquín Álvarez Barrientos titulado *Los hombres de letras en la España del siglo XVIII*. Aquel nos muestra las anchas vías por las que transitaron los pensadores y escritores franceses, muy diferentes de las muy estrechas señaladas por éste para nuestro país. Álvarez Barrientos nos enseña las



dificultades de la institucionalización del escritor entre nosotros, mirando con cierta envidia a los científicos de la época. Tampoco eran desde luego privilegiados, pero quizá se pueda aplicar a ellos el calderoniano «Cuentan de un sabio que un día...». Es posible que si malas y pocas eran las colocaciones posibles para los científicos, fueran todavía peores las que podían lograr los escritores. El resultado que aquí presento es más un ensayo sobre la profesionalización del científico, que espero sugerente, que un verdadero trabajo de investigación. Estoy seguro de que en el futuro estos estudios podrán ser completados por alguien.

La dinastía de los Austria conseguía el saber científico y tecnológico que necesitaba de tres instituciones: la Universidad, la Iglesia y el Ejército. José María López Piñero, en su libro *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, muestra bien este origen de muchos de los sabios de la época. La Universidad, si bien destinada a la formación de clérigos y juristas en las Facultades de Teología, Derecho y Cánones, también tenía otra Facultad mayor científica, la de Medicina. Algunas cátedras de ciencia, en la Facultad menor de Artes o Filosofía, servían para la preparación de estos estudios médicos. La Iglesia, por su parte, disponía de sabios, instituciones y riquezas, también de ocio, necesarios para el cultivo de la ciencia. Muchos de los científicos más importantes, incluso en el XVIII como veremos, pertenecieron a esta institución. En fin, el Ejército necesitaba de la ciencia —y más de la técnica— para sus operaciones, por lo que tuvo escuelas, científicos, técnicos y publicaciones de interés. En el siglo ilustrado, la Iglesia pierde peso, sobre todo tras la expulsión de los jesuitas, que tanto habían contribuido al saber desde su fundación. La orden ignaciana siempre ha estado volcada hacia la educación y el estudio. La Universidad mejoró bastante, gracias a las reformas que desde los años setenta introdujeron los Borbones. En fin, los ejércitos conocieron una gran mejora a lo largo del siglo, con colegios y academias de gran calidad. El estudio del saber militar ha sido emprendido en Francia por Patrice Bret en su libro *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*. En *La Universidad española (siglos XVIII y XIX)* intenté con mi hermano Mariano dar una visión de los cambios científicos en esta institución entre nosotros. Antonio Lafuente y yo procuramos en varias publicaciones dar una primera visión de la institucionalización de la ciencia a lo largo del siglo, siguiendo más o menos una periodización que coincidía con los monarcas reinantes. Retomo ahora aquellos trabajos, que con tanto cuidado escribimos.

José Cadalso es, como todos, un personaje bifronte, participa de un mundo que se acaba y de otro que está naciendo. Recoge la tradición científica del Siglo de Oro, por un lado; por otro, es representante muy destacado del mundo ilustrado, es literato y militar. Destinado por su padre comer-



ciante a un mundo activo, se forma, sin embargo, con los jesuitas e ingresa en el Ejército. Rico heredero, se arruina y aspira a ser un buen escritor. Con amplio conocimiento de Francia e Inglaterra, se angustia por las miserias de la monarquía española. Crítico de la sociedad de su tiempo, se abisma en las noches lúgubres del romanticismo. Al escribir *Los eruditos a la violeta*, nos abre una ventana sobre las ciencias ilustradas, esa moda que ridiculizó y en la que participó. En su primera lección sobre la idea general de las ciencias, su objeto y su uso, nos adentra en las calidades de los discípulos, elegantes jóvenes barbilampiños, peinados, empolvados, regados con aguas olorosas, en fin adonizados, nos dice. Deben y quieren suscitar admiración en paseos, teatros, estrados, tertulias, cafés, antesalas de los poderosos. Se combinan los estudios, en los paralelismos del escritor, con técnicas militares o de cortejos. Nos habla de la soberbia de esos petimetres ignorantes, que con dos lecturas desprecian tanto a los iletrados como a los aburridos estudiosos. Recuerda cómo conquistó a la sociedad aragonesa en Zaragoza, «presentarme sin hablar ni saludar a nadie en la Luneta de la Comedia, me hizo objeto notable a todos los que concurrían a ella: me empezaron a hablar, tratar y querer...» (*Escritos autobiográficos*, p. 15). Esa altivez se relaciona con el orgullo y desprecio que debe adquirir el erudito a la violeta, perdiendo la moderación con los iguales, el respeto a los mayores, la compasión a los inferiores (*Los eruditos*, pp. 5-8).

#### LAS EXPEDICIONES CIENTÍFICAS

Quizá sean las expediciones científicas los acontecimientos más importantes en la ciencia española ilustrada. Tienen antecedente lejano en la enviada por el rey Felipe II a México, para que su protomédico Francisco Hernández estudiase la medicina y la historia natural del virreinato con misiones útiles. Si bien este precedente quedaba lejos —y sus materiales maltratados o destruidos—, es notable la vivencia del recuerdo de esta hazaña que se puede contemplar en la Ilustración. Pero el origen de las nuevas expediciones está en otro acontecimiento, sin duda ajeno a nuestra tradición. Está en las discusiones de la Academia Real de Ciencias de París acerca de la forma de la figura de la Tierra. Para los seguidores de Newton y de Descartes, la figura era diversa, achatada por los polos o por el ecuador. Maupertuis propone el envío de dos expediciones para medir el grado de meridiano en Laponia y en el ecuador. Él mismo iría al primer lugar, La Condamine al segundo. Para entrar en las tierras del virreinato del Perú era, sin embargo, precisa la aceptación de la Corona española. La cercanía de las dos ramas familiares en el trono hizo posible el acuerdo, una de las condiciones fue que se incorporaran dos jóvenes guardia-marinas. Éstos eran Jorge Juan y Antonio de Ulloa, quienes aprendieron, aplicaron las nuevas

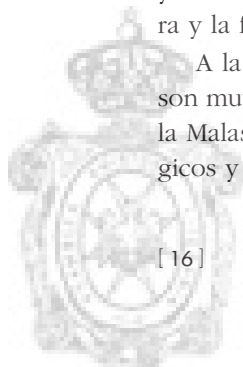


ciencias matemáticas y físicas y, a su vuelta, fueron sabios indispensables en los destinos de la Corona. Serán importantes en la mejora de la enseñanza y estudio de las ciencias en varias instituciones, sea con los cambios en las academias de marinos, sea con la recomendación de la redacción de las obras matemáticas de Benito Bails, que servirán en Academias —así, en las de bellas artes— y en las Universidades, con lo que estudiantes científicos y técnicos mejorarán su saber.

Entre los méritos de estos autores está la defensa del copernicanismo, es decir, el heliocentrismo que suponía la centralidad del Sol respecto a los planetas. También los jesuitas conocían estas verdades científicas, llegando el padre Zacagnini a enseñar tales a los infantes. Resulta de gran interés, por lo tanto, esa doble formación de Cadalso, con jesuitas y con militares. Recibe carta de este clérigo, y va a visitarlo, éste le muestra un cuaderno grande infolio con la explicación de una esfera del sistema de Copérnico, que traduce para enseñanza de los príncipes. Así, conocía bien de qué escribía cuando en la lección sobre matemáticas en *Los eruditos* nos habla de la dificultad de su definición y de sus ramos, geometría especulativa y práctica, artillería, fortificación, náutica, arquitectura civil y astronomía. Sin duda es la visión de un militar, dado ese carácter aplicado. Pero también del discípulo de los jesuitas, quienes enseñaban ciencias y técnicas, así como arte del gobierno y de la guerra. Por estas dos vías, se podía conseguir un mejor conocimiento de las matemáticas, tanto por las escuelas militares como por los clérigos de la Compañía de Jesús. No es extraño que nos recuerde Cadalso que Dios dispuso todas las cosas *in numero, pondere & mensura*.

Sin duda, nos habla el científico interesado en el saber militar, pues se refiere a aspectos astronómicos y náuticos, como planos, instrumentos y observaciones del cielo. Conoce los sistemas celestes antiguos y modernos, así invita a elegir entre Ptolomeo y Alfonso X, o bien Copérnico, Brahe y Kepler. El sabio se pasea por la noche estrellada reconociendo estrellas y distancias entre el Sol y los planetas, sus descubridores y constelaciones. Los ha visto pasearse por el cielo, como por el prado, dar movimiento a los cuerpos celestes, como con la cuerda al reloj. Igual nos recuerda la artillería, las minas y la fundición de metales. La geometría presenta difíciles nombres, nos dice, voces campanudas, interesan los planos y los instrumentos como la brújula y el cuadrante. No menos la arquitectura y la fortificación.

A la expedición gobernada por Maupertuis siguieron otras muchas, que son muy diversas y difieren según su intención; muy compleja en el caso de la Malaspina, otras buscaron estudios más limitados, así botánicos, o geológicos y mineros, no despreciando algunas los asuntos de medicina o técni-



ca. Además, colaboraron en mejorar instituciones, como la Universidad o el Protomedicato, o en poner en pie otras como jardines, colecciones y gabinetes. En fin, la Real Expedición Filantrópica de la Vacuna, encargada de llevar el fluido inmunizador a América y Asia, tuvo una indudable originalidad. También difieren según las instituciones que las ponen en marcha, siendo importantes el jardín y el gabinete madrileños, el Ejército y la Marina y, desde luego, la Corona. Son, además, muy distintas por su radio de acción, unas se mueven en lugares determinados, más o menos extensos; otras exploran de forma generosa desde un asentamiento fijo, como la de Mutis; otras, en fin, llevan adelante esos estudios amplios con un amplísimo recorrido, tal es el caso de la Malaspina, tantas veces citada.

Supusieron estas aventuras un trabajo ocasional para bastantes científicos —aparte los militares que colaboraron, así los marinos—, un trabajo no bien pagado, pues su compromiso duraba años y los esfuerzos fueron con frecuencia penosos, incluso sobrehumanos. Enfermedades físicas y mentales, accidentes, riesgos y muertes fueron muchas veces las recompensas. Pero, sin duda, en estas expediciones hubo empleo para sabios y, sobre todo, la posibilidad de realizar un trabajo apasionante y de gran valor científico. La repercusión de sus hallazgos en la nueva ciencia pudo ser muy importante, si bien se limitó por los problemas e ineficacia de la Corona española. Aprendieron las novedades científicas, conocieron una naturaleza prodigiosa y extraordinaria y escribieron miles de páginas de gran valor. Algunas, además, tuvieron continuidad en los tiempos posteriores. Los alumnos y colaboradores criollos tendrán la oportunidad de desarrollar estas ciencias y las nuevas instituciones. De todas formas, la ciencia española dejó de influir en América por muchos años, tras las crueles guerras de Independencia. Las nuevas repúblicas dirigirán sus ojos hacia nuevos socios, así hacia el saber y el Imperio franceses.

Una de las más famosas e importantes expediciones científicas es la protagonizada por el médico y naturalista gaditano José Celestino Mutis. Estudiante en Cádiz y Sevilla, tenía formación de médico y cirujano. Pasa por el Jardín Botánico de Madrid y va a Nueva Granada como médico del virrey. Propone una expedición para estudiar la maravillosa naturaleza colombiana y unas instalaciones en Madrid para controlar la ciencia en el Imperio español. Al principio es desoído, pero luego se encuentra con el virrey y arzobispo Caballero y Góngora, que se hace eco de sus propuestas. Pone el alto clérigo en marcha la expedición, que luego recibirá la sanción real. Le llegan a Mutis diversos nombramientos, así como ayudas y hombres. Entre ellos hay que destacar a Juan José de Elhuyar, uno de los eminentes hermanos riojanos a los que luego me referiré. Con él intenta mejorar la minería, si bien este ilustre personaje terminará abatido, conso-

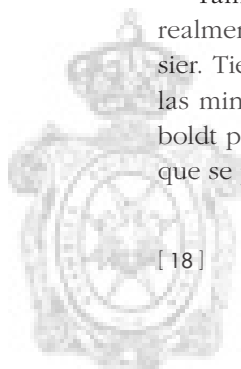


lado más por la música y la caza. Con frecuencia, abandonado por la Corona, José Celestino Mutis tiene que sobrevivir apoyado en sus ingresos y en sus colaboradores. Hace estudios médicos, perfeccionando la Medicina, la Farmacia y sus ejercicios. Es profesor, introduce a Copérnico y a Newton, también la medicina moderna en la Universidad. Ordenado sacerdote, ejerce como tal y como consejero de los virreyes. En 1801, Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland se desvían para entrevistarse con el sabio gaditano.

En lo que tuvo más éxito es en el estudio de la flora del Reino de Granada. Se empeñó en bellas láminas que siguen las normas descriptivas lineanas. Son de enorme belleza, por sus colores naturales, montando una escuela de pintores, contratando artistas americanos. Las reproducciones se hacían también del natural, consiguiendo a la vez belleza y realidad. Además, construyó de su propio peculio un observatorio astronómico, que, en manos de Francisco José de Caldas, se hizo importante. Sus trabajos médicos más sobresalientes, aparte de la enseñanza e innovación de estudios para la Universidad, se centran en la mejora de la salud pública y en el estudio de las quinas. Quiso novedades en la higiene, el ejercicio profesional, las boticas y los hospitales. Estudió las especies de la quina, descubriendo lugares en que se producía, protegiendo sus cultivos, recolección y comercio. Era partidario de los estancos de la Corona. Su legado y varios de sus discípulos dieron origen al nacimiento de la nueva cultura colombiana.

El otro gran envío de científicos al que me voy a referir es el de químicos y mineros a las minas americanas. Los mencionados hermanos Elhuyar fueron enviados a América a mejorar la minería. Si Juan José fue junto con Mutis, Fausto se dirigió a Nueva España. Allí los mineros mexicanos habían conseguido notables progresos en su profesión. Habían pedido y logrado nuevas leyes, un banco, un tribunal y un colegio de Minería. A dirigirlo se envía al riojano, así como a otros profesores. Se introducirá la ciencia moderna y la nueva técnica. De todas formas, el método de amalgamación con mercurio para la obtención de la plata era el de Bartolomé de Medina. Se introducen algunas novedades, así como máquinas de vapor. La administración mejora y se aumenta en mucho el envío de plata a la Corona. Se perfecciona el conocimiento de la geología y la mineralogía mexicanas, así como el de los procesos de obtención de los preciados metales.

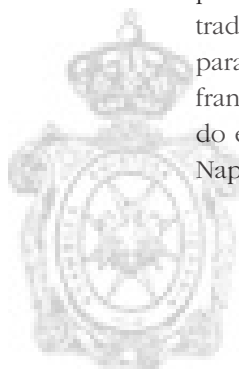
También se consigue la puesta en marcha de una escuela de minería realmente excelente. Se introduce la ciencia moderna, se traduce a Lavoisier. Tienen buenos cursos, laboratorios e instrumentos, hacen prácticas en las minas, los exámenes son cuidadosos. El mismo Alexander von Humboldt participaría en ellos. Elhuyar se preocupará de los procesos químicos que se producen en la obtención de la plata, aplicando la química moderna.



Hubo otros destacados profesores, como Andrés Manuel del Río, quien escribió un excelente tratado de mineralogía, la *Oritognosia*, y describió el vanadio. Al llegar la independencia, Elhuyar vuelve a España para trabajar al servicio del rey Fernando, mejorando la minería y las leyes de minas. Incluso escribe un tratadito sobre el papel de los metales ricos en la economía, defendiendo su pasado y su presente. Del Río, por el contrario, se casa y permanece en México, siendo un distinguido profesor incluso tras la Independencia. El Colegio de Minería será base fundamental de la ciencia y la tecnología de la naciente república mexicana.

El reinado de Carlos IV fue difícil, la política europea fue complicada, pues se vivieron la Revolución y el Imperio franceses. También los gobernantes fueron de menor calidad, si bien con excepciones importantes, como Floridablanca, Aranda, Jovellanos o Urquijo. Sin embargo, es este un reinado en el que todavía la ciencia tiene un papel importante, muy distinto del que representará durante el mandato de su hijo Fernando. Hay expediciones brillantes, instituciones mejoradas, publicaciones de gran interés, gran cantidad de sabios... En buena medida, muchos de los logros provienen de la etapa anterior, pero otros son originales. Al final del reinado y en el comienzo del nefasto de Fernando VII comienzan las guerras de la Independencia americana y, tras la magnífica constitución de 1812, las duraderas entre absolutistas y liberales. Por desgracia, los resultados de esta gran época ilustrada quedaron en buena medida inéditos; porque a la Corona le preocupaba el saber, no quería que muchas informaciones sobre el Imperio fueran conocidas. Además, la imprenta era cara y la Inquisición a veces salía de su letargo, como en el purgatorio que debió pasar el buen matemático Benito Bails.

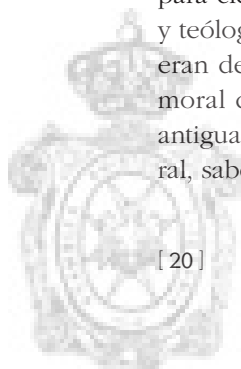
Así, podemos recordar el triste destino de Alessandro Malaspina, quien mandó una importantísima expedición, con extraordinarios objetivos políticos, económicos, administrativos y también científicos y técnicos. Recorrió larguísimas costas de las dos Américas, yendo luego a Filipinas e incluso a Australia. Trae una magnífica información para el Gobierno, pero también describe y recoge productos naturales o etnológicos, e impulsa estudios científicos muy diversos. No hay que olvidar la calidad de sus sabios, pero también de sus pintores y dibujantes. Un carácter cosmopolita y filantrópico permitirá a los expedicionarios notables encuentros con políticos, administradores y sabios españoles y criollos. Hay que recordar que la flota se prepara con Carlos III y vuelve con Carlos IV, tras el estallido de la Revolución francesa. Sus papeles quedan manuscritos al regreso y el marino es encerrado en el castillo de San Antón de La Coruña. Liberado gracias al influjo de Napoleón, vuelve a sus tierras italianas.



LAS AULAS, LOS GABINETES Y LAS TERTULIAS

Diego de Torres Villarroel nos habla en las páginas del relato de su *Vida* de sus angustias y melancolías en el seno universitario. Se encuentra atrapado entre dos Universidades, una pesante y grande, otra pequeña y ligera. La una lo desprecia y acongoja, la otra lo ensalza y alegra. Ésta es la que celebra sus triunfos, el doctorado y la cátedra. Rastros de esta división de la Universidad se encuentran en la historia de esta institución, así en el origen de la boloñesa. Se trata de una división en dos, la Universidad representada por las Facultades mayores de Teología y Derechos, por un lado; por otro, la constituida por las escuelas de Gramática, la menor de Filosofía, la mayor de Medicina, así como un diverso conjunto de estudiantes, ciudadanos y amigos, gozoso acompañamiento de Torres. Sin duda, en esta división se evidenciaban intereses institucionales, sociales y políticos, pero también suponía la infravaloración de la ciencia moderna respecto a otros saberes. A lo largo del Setecientos se querrá cambiar esta situación, pues la ciencia —junto con la técnica— era necesaria para la sociedad moderna. Medicina, Farmacia, Agricultura, Comercio y manufacturas la necesitaban, así como la Corona y el Ejército. También el hombre moderno defendía la primacía de la razón y de la ciencia en las aulas universitarias. Esas novedades, esas facultades sojuzgadas rebelándose contra las opresoras, como señalaba Immanuel Kant, se estaban evidenciando en las Universidades europeas.

Torres siente que sus saberes —que combinan ciencia moderna con saberes astrológicos— no son apreciados por la Universidad, pero sí por el público. Esa pequeña Universidad, la de médicos y artistas, también científicos y gramáticos, que se unen a los amigos y ciudadanos en el doctorado y cátedra del sabio, al que vitorean. Los vítores adquieren aquí un carácter popular, es el público quien reconoce el saber, al igual que el lector será para Torres el juez adecuado de sus libros. Un científico y un escritor se aúnan en la figura del salmantino, que sabe sacar fama, diversión y ganancias de estos afectos. Sin duda, sus enseñanzas no eran apreciadas. La Facultad de Artes o Filosofía, preparatoria para las mayores, era considerada menor, ya que sus cátedras eran temporales, eran escasas y estaban mal pagadas. Una de ellas era la Cátedra «rara» de Matemáticas y Astronomía que había conseguido por oposición, usando de figuras e instrumentos. Pero la escasa enseñanza de ciencia en la Facultad de Artes, o Filosofía, no se hacía para científicos, pues eran saberes que necesitaban los médicos; los juristas y teólogos precisaban más de metafísica o moral. Las lecciones tradicionales eran de Lógica, Física, Metafísica, se insistirá ahora en la enseñanza de la moral de tan ilustrado gusto. Los contenidos heredados eran la Filosofía antigua, aristotélica o de otras escuelas menos representadas. Eran, en general, saberes ya inútiles para los tiempos. Torres critica a esos petulantes, que





presumen de saber, siendo en realidad ignorantes. Más tarde, también Cadalso se aleja de esos falsos sabios, que engañan «atribuyendo à la esencia de una Facultad las ridículas idèas, que dán de ella los que pretenden poseerla, quando apenas han saludado sus principios» (*Los eruditos*, Advertencia s. p.).

Las reformas de la dinastía borbón iban en este sentido, apoyando una Universidad más uniforme, centralizada y moderna. Antecedentes las líneas maestras de las reformas liberales en el siglo XIX. Se apoyan las cátedras de Ciencias en la Facultad de Artes o Filosofía, las de Matemáticas y Física experimental, así como las médicas, en la mayor de Medicina. La nueva medicina se constituía en torno al recuerdo de la figura del maestro de la medicina, Hipócrates, o sus seguidores Sydenham, Baglivi o Boerhaave. Su refuerzo en contra de Galeno permitía una medicina basada en los sentidos, en la observación y la práctica. También una apertura hacia la ciencia moderna. Se promueven los estudios de Matemáticas, Física, Química, Historia natural, así como los de Anatomía, Fisiología y Clínica. Se consiguen salas de disección y autopsias, laboratorios físicos y químicos, colecciones de historia natural, drogas e instrumentos científicos. Eran instalaciones necesarias para los nuevos saberes en la época en que la revolución científica, que se produce en las ciencias físicas en el siglo XVII, se hace moneda común en el mundo occidental.

Estas novedades se perciben en José Cadalso, quien tras dejar bien claro que si el objeto del saber es el Creador, el ente supremo, también permite la ciencia «hacerse los hombres mas sociables comunicandose mutuamente las producciones de sus entendimientos, y unirse, digamoslo asi, à pesar de los mares, y distancias» (*Los eruditos*, p. 7). Una comunicación científica rápida y abundante recorre Europa y llega a América. Los saberes que antes tardaban siglos en entrar en las aulas, consiguen ahora llegar en años. Quiere este autor, por lo tanto, una filosofía y una ciencia más modernas. En su lección filosófica nos dice que va a hablar de la antigua y la moderna. Se burla del nombre griego, de su antigüedad, de los muchos sistemas, pero nos insiste en los modernos, así en física cita a Musschenbroek, Kepler, Willem Jacob's Gravesande y apunta el uso del microscopio; en metafísicos, a Hobbes, Spinoza y Locke; en moral, a Muratori sobre la felicidad, otro tema ilustrado. Antes ha juntado a Newton, Leibniz y Nollet con Descartes y Gassendi.

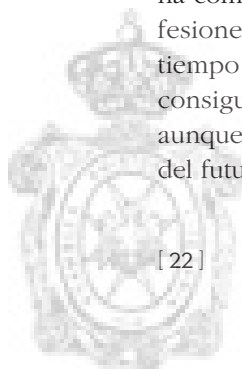
Se muestra también moderno en matemáticas, menciona a Euclides, Tosca, Lacleire, Ozanam... Como ya vimos, presenta una matemática del gusto de los prácticos, de los militares o ingenieros, hablando de artillería y náutica, de la minería y la fundición, de arquitectura y fortificación. También era tradicional el interés por las matemáticas aplicadas, así entre nosotros en Tosca o en Bails. Insiste en las palabras difíciles, las voces campanu-



das, la necesidad de la figura, los planos y los instrumentos. *Pieza* es comedia o cañón, se burla de posibles neologismos como Morteral, Cañonal y Culebrinal. Relaciona distintos términos con el cortejo de esos jóvenes a la moda, como ya señaló Carmen Martín Gaité, y se burla de algunos náuticos como *popas de navío*, *tomar rizos*, *recoger vela*, que nada tienen que ver con arreglos en el pelo del capitán del barco.

Es un pálido reflejo literario de la nueva ciencia y de su expansión en aulas y bibliotecas. En física se había conocido la mecánica del universo, tanto a través de las leyes del movimiento como de la aceptación del heliocentrismo copernicano. En química se procederá al análisis de la materia, aislando elementos y formulando una nueva nomenclatura para la explicación de sus procesos. En historia natural la clasificación sexual del sueco Linneo se impone. En medicina las obras del holandés Hermann Boerhaave y sus discípulos invaden el mundo. Surgen modernos libros que recogen la ciencia de forma completa y al día, el latín irá dejando paso al castellano, se multiplican las traducciones, también procedentes de lenguas modernas. La estructura universitaria va cambiando, así se inicia el auge de la Facultad de Artes. Concebida como preámbulo a las mayores, sus cátedras eran de regencia, temporales y peor pagadas. Los filósofos quieren cátedras estables y mejor remuneradas, libros y planes de estudios modernos, instalaciones adecuadas. Era el camino que llevará en el siglo XIX a la aprobación de Facultades de Letras y Ciencias, ya equiparables a las otras universitarias, a la vez que la de Teología desaparecerá en las aulas públicas españolas con los gobiernos liberales.

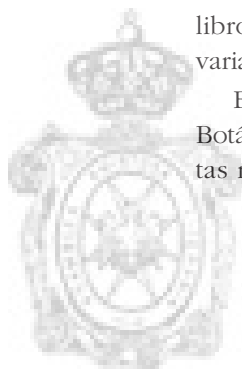
Pues bien, un primer paso fue la aprobación en la Universidad de Salamanca en el reinado de Carlos IV de un Colegio de Filosofía, que estudió también Norberto Cuesta. La reacción de las facultades tradicionales fue brutal; los filósofos fueron acusados de impíos, de burlarse de la Iglesia y la religión, de no enseñar correctamente, de no cumplir el plan de estudios. Vistos con buenos ojos por los ministros Urquijo y Jovellanos, Caballero apacigua a la Universidad, esperando mejores tiempos. La Facultad de Artes o Filosofía se convertirá en mayor con los liberales, dividiéndose en ciencias y letras. La Facultad de Medicina, por su parte, sufría la competencia de los colegios de Cirugía. Éstos querían monopolizar la enseñanza de los estudios sobre salud, permitiendo a sus graduados ejercer tanto en la medicina interna como en la externa. A fines de siglo, la reunión de ambas carreras y profesiones en los colegios de Cádiz, Barcelona y Madrid eliminó por breve tiempo la enseñanza de las facultades médicas. Algunas como Salamanca consiguieron que en ellas se estableciese un colegio de facultad reunida, aunque la unión será de muy breve duración. Será, sin embargo, un anuncio del futuro, pues si bien esta Universidad tuvo predicamento con Carlos IV e



incluso con Fernando VII, los liberales darán razón a los colegios. El plan unificado para todas las Universidades de 1807 —y el absolutista de 1824— tiene todavía a Salamanca como redactora, recogiendo los adelantos de los planes médicos salmantinos de 1789 y 1804, y también las novedades que las cátedras y estudios de clínica habían conseguido en Valencia, Barcelona y Madrid. Pero serán los colegios —convertidos en facultades— los que en el futuro enseñarán la medicina, reunida con la cirugía. Todas estas novedades llevaron consigo un aumento de las cátedras de ciencias y medicina, así como una mejoría de la remuneración y de la calidad en su trabajo.

Junto con las Universidades aparecen otras instituciones, así los jardines botánicos y gabinetes de historia natural, las sociedades económicas, también las academias. Fueron un importantísimo paso en la institucionalización de la ciencia española, como lugar de conversación, estudio, observación, experimentación y enseñanza. No tuvieron muchos puestos de trabajo, siendo esta dedicación muchas veces, como sucedía en las sociedades, tertulias y academias, más bien muestra de una distinción, una afición o un ingenuo entusiasmo. Los jardines y gabinetes derivan de los antiguos tesoros reales, en que ricos especímenes se atesoraban. Todas las coronas europeas los tenían; destaca, por ejemplo, el de los monarcas de Sajonia en Dresde, o como precedentes las colecciones mediceas en Florencia. Pero allí estaban sobre todo elementos preciosos, fueran joyas, pinturas, esculturas, o bien objetos raros y sorprendentes, como fetos con diversas anomalías, aunque también libros y manuscritos, instrumentos y materiales científicos podían ser atesorados. El ser piezas excepcionales tenía una gran importancia, pues añadía distinción junto con la riqueza. Son muy importantes los intercambios de tesoros entre los poderosos, o entre las instituciones y sus sabios, que tenían intención política, económica o científica. Pero en el siglo XVIII se añade el concepto de *utilidad*, que presentaban algunas de las riquezas como los minerales, las plantas y también los animales. De esos tesoros que querían colocar a los pies del monarca la riqueza personal o de sus reinos, proceden, pues, otras instituciones más sabias, más útiles, esos importantes museos y jardines ilustrados. Estas colecciones también podían servir para la enseñanza o para la agricultura, la industria y el comercio; y era notable su uso en medicina y farmacia. Las Universidades tenían jardines botánicos que completaban la enseñanza en libros o láminas y la herborización de los estudiantes de medicina. Además, tenían colecciones muy diversas, de libros y láminas, plantas secas, drogas y medicamentos, de instrumentos variados, desde los anatómicos a los astronómicos.

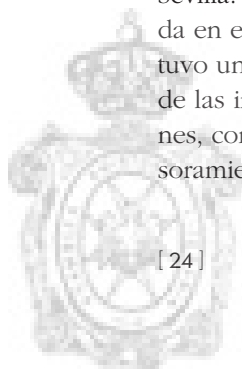
En Madrid se ponen en pie dos importantes instituciones: el Real Jardín Botánico y el Real Gabinete de Historia Natural. El primero recogía las plantas más importantes de los reinos peninsulares y americanos, incluso de



otros variados lugares, en forma de semillas, cultivos, herbarios, láminas, libros...; había otros en otros lugares para aclimatación o con diversas intenciones, docentes, médicas o económicas. El gabinete tenía colecciones de los otros reinos naturales, así minerales, animales, muestras etnológicas o bien curiosidades. Las bibliotecas y archivos de ambas instituciones eran —y son— de primera importancia. Organizaban campañas de recolección de materiales, teniendo personas asalariadas con este fin, y entraban además en intercambios con instituciones paralelas. Están también muy relacionados con las mencionadas expediciones científicas, pues debían guardar los ricos hallazgos de éstas. Con frecuencia las organizan, casi siempre son consultadas y apoyan la puesta en marcha de estos viajes. A veces los materiales que desde América se enviaban no llegaban, por guerras, robos, naufragios... otras veces, como en el caso de José Celestino Mutis, por la desconfianza de éste y sus alumnos hacia Casimiro Gómez Ortega, director del jardín madrileño. La independencia de las colonias cortará esta privilegiada relación con otros continentes, iniciando en el siglo XIX una etapa de mayor pobreza.

Las sociedades económicas de amigos del país también tuvieron una variada actividad, fomentando enseñanzas diversas y las artes útiles, sean las textiles, las mineras o el comercio. Algunas como la madrileña tuvieron, además, un papel social y económico destacado, así podemos recordar la publicación por el asturiano Gaspar Melchor de Jovellanos de su *Informe en el expediente de ley agraria*.

Las Academias fueron instituciones de primera importancia en la Ilustración. Proviene de las tertulias barrocas, en las que la ciencia tenía cabida más o menos importante. Especial interés tiene la Regia Sociedad Médica Sevillana que ya aceptara el último Austria, el rey Carlos II. A partir de la real aprobación por los Borbones de las grandes academias, como las consagradas a la Lengua, las Bellas Artes o la Historia, se empieza una nueva época, pues tienen ayudas, reales disposiciones y, sobre todo, una capacidad de influencia grande sobre la Corona. Resulta interesante que en el siglo XVIII no hubo academia de ciencias comparable a las otras, a pesar de los prestigiosos antecedentes de Londres, París y Berlín. Hubo algunas que se pueden comparar, pues tienen interés por estas novedades, como sucede con la Academia de Artes y Ciencias de Barcelona o la de Buenas Letras de Sevilla. También las médicas tienen un papel importante, como la mencionada en esta misma ciudad, o bien las de Barcelona y Madrid. En especial ésta tuvo una gran importancia, con notable control de las profesiones sanitarias, de las impresiones y de la higiene y salud. Además, algunas otras instituciones, como la Marina, tuvieron actuaciones importantes en ese necesario asesoramiento de la Corona, sobre todo tras la vuelta de Jorge Juan y Antonio



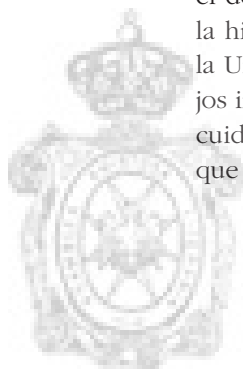
de Ulloa. Algunos personajes como Gregorio Mayans o clérigos como Feijoo o Sarmiento también asesoraron. La institución que se proyectaba en el paseo del Prado en el edificio de Villanueva reuniría la actividad científica con la humanista, pero a la larga se destinaría a museo de bellas artes.

La actividad de las Academias era doble. Señala Pedro Álvarez de Miranda que, en el nombre de las tertulias, se hace referencia tanto al severo Teruliano, como a los lugares de crítica y disfrute teatrales. Por lo tanto, las Academias tienen una apertura a la conversación, a la disputa y a la novedad, así como una preocupación por la censura y el control, por la función de diálogo y crítica que deben tener. Joaquín Álvarez Barrientos señala el miedo que Godoy parecía tener a una posible Academia de Ciencias, culpando a la parisina del desastre del rey francés. Tal vez los miedos a los revolucionarios franceses —entre los que hubo sabios y científicos— se puede poner en relación con estas prevenciones, pero, en general, y por el momento, la ciencia no era considerada tan peligrosa.

#### CIENTÍFICOS Y ESCRITORES

El siglo XVIII es época de convivencia entre letras y ciencias, incluso se podría recordar el cervantino acuerdo entre armas y letras. La conversación científica también es practicada por el escritor Cadalso, y no menos la han cultivado Sarmiento y Feijoo. Las tertulias gaditanas —o las de otras animadas ciudades, como Madrid o Barcelona— reúnen sabios y literatos de interés. Es frecuente que los científicos sean cultos y buenos escritores, pero también que éstos lean y escriban sobre ciencias. Todavía la separación estricta entre éstas y las letras no se ha producido. Será en el siglo XIX, al dejar el Museo del Prado de ser casa de todos los saberes, cuando se puede considerar que los muros se han alzado entre ambas vertientes de la cultura. Mientras tanto, la belleza de la expresión sigue siendo importante para las ciencias, como puede verse en las disertaciones de las academias, que versan sobre unos aspectos u otros, siempre de forma cuidada. Los censores debían vigilar contenidos y formas. Es un momento de creación de la ciencia moderna, en la que sus términos y su comunicación tienen cada vez una mayor importancia.

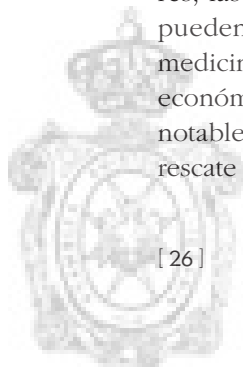
La ciencia ilustrada emplea las formas tradicionales de comunicación, así el tratado, pero surgen nuevas, como los útiles libros de texto, esenciales en el desarrollo de la moderna pedagogía. El manual es elemento esencial en la historia de la enseñanza, tanto elemental como superior. En las aulas de la Universidad, hasta el siglo XVIII se han empleado los textos clásicos, viejos folios en latín, que a partir del Renacimiento se hacen más críticos con cuidadas ediciones. Cada año se explicaban unos tratados de los clásicos, que eran leídos, comentados y discutidos. Pero pronto aparecerán —y en el



siglo XVIII se multiplicarán— los libros de texto de las diversas disciplinas. Eran pequeños volúmenes, que contenían una disciplina entera, con un cierto orden. Este orden podía facilitar la enseñanza, o bien la explicación o acumulación de saberes. Algunas veces incluso estaban los párrafos numerados para hacer referencia a ellos en la clase o en el examen. El idioma pasa del latín al castellano, en especial en las ciencias, en las que este tránsito, como ha mostrado Juan Gutiérrez Cuadrado, se ha producido de forma rápida. Junto con estos estilos de difusión del saber, siguen o aparecen disputas, cartas, teatros, diccionarios, láminas y grabados..., y lo que es más interesante, las revistas. Las publicaciones periódicas serán esenciales en el futuro en el terreno científico como base de una información ágil y rápida, permitiendo la entrada de novedades y su conocimiento por un público moderadamente amplio. Como también lo son en el cultural, el social o el político.

Anteriores en Europa, en el XVIII las revistas se hacen frecuentes en España y en América. Tal como señaló Jean-Pierre Clément para Perú, las publicaciones periódicas comienzan con las que recogen noticias, pasando a las sabias y literarias y, más tarde, a las políticas. Dada la rapidez de las novedades científicas, era un modo fácil de ponerlas a disposición de un público culto, para difundir nuevas y útiles. También eran una forma de conocer un nuevo estilo de expresión, en el momento en el que se está forjando una lengua moderna, más ágil y expresiva, como la que Feijoo quería. Sería también un camino hacia la politización de la cultura, como sucede en todo el ámbito hispano —en el camino que han seguido los franceses y los norteamericanos—, recordemos en Nueva Granada a Francisco José de Caldas. Además, conducía a la profesionalización, pues los periódicos y las revistas son esenciales para la nueva ciencia moderna y sus cultivadores o difusores. Gracias a ellas nacen disciplinas, especialidades, tecnologías y prácticas. Por el momento, las revistas en la Ilustración hispana se mantendrán en esa fase de reposada reflexión, de amenidad y curiosidad, de pasión por el saber nuevo, pero serán un preámbulo a los escritos del siguiente siglo, un anuncio del liberalismo y las revoluciones del XIX europeo y americano.

El reinado de Carlos IV muestra estas revistas eruditas en que el saber moderno entra. Así, señalaré notables publicaciones en dos de los principales virreinos americanos. José Antonio de Alzate edita, tras otras de interés, las *Gacetas de literatura*, que paga con su rica herencia. En ellas se pueden encontrar novedades importantes sobre ciencia (física, química, medicina) y técnica (agricultura, minería, textiles), pero también estudios económicos, históricos, religiosos, estéticos, filosóficos o literarios. Así, es notable su papel en la introducción del neoclasicismo en México, o en el rescate de restos arqueológicos y de la historia antigua mexicana, siguiendo



las directrices de su maestro Francisco Javier Clavijero. Pero también es muy interesante en este sentido su enfrentamiento colérico y breve con los sistemas modernos de Linneo y Lavoisier, en historia natural y química.

Estos sabios, no hace falta insistir en ello, dieron las claves esenciales de estudio y clasificación de la naturaleza, que permitieron mayores novedades científicas. Tanto la descripción de las plantas por sus caracteres sexuales como la insistencia en la descripción de los elementos químicos y sus reacciones, suponen una revolución en el saber. José Antonio de Alzate insiste, sin embargo, en que la tradición propia —indígena y española— tiene mucho que ofrecer, siendo así un paladín de la cultura y el nacionalismo mexicanos. También argumenta que las nuevas doctrinas vienen en forma de sistemas teóricos, que parecen alejarse de la realidad. Él es partidario de un saber que sea más práctico y tenga en cuenta la vida y su utilidad. Desde luego, los herbarios de Linneo estaban bien distantes de las maravillosas plantas americanas; los análisis de Lavoisier eran tan solo un primer paso para una química sintética, que se ocupará también de los cuerpos vivos. En Perú, la revista *Mercurio peruano* guarda grandes semejanzas, pero es más respetuosa con los nuevos saberes europeos y depende de una sociedad académica y de sus suscriptores. La Corona miraba siempre estas revistas con dudas y recelos.

En España, dos grandes revistas inauguran este terreno de las publicaciones periódicas, tan fecundo para los científicos. Así, hemos de señalar los *Anales de historia natural* y los *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*. Tras las dos está el interés de la Corona por las ciencias y las técnicas y constituyen un monumento extraordinario de la calidad del saber ilustrado. En aquellos *Anales* —que acogen botánicos, geólogos y químicos— se encuentran descripciones de hallazgos realizados de forma moderna, acorde con los sistemas nuevos de la botánica y la química. Plantas y minerales ahora descubiertos, que eran útiles para la sociedad y eran un preciado logro para los sabios. Se quería hacer una historia natural de España, sueño constante de la Ilustración, buscando renovar las obras de Quer y Bowles. También recogía conocimientos útiles para las artes, agricultura, medicina, comercio e industria. Y no menos interesante será la utilización de material de las expediciones, al que tendrá acceso el naturalista y clérigo valenciano Antonio José de Cavanilles, como director del Jardín Botánico de Madrid. Así, estudia algunos de los especímenes vegetales recolectados por Née con motivo de la expedición de Alessandro Malaspina.

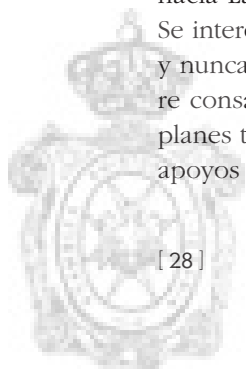
La revista de Segovia será obra de Louis Proust, un magnífico científico francés contratado, quien mientras se afana en sus importantes estudios sobre gases, enseña química y sus aplicaciones. Siguiendo el interés de la Corona, el Ejército y los artesanos, se ocupa de la artillería, las minas o la



acuñación de monedas, pero también sobre los intereses de los gremios de la ciudad, así sobre textil y colorantes. Se incluye un artículo de gran interés de Fausto de Elhuyar. Sin duda, la carrera del químico y minero riojano es muy notable, así como sus publicaciones. En líneas generales, en su primera etapa española publica con su hermano el descubrimiento del wolframio y estudios de interés minero e industrial. Desde México tan sólo envía la aclaración de cómo funcionaba el viejo método de Bartolomé de Medina. Muestra de forma magistral sus estudios europeos de química y metalurgia, dándonos a entender el gran químico que, como Juan José, hubiera podido llegar a ser en otras circunstancias. El ansia española y europea por importar metales ricos acabó con sus carreras científicas, si bien el mexicano triunfará como administrador y el colombiano fracasará en triste melancolía. Cuando Fausto vuelva con el rey Fernando será un introductor del comercio libre y el capital extranjero, así como un reformador de las minas y su legislación, y un teórico del papel económico de los metales preciosos, que defenderá en contra de la larga tradición de arbitristas que los condenaba.

Otra revista de interés en la época —estudiada por Elisabel Larriba, a quien aquí sigo— es *El argonauta español*, editada en Cádiz en 1790 por Pedro Gatell, un marino y cirujano formado en la Academia Militar de esta ciudad. No es extraño encontrar en el ejército español ilustrado militares de gran cultura, así marinos de amplia formación intelectual. La saga que va desde los mencionados Jorge Juan y Antonio de Ulloa hasta Mendoza y Ríos y Fernández de Navarrete —incluyendo, desde luego, a Malaspina, Císcar y Vargas Ponce—, muestra bien el alto nivel académico de estos personajes y de las instituciones en que se formaron. En conjunto aportaron muy notables novedades científicas sobre física, astronomía, náutica, matemáticas o medicina, pero no descuidaron el cultivo de las letras. En academias, observatorios, tertulias, expediciones o escritos brillaron con cultura e inteligencia. Muchos de éstos son sabios bien conocidos por un amplio público, pero hay otros muchos que quedaron en el anonimato.

Así, ese alumno del Colegio de Cirugía de Cádiz, hasta ahora casi por entero desconocido, Pedro Pablo Gatell y Carnicer. Nacido en Reus en 1745, procedente de las tierras de origen de los fundadores de los colegios de cirugía, estudia en la Universidad de Cervera, en donde pudo interesarse por la cultura clásica, trasladándose luego al centro gaditano. Embarcarse hacia La Habana, teniendo una notable experiencia en tierras americanas. Se interesa por la astronomía, su verdadera vocación científica, la ingeniería y nunca olvida su profesión de médico. Deja pronto estos oficios y se quiere consagrar a la escritura. En cierto modo, recuerda en su ingenuidad los planes trazados por Cadalso con este mismo propósito. Pide Gatell diversos apoyos a Floridablanca, como cátedras, o bien ocuparse de la historia de la





marina, que sería redactada por Fernández de Navarrete. Escribe este periódico y, lo que es más notable, quiso escribir una prolongación del *Quijote*, desde la muerte de Alonso Quijano a la de Sancho Panza. No podría con este personaje inmortal, pues el fin le llegaría antes del tomo segundo, que será obra de otro autor. La obra y la biografía de este curioso personaje —conocido también, claro está, por Aguilar Piñal y Álvarez Barrientos— han sido bien estudiadas por Elisabel Larriba, en su libro *De la lancette à la plume*.

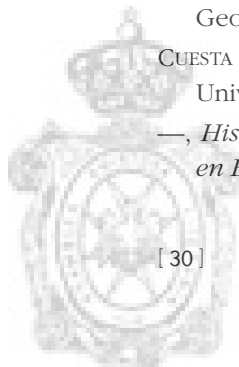
Se retira pronto, pues, de la marina, queriendo triunfar en las letras. Sin duda, su dedicación al *Quijote* le hace volcar la balanza hacia éstas, en contra de las armas. Intenta adular a Floridablanca con sus escritos y un elogio de Carlos IV, pero lo hace en un difícil año para España, en 1789. Tras el fracaso en la corte, irá a Cádiz de nuevo, con amplios proyectos. Propone una Cátedra de Historia Natural y un observatorio meteorológico —que tampoco el poderoso ministro aceptará—, publica el interesante periódico mencionado y escribirá ampliamente en la prensa. En el pasado había notables observatorios en manos de los jesuitas y de la Marina, pero el futuro se establecerá en la corte. Su periódico es de interés, en su intento de buscar utilidad, saber, moral y defensa de la nación. Las ciencias están muy presentes, sobre todo las que se relacionan con su profesión de marino (física, astronomía, náutica) y de médico. Siempre defenderá una medicina hipocrática y respetuosa con la naturaleza. Pero también hay temas de artes y oficios, comercio y agricultura, trabajo y costumbres. Filosofía, moral, literatura, historia..., le interesan mucho. La sombra cervantina —de la que tomará moral, narraciones y estilo— lo ampara. Así muestra bien la voluntad de un sabio militar de convertirse en escritor. Era una tarea ardua y casi imposible, como también lo era realizar una actividad científica de forma fácil y correcta en la España de la época. Estas dificultades se agravarán con la guerra y con la vuelta de la monarquía de los Borbones. En fin, se puede concluir que tanto escritores como científicos, en la España ilustrada, eran unos quijotes, pues la labor de escritores de letras o de ciencias era en esa época puro quijotismo. Los molinos eran muchos, los caballeros escasos y las posadas inhóspitas.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

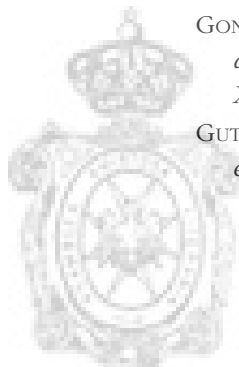
- AGUILAR PIÑAL, FRANCISCO, «Las Academias», en *La época de los primeros Borbones. La cultura española entre el Barroco y la Ilustración, Historia de España Menéndez Pidal*, vol. XXIX-2, Madrid, Espasa-Calpe, 1985, pp. 149-193.
- ÁLVAREZ BARRIENTOS, JOAQUÍN, *Los hombres de letras en la España del siglo XVIII. Apóstoles y arribistas*, Madrid, Castalia, 2006.
- ÁLVAREZ LÓPEZ, E., «Cavanilles. Ensayo biográfico-crítico», *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 5 (1945), pp. 1-64.



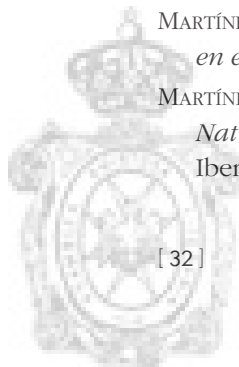
- ASTRAIN, Mikel, *Barberos, cirujanos y gente de mar: la sanidad naval y la profesión quirúrgica en la España ilustrada*, Madrid, Ministerio de Defensa, 1996.
- BALAGUER, Emilio, *Balmís*, Valencia, Generalitat, 1996.
- BALAGUER PERIGÜELL, Emilio, y BALLESTER AÑÓN, Rosa, *En el nombre de los niños: La Real Expedición Filantrópica de la Vacuna (1803-1806)*, s. I. (Madrid), Monografías de la Asociación Española de Pediatría, n.º 2, s. a. (2003).
- BARREIRO, Agustín J., *El Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771-1935)*, Madrid, Doce Calles, 1992.
- BÉDAT, Claude, *L'Académie des Beaux-Arts de Madrid, 1744-1808*, Toulouse, Université Toulouse-Le Mirail, 1975.
- BRET, Patrice, *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France (1763-1830)*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2002.
- CADALSO, José de, *Los eruditos a la violeta*, edición facsimilar de la de Antonio de Sancha, Madrid, 1772; Madrid, Ediciones Alfar, 1982, introducción de Manuel Ángel Vázquez Medel.
- , *Escritos autobiográficos y epistolario*, prólogo, edición y notas de Nigel Glendinning y Nicole Harrison, Londres, Tamesis Books Limited, 1979.
- CALATAYUD, M.<sup>a</sup> Ángeles, *Catálogo de documentos del Real Gabinete de Historia Natural (1752-1786)*, Madrid, CSIC, 1987.
- Canelobre. Revista del Instituto Alicantino de Cultura «Juan Gil-Albert»* (verano 2006), número 51 dedicado a Jorge Juan.
- CAPEL, Horacio; SÁNCHEZ, Joan Eugeni, y MONCADA, Omar, *De Palas a Minerva. La formación científica y la estructura institucional de los ingenieros militares en el siglo XVIII*, Barcelona, Madrid, Serbal, CSIC, 1988.
- CLÉMENT, Jean-Pierre, *El Mercurio Peruano, 1790-1795*, Fráncfort, Madrid, Vervuert Verlag, Iberoamericana, 1997.
- CLEMENTE RUBIO, Simón de Rojas, *Viaje a Andalucía «Historia natural del Reino de Granada» (1804-1809)*, edición de Antonio Gil Albarracín, otros trabajos de Horacio Capel Sáez y M.<sup>a</sup> Pilar de San Pío Aladrén, Barcelona, Griselda Bonet Girabet, 2002.
- CUESTA DOMINGO, Mariano, y REBOK, Sandra (coord.), *Alexander von Humboldt. Estancia en España y viaje americano*, Madrid, Real Sociedad Geográfica, CSIC, 2008.
- CUESTA DUTARI, Norberto, *El maestro Juan Justo García*, 2 vols., Salamanca, Universidad, 1974.
- , *Historia de la invención del cálculo infinitesimal y de su introducción en España*, Salamanca, Universidad, 1985.



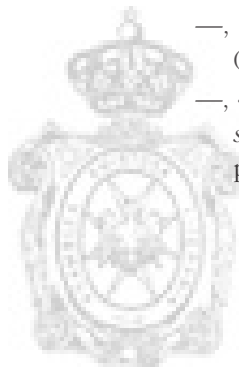
- DÉBARBAT, Suzanne, y TEN, Antonio E., *Mètre et système métrique*, Valencia, Observatoire de París, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universidad de Valencia, 1993.
- DÍAZ DE YRAOLA, Gonzalo, *La vuelta al mundo de la Expedición de la Vacuna (1803-1810)*, facsímile de la edición de 1948 y versión inglesa traducida y editada por Catherine Mark, Madrid, CSIC, 2003.
- DÍE MACULET, Rosario, y ALBEROLA ROMÁ, Armando, *La herencia de Jorge Juan. Muerte, disputas sucesorias y legado intelectual*, Alicante, Universidad de Alicante, Fundación Jorge Juan, 2002.
- FERNÁNDEZ PÉREZ, Joaquín, y GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio (eds.), *Ciencia, técnica y Estado en la España ilustrada*, Zaragoza, Ministerio de Educación y Ciencia, SEHCYT, 1990.
- FLORES CLAIR, Eduardo, *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2000.
- FRÍAS, Marcelo, *Tras el dorado vegetal. José Celestino Mutis y la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (1783-1808)*, Sevilla, Diputación de Sevilla, 1994.
- GAGO BOHÓRQUEZ, Ramón, «Luis Proust y la cátedra de química de la Academia de Artillería», estudio preliminar a *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*, Antonio Espinosa, 2 vols., 1791-1795, edición facsimilar de la Biblioteca de Ciencia y Artillería, editada por la Academia de Artillería de Segovia, 2 vols., Madrid, 1990, I, pp. 5-51.
- GALERA, Andrés, *La Ilustración española y el conocimiento del Nuevo Mundo*, Madrid, CSIC, 1988.
- GARCÍA BALLESTER, Luis; LÓPEZ PIÑERO, José M.<sup>a</sup>, y PESET, José Luis (dir.), *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, 4 vols., Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002.
- GONZÁLEZ BUENO, Antonio, *Antonio José Cavanilles (1745-1804). La pasión por la ciencia*, Madrid, Fundación Jorge Juan, 2002.
- , *José Celestino Mutis (1732-1808). Naturaleza y arte en el Nuevo Reino de Granada. Edición conmemorativa del II Centenario*, Madrid, Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, CSIC, 2008.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Francisco José, *El Real Observatorio de la Armada*, Madrid, Ministerio de Defensa, 2005.
- GONZÁLEZ SÁNCHEZ, Carlos Alberto, y VILA VILAR, Enriqueta (comp.), *Grafías del imaginario. Representaciones culturales en España y América (siglos XVI-XVIII)*, México, Fondo de Cultura Económica, 2003.
- GUTIÉRREZ, Juan, y PESET, José Luis, *Metro y kilo: el sistema métrico decimal en España*, Madrid, Akal, 1997.



- HERMOSILLA MOLINA, Antonio, *Cien años de medicina sevillana*, Sevilla, Diputación, CSIC, 1970.
- HIGUERAS RODRÍGUEZ, M.<sup>a</sup> Dolores, *Catálogo crítico de los documentos de la expedición Malaspina (1789-1794) del Museo Naval*, 2 vols., Madrid, Museo Naval, Instituto de Historia y Cultura Naval, 1985-1987.
- LAFUENTE, Antonio, y MAZUECOS, Antonio, *Los caballeros del punto fijo. Ciencia, política y aventura en la expedición geodésica hispanofrancesa al virreinato del Perú en el siglo XVIII*, Barcelona, Serbal, CSIC, 1987.
- , y SELLÉS, Manuel, *El Observatorio de Cádiz (1753-1831)*, Madrid, Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Naval, 1988.
- LARRIBA, Elisabel, *De la lancette à la plume: Pedro Pablo Gatell y Carnicer. Un chirurgien de la Marine Royale dans l'Espagne des Lumières*, Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, 2005.
- LÓPEZ ARROYO, Manuel, *El Real Observatorio Astronómico de Madrid*, Madrid, Ministerio de Fomento, 2004.
- LÓPEZ PIÑERO, José M.<sup>a</sup>, *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor, 1979.
- ; GLICK, Thomas F.; NAVARRO BROTONS, Víctor, y PORTELA MARCO, Eugenio, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*, 2 vols., Barcelona, Península, 1983.
- , y NAVARRO BROTONS, Víctor, *Història de la Ciència al País Valencià*, Valencia, Diputació de València, Edicions Alfons el Magnànim, 1995.
- LUCENA, Manuel, y PIMENTEL, Juan, *Los «Axiomas políticos sobre la América» de Alejandro Malaspina*, Aranjuez, Ediciones Doce Calles, Sociedad Estatal Quinto Centenario, 1991.
- MALDONADO, Luis, y PINAR, Susana, *Catálogo de los fondos manuscritos del siglo XVIII de la Real Academia Nacional de Medicina*, Madrid, Real Academia Nacional de Medicina, 1996.
- MANFREDI, Dario, y SAIZ, Blanca, *Alejandro Malaspina, la América imposible*, Madrid, Compañía Literaria, 1994.
- MARTÍNEZ PÉREZ, José, «La anatomía y los Colegios de Cirugía», en Luis García Ballester, José María López Piñero y José Luis Peset (dirs.), 4 vols., *Historia de la ciencia y de la técnica en la Corona de Castilla*, vol. IV, Valladolid, Junta de Castilla y León, 2002, pp. 269-294.
- MARTÍNEZ RUIZ, E., y PI CORRALES, M. de Pazzis, *Ilustración, ciencia y técnica en el siglo XVIII español*, Valencia, Universitat de València, 2008.
- MARTÍNEZ TEJERO, Vicente, *Piedras, fósiles, plantas, insectos, peces, pájaros... Naturalistas aragoneses*, Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», IberCaja, 2005 (BArc, 35).



- MASSEAU, Didier, *L'invention de l'intellectuel en Europe au XVIIIe siècle*, París, PUF, 1994.
- Medicina militar. Revista de Sanidad de las Fuerzas Armadas de España*, 60-2 (2004). Número dedicado al bicentenario de la «Real Expedición Filantrópica de la Vacuna».
- MOLL BLANES, Isabel, y VIDAL HERNÁNDEZ, Josep M. (dirs.), *Història de la Ciència a les Illes Balears*, vol. III. *La Il·lustració*, Palma, Govern de les Illes Balears, 2008.
- MORENO, Roberto, *Un eclesiástico criollo frente al Estado Borbón*, discurso de ingreso en la Academia Mexicana de Historia, respuesta de Edmundo O'Gorman, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1980.
- MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel (coord.), *La Academia de Matemáticas de Barcelona. El legado de los ingenieros militares*, Barcelona, Ministerio de Defensa, Novatesa, 2004.
- MUÑOZ GARMEDIA, Félix, *Diarios y trabajos botánicos de Luis Néé*, Madrid, Ministerio de Defensa, Museo Naval, Lunwerg Editores, 1992.
- NAVARRO, Víctor, *Tradició i canvi científic al país valencià modern (1660-1720), les ciències físico-matemàtiques*, Valencia, Ed. Tres i Quatre, Eli-seu Climent, Editor, 1985.
- NAVARRO PÉREZ, Jorge, *Félix Miquel y Micó, 1754-1824. La introducción de la clínica en Valencia*, Valencia, Ayuntamiento de Valencia, 1998.
- NIETO-GALAN, Agustí, y ROCA ROSELL, Antoni (coords.), *La Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona als segles XVIII i XIX*, Barcelona, Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 2000.
- PALAU, Mercedes; ZABALA, Aránzazu, y SÁIZ, Blanca (eds.), *Diario de viaje de Alejandro Malaspina*, Madrid, Ediciones El Museo Universal, 1984.
- PEDRO, Antonio E. de, «Retórica y significación de las imágenes naturalistas en el siglo XVIII», *Asclepio*, 47-2 (1995), pp. 109-116.
- PESET, José Luis, «Ciencia, nobleza y ejército en el Seminario de Nobles de Madrid (1770-1788)», *Mayans y la Ilustración. Simposio Internacional en el Bicentenario de la muerte de Gregorio Mayans*, Valencia, Oliva; Ayuntamiento de Oliva, 1981, pp. 519-535.
- , *Ciencia y libertad*, Madrid, CSIC, 1987.
- , (coord.), *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*, 3 vols., Madrid, CSIC, 1989.
- , «La Botánica en las expediciones científicas españolas», *Asclepio*, 47-2 (1995), pp. 11-25.
- , «Le Muséum et la Couronne espagnole», *Le Muséum au premier siècle de son histoire*, París, Éditions du Muséum d'Histoire Naturelle, 1997, pp. 569-580.



- PESET, José Luis y Mariano, *Carlos IV y la Universidad de Salamanca*, Madrid, CSIC, 1983.
- , Mariano y José Luis, *Muerte en España*, Madrid, Seminarios y Ediciones, 1972.
- , *La Universidad española (siglos XVIII y XIX)*, Madrid, Taurus, 1974.
- PESET, Vicente, *Gregori Mayans i la cultura de la Il·lustració*, Barcelona, Valencia, Curial, Tres i Quatre, 1975.
- PIGHETTI, Clelia, *Atomi e Lumi nel Mondo Spagnolo*, Milán, Franco Angeli, 1993.
- PIMENTEL, Juan, *La física de la Monarquía. Ciencia y política en el pensamiento colonial de Alejandro Malaspina (1754-1810)*, Aranjuez, Ediciones Doce Calles, 1998.
- PRIETO GONZÁLEZ, José Manuel, *De munere divino. Aproximación a la formación del arquitecto en España hasta 1844*, Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2004.
- PUERTO SARMIENTO, Francisco Javier, *La ilusión quebrada. Botánica, sanidad y política científica en la España ilustrada*, Barcelona, Serbal, 1988.
- , *Ciencia de Cámara. Casimiro Gómez Ortega (1741-1818)*, Madrid, CSIC, 1992.
- PUIG-SAMPER, Miguel Ángel, y VALERO, Mercedes, *Historia del Jardín Botánico de La Habana*, Aranjuez, Ediciones Doce Calles, 2000.
- RAMÍREZ, Santiago, *Datos para la historia del Colegio de Minería*, edición facsimilar, México, Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería, 1982.
- RAMÍREZ MARTÍN, Susana María, *La salud del Imperio. La Real Expedición Filantrópica de la Vacuna*, Madrid, Fundación Jorge Juan, 2002.
- RAMOS GÓMEZ, Luis J., *Las «Noticias secretas de América», de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1735-1745)*, 2 vols., Madrid, CSIC, 1985.
- REYES CANO, Rogelio, y VILA VILAR, Enriqueta (eds.), *El mundo de las Academias*, Sevilla, Real Academia de Buenas Letras, Universidad, Fundación Aparejadores, 2003.
- RODRÍGUEZ CUADROS, Evangelina (ed.), *De las Academias a la Enciclopedia: el discurso del saber en la modernidad*, Valencia, Generalitat Valenciana, 1993.
- RODRÍGUEZ DOMÍNGUEZ, Sandalio, *Renacimiento universitario salmantino a finales del siglo XVIII*, Salamanca, Universidad, 1979.
- SAGREDO BAEZA, Rafael, y GONZÁLEZ LEIVA, José Ignacio, *La Expedición Malaspina en la frontera austral del Imperio español*, Santiago de Chile, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Editorial Universitaria, 2004.

- SÁNCHEZ RON, José Manuel (ed.), *Ciencia y sociedad en España de la Ilustración a la Guerra Civil*, Madrid, Ediciones El Arquero, CSIC, 1988.
- SANTIAGO, Elena (dir.), *La Real Biblioteca Pública 1711-1760. De Felipe V a Fernando VI*, Exposición Biblioteca Nacional, 2 de junio – 19 de septiembre de 2004, Madrid, Biblioteca Nacional, 2004.
- SELLÉS, Manuel A., *Navegación astronómica en la España del siglo XVIII*, Madrid, UNED, 2000.
- ; PESET, José Luis, y LAFUENTE, Antonio, *Carlos III y la ciencia de la Ilustración*, Madrid, Alianza, 1988.
- SERRANO, Eliseo (ed.), *Felipe V y su tiempo. Congreso Internacional*, 2 vols., Zaragoza, IFC, 2004.
- SIMÓN DÍAZ, José, *Historia del Colegio Imperial de Madrid*, ed., Madrid, Instituto de Estudios Madrileños, 1992.
- SOLER, Emilio, *La aventura de Malaspina*, Barcelona, Ediciones B, 1999.
- , *Viajes de Jorge Juan y Santacilia. Ciencia y Política en la España del Siglo XVIII*, Barcelona, Ediciones B, 2002.
- SOTO ARANGO, Diana; PUIG-SAMPER, Miguel Ángel, y ARBOLEDA, Luis Carlos (eds.), *La Ilustración en América colonial*, Aranjuez, CSIC, Ediciones Doce Calles, Colciencias, 1995.
- TEN, Antonio, *Medir el metro. La historia de la prolongación del arco de meridiano Dunkerque-Barcelona, base del Sistema Métrico Decimal*, Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universitat de Valencia-CSIC, 1996.
- TORRUBIA, Joseph, *Aparato para la Historia Natural Española*, edición facsimilar con introducción y notas de Leandro Sequeiros y Francisco Pelayo, Granada, Universidad de Granada, CSIC, 2007.
- TUELLS, José, y RAMÍREZ, Susana, *Balmis et variola*, Valencia, Alicante, Generalitat Valenciana, 2003.
- URTEAGA, Luis, *La tierra esquilhada*, Barcelona, Serbal, 1987.
- VALERA CANDEL, Manuel (ed.), *Ciencia e Instituciones Científicas en la Región de Murcia (1750-1936)*, Murcia, Fundación Séneca, 2005.
- VERNET, Juan, *Historia de la ciencia española*, Madrid, Instituto de España, 1975.
- VILLENA, M.; ALMAZÁN, J. S.; MUÑOZ, J., y YAGÜE, F., *El gabinete perdido. Pedro Franco Dávila y la Historia Natural del Siglo de las Luces*, Madrid, CSIC, 2009.
- VV. AA., *La forma de la Tierra medición del meridiano 250 aniversario*, Madrid, Ministerio de Asuntos Exteriores, Ministerio de Defensa, Ministerio de Educación y Ciencia, Ministerio de Cultura, Museo Naval en colaboración con la Comisión Quinto Centenario, 1987.

