

CIENCIA E ILUSTRACIÓN

JUAN RIERA PALMERO

Universidad de Valladolid

1. Ilustración y Ciencia

La Ilustración* constituye una categoría histórica del pasado de la cultura y ciencia europeas, en un sentido similar a los términos acuñados por la historiografía como Renacimiento y Reforma, o Barroco. En líneas generales, la Ilustración coincide con buena parte del siglo XVIII, aunque su comienzo y final son en ocasiones discutibles. Los comienzos de la Ilustración deben considerarse en el Reino Unido hacia 1688, con la revolución llamada “gloriosa”, cuando John Locke regresa a Londres del exilio en Holanda, y en los escritos de John Locke y Pierre Bayle. La Ilustración inicia un nuevo rumbo hacia el romanticismo a finales del siglo XVIII. Algunos sitúan este cambio en 1776, año de la Declaración de Independencia Americana, o 1789 con la Revolución francesa. Algunos autores, de forma más arbitraria, prolongan algunos aspectos de la Ilustración hasta 1815 con la reacción romántica contrailustrada.

La Ilustración fue el proceso de culminación de la modernidad, cuyo inicio debe retrotraerse al Renacimiento. En el ámbito del pensamiento

(*) Entre las voces que designa esta etapa de la cultura europea se han utilizado las siguientes: en francés (l'âge des Lumières, l'âge philosophique, siècle des Lumières, siècle de la bienfaisance, siècle de l'Humanité) en alemán (Aufklärung, Zeitalter der Kritik) en italiano (Illuminismo)

científico y experimental, desde el siglo XVI hasta el siglo XVIII, puede evidenciarse un proceso continuo de investigación experimental, mensurativa y descriptiva de la realidad natural y cósmica. Para Troeltsch el siglo XVIII, más aun que el siglo XVII o el XVI, debe considerarse como el comienzo de la Historia Moderna. En este sentido, los supuestos intelectuales de la cultura y ciencia del siglo XVI acabarán consolidando una base social en el siglo XVIII. Así, el individualismo renacentista, la concepción mecanicista del cosmos o el cosmopolitismo acabarán encontrando amplia base social en la etapa ilustrada. Los descubrimientos y los sistemas científicos del siglo XVII, fueron solo programáticos, su divulgación tuvo lugar a lo largo del siglo XVIII. La ciencia moderna y la nueva concepción del mundo y del hombre, elaborada en el siglo XVI solo cobrará significado y alcance social gracias a la labor de divulgación de los enciclopedistas en la Ilustración.

La ciencia moderna constituye una unidad y responde a un programa de conocimiento de la realidad a través de la visión directa, mediante la experiencia o la descripción empírica de la naturaleza.

La Ilustración tuvo sus orígenes en Inglaterra a partir de los cambios y reformas de la vida moral y las ideas intelectuales. Cuando la Ilustración era ya una realidad en Inglaterra, permanecía en la Europa continental como un proyecto utópico. A pesar de las diferencias nacionales y las reservas que pueden objetarse, la Ilustración, en general, fue un movimiento que afectó a la cultura de las naciones europeas, con unos principios e ideario básico, pese a los diferentes modelos nacionales de Ilustración. Como movimiento articulado y autoconsciente, la Ilustración europea tuvo un enfoque y unos fines eminentemente sociales. El acceso de la mujer a los circuitos de lectura y la valiosa participación femenina en la ciencia ilustrada adquirió en ocasiones un papel relevante, como realizado por Gabrielle Émile, Marquesa de Châtelet, llamada también Minerva de Francia, es la introductora del newtonismo en Francia, y que colaboró con Voltaire en la obra *Elementos de Filosofía* de Newton, es además la traductora de los *Principia* de Newton; tarea que cumplió poco antes de su muerte y que le ha concedido merecido prestigio.

A pesar de las anteriores referencias, en el seno de la Ilustración, siguieron vigentes en parte las ideas tradicionales, el pensamiento anti-ilustrado, visible desde las posturas creenciales, incluso la Ilustración

moderada trató de hacer compatible tradición y modernidad. Más allá, los ilustrados radicales rompieron con la tradición, y finalmente las primeras voces prerrománticas pusieron en duda el método racionalista de someter toda la realidad al exclusivo análisis de la razón.

Los debates, anhelos, programas y propuestas de los ilustrados siguen todavía manteniendo un claro significado arraigado en nuestro mundo actual. El rasgo más acusado de la Ilustración fue sus fines y propuestas sociales, a las que sirvieron los *philosophes* y la creación de un rico y valioso periodismo difusor de ideas y valores. El siglo XVII había sido el siglo del teatro, pero el XVIII sin duda fue el siglo del periodismo. En este periodismo ilustrado la ciencia y, sobre todo, divulgación científica fue de enorme calado social; novedades, descubrimientos, libros científicos, noticias sanitarias y un amplio elenco de referencias a la cultura científica, en la que la *Enciclopedia* cumplió un papel insustituible.

A juzgar por el número de publicaciones periódicas, su frecuencia y las tiradas cabe concluir que, gracias a prensa, la Ilustración y el ideario ilustrado alcanzaron una mayor base social. El escritor pudo emanciparse de la tutela de los mecenas y tener su público, lo cual le permitió un ámbito de libertad que abría nuevas posibilidades de comunicación entre autores y lectores. Las tiradas y el número de títulos impresos se multiplicaron a lo largo del siglo XVIII. El *Spectator*, a comienzos del siglo llegó en algunos a alcanzar tiradas de más de 30.000; la *Gaceta de Madrid* en España, durante el reinado de Carlos III llegó a los 12.000 ejemplares. En el Reino Unido se pasó de 21.000 títulos de libros en 1710 a 65.000 en 1790; en menor medida el fenómeno se reprodujo en otras naciones europeas. En suma, se multiplicaron los circuitos de lectura llegando a una popularización de la cultura tanto de letras como de ciencias entre la sociedad ilustrada. Súmase a este hecho cuantitativo la mayor presencia de la mujer en la esfera social del saber. Los libros eran más pequeños y manejables, y su temática fue cambiando, disminuyeron los temas religiosos y se incrementaron otros ámbitos de la cultura, sobre todo la ciencia y el libro científico.

La Ilustración alcanzó su mayor punto de inflexión a mediados del siglo XVIII en Francia y Escocia, sobre todo en París y Edimburgo. En ambos países los filósofos y pensadores desarrollaron un cuerpo doctrinal que constituye el núcleo central del ideario ilustrado. En este

sentido destacaron, junto a otros, los escritos de los *philosophes* como Diderot y D`Alembert, codirectores de la *Encyclopédie* de 1751, y los escoceses Francis Hutcheson y David Hume; a este grupo deben sumarse los seguidores y emuladores como Edward Gibbon y Jeremy Bentham. En otros ámbitos europeos, como el mundo germánico o la península italiana, figuran discípulos, autores y tratadistas que por razones de concisión no podemos enumerar. Son seguidores y receptores del aliento inglés y francés, en cuyos modelos se inspiraron desde sus propias tradiciones nacionales. De la Ilustración española e hispanoamericana no nos ocuparemos dado que serán motivo de otras intervenciones en el curso de este Congreso sobre la Ilustración. El caso español ofrece matices específicos que requieren una valoración particularizada.

En Italia, Cesare Beccaria y Pietro y Alessandro Verri siguieron los pasos de Steele y Adisson, del *Spectator* y *Tatler*, de Montesquieu, de Hume y la *Encyclopédie*. En Alemania, la Ilustración, aunque no dominó completamente, encontró su mayor rescoldo en la Universidad de Göttingen fundada por Jorge II en 1734. Los profesores y alumnos de esta Universidad recibieron el influjo de la Ilustración inglesa y francesa. Así, Justus Möser y Freiherr von Stein recibieron claras influencias de David Hume, William Robertson, Adam Fergusson, Gibbon y Adam Smith. En el mundo de la lengua alemana, Christoph Gottsched inició la traducción del *Spectator*. También Lessing, en sus años de juventud, tradujo a Francis Hutscheson y a Diderot. Asimismo, el pensamiento de Kant partió del legado filosófico de Leibniz, de Hume y de Rousseau. Mendelssohn recibió influjos de Locke y Shaftesbury, y Wickelmann se detuvo en el pensamiento inglés, incluso el preromántico Herder estuvo influido por la Ilustración y la ciencia francesa del siglo XVIII.

La ciencia en general se impregnó de esta decidida inquietud social de la Ilustración, al paso que surgieron nuevos medios de difusión del saber, las Academias fundadas a lo largo de la centuria. Surgieron y se organizaron, bajo la protección de los Monarcas Ilustrados, las Academias, Gabinetes, Museos, Jardines Botánicos, Reales Colegios, y Escuelas en cuyo seno se llevó a cabo una profunda remoción del saber frente a las Universidades tradicionales. Las Academias y, sobre todo, lo que se refiere a la ciencia y medicina fueron instituciones insu-

tituibles en el cultivo y difusión del pensamiento científico moderno. La protección de los monarcas de estas Reales Instituciones fue un elemento de progreso científico. En Francia destaca la *Académie Royale des Sciences*, en Alemania la Academia de Berlín, o la Academia de San Petesburgo en Rusia o la Academia de Bolonia en Italia. Algunas instituciones superiores de reciente creación, avanzado el siglo XVIII, estuvieron destinadas a ciencias concretas como las *Écoles de Mines* (1783), y el Real Colegio de Minería de México. Al lado de las Academias, hubo brillantes exploradores que, de forma personal y a sus expensas, realizaron extraordinarias aportaciones a la ciencia ilustrada

Las Academias fueron instituciones surgidas en el seno del mundo ilustrado como cristalización de la inquietud científica y cultural del siglo XVIII. La labor desarrollada tuvo inmediatas consecuencias en el progreso científico, la economía y el fomento de la técnica. Las Academias, Escuelas y Colegios dieron prestigio y legitimidad social al cultivo de la ciencia, empeñadas en el método de observación empírica, brindaron nuevos descubrimientos, combatieron los errores, la superstición y la ignorancia. El esfuerzo de su labor quedó plasmado en periódicos, memorias y publicaciones que contribuyeron al progreso de la ciencia y de la sociedad. Era un nuevo modo de encarar el problema de la ciencia. En su seno surgieron especialistas de las distintas materias desterrando a los diletantes y curiosos ajenos al riguroso método experimental. Al servir los intereses nacionales, las Academias evidenciaban las ventajas de contar con especialistas cualificados en las necesidades gubernamentales.

El éxito de las Academias y Sociedades se cifra en su creciente número a lo largo del siglo XVIII. A medida que avanzaba la centuria se multiplicó su número. Incluso en Francia durante la etapa pos-revolucionaria fueron respetadas estas instituciones, cambiando su nombre. A partir de 1700, el número de las creadas en Europa y América supera los centenares, de las cuales solo podemos recordar algunas. Desde 1750 a 1770, y desde España a Rusia los Gobiernos ilustrados se comprometieron en la tutela y fomento de las Academias y Sociedades. Llevaron a cabo una meritoria labor en la mejora y progreso de la medicina y los hospitales, como fue la inoculación y vacunación contra la viruela, fomentaron la cirugía, la agronomía y realizaron ensayos en el progreso de la ganadería, industria y comercio. El progreso y el fomento tuvieron

en las Academias y Sociedades firmes baluartes al servicio de la sociedad. En otros casos surgieron Academias de la Lengua, con una labor encomiable, en otros fueron sociedades científico-literarias-filosóficas, auspiciadas por industriales y comerciantes interesados en el progreso. Estas últimas se dieron con frecuencia en el Reino Unido, ubicadas en centros urbanos como Birmingham, Leeds, Manchester etc.

Entre otras, además de las ya citadas, en Berlín en 1706 se crea la Regia Societatis Scientiarum, mientras en 1728 la Societas Regiae Scientiarum surge en Uppsala. Algunas estuvieron dedicadas a la Medicina, como la Royal Medical Society de Edinburgo (1734) o la Regia Sociedad de Medicina y demás Ciencias de Sevilla (1699). Desde 1764 Barcelona contó con la Real Conferencia Física, y Lisboa en 1783 inauguraba la Academia Real das Ciencias. En la Europa oriental, San Petesburgo contó, desde 1725, con la prestigiosa Academia Scientiarum Imperialis Petropolitanae. Algunas tuvieron características especiales como la Linnean Society de Londres, dedicada desde 1788 a seguir la obra del botánico sueco Carl Linneo.

A las Academias se debe el nacimiento de la prensa científica, fruto de los trabajos que sus miembros dieron a la imprenta. Las Academias debatieron las contribuciones científicas en sesiones semanales periódicas, cuyos resultados insertaron en la prensa científica. La primera fue la *Philosophical Transaction* de Londres, a la que siguió el *Journal des Sçavants* de París. El número de publicaciones supera el centenar, sirvan de ejemplo la *Acta Academica* de Viena (1788) o el *Acta Medica Hafniensia* (Leipzig 1775). En España la mejor en su género fue *Memorias Académicas de la Regia Sociedad de Medicina* de Sevilla, que inició su publicación en 1736.

La iniciativa privada y autofinanciada cuenta con obras de enorme calado, tales como las realizadas por incansables viajeros, exploradores y naturalistas como Saussure y Dolomieu, Leopold von Humbolt o las contribuciones de las exploraciones de Cook financiadas por Joseph Banks.

Este esfuerzo de ilustrados, filósofos, académicos y periodistas dio como resultado una mayor cultura científica de la creciente nómina de lectores y suscriptores europeos del siglo XVIII. En suma, la ciencia empezó a ser conocida por un mayor contingente social, populari-

zándose por primera vez. A base de suscripción se mantuvieron los periódicos y revistas, y escritores y autores se emanciparon de la tutela nobiliaria o real para depender solo de sus lectores. Entre los lectores del siglo XVIII, el globo terráqueo empezó a ser más y mejor conocido, muchos capítulos de la ciencia como la electricidad, los museos, las colecciones y editores engrosaron el número de suscriptores.

Las reiteradas ediciones de diccionarios y enciclopedias evidencian un claro incremento de lectores, entre los que figura una estimable presencia femenina. Los libros de viajes sumaron su esfuerzo divulgador, y algunas obras como la *Historia Natural* de Buffon, o el *Espectáculo de la Naturaleza* de Pluche o de Gilbert White, su *Historia Natural* conocieron amplísima difusión y traducciones a diversos idiomas modernos. En el campo de la medicina, los tratados de higiene y medicina preventiva de Simon Tissot, los *Avisos* es uno de los textos científicos más leídos, editados y conocidos en Europa a lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII y primeros lustros del XIX.

El recurso divulgador más eficaz fue la prensa periódica, de la que circularon varios centenares en Europa. A partir de finales del siglo XVII el libro o la monografía dejaron de ser los únicos medios de difusión del saber, superados por los diarios y periódicos. Las ciencias experimentales pusieron a prueba toda la cultura de la Ilustración, y el resultado fue el enfrentamiento doctrinal entre el nuevo método inductivo y la tradición especulativa. Al hombre de la Ilustración le interesa sobre todo el mundo que le rodea, lo que alcanza a ver y puede comprobar a través de la experiencia de los hechos. Así se comprende el influjo del pensamiento científico entre los *philosophes*, uno de cuyos adelantados, Jean Le Rond D'Alembert, en sus *Essais*, al referirse al siglo XVIII, se hizo eco del enorme impacto que los descubrimientos de la ciencia tenían en el pensamiento de la Ilustración. Se conoce al fin el nuevo sistema del mundo, era el conocimiento de la naturaleza el que daba nueva luz al entendimiento humano, rescatándolo de la oscuridad. En buena medida, el siglo XVIII fue el de la ciencia natural, de forma que la actividad científica quedaba organizada sobre nuevas bases sociales, tanto por la extracción de los hombres de ciencia, como por la creación de nuevas instituciones, Academias, Institutos y Colegios, así como una nueva forma de información, el periodismo y la divulgación científica. El primer centro claramente ilustrado, se dijo,

fue la *Royal Society* de Londres, cuyos orígenes se remontan hacia 1662, centro dedicado al cultivo de las ciencias de la naturaleza. Al comienzo era un “colegio invisible”, asociación libre de investigadores que pronto recibió el reconocimiento y la sanción Real. Este movimiento, basado en la búsqueda de pruebas empíricas para conocer la realidad natural, se extendió al continente, pasó a Francia donde se creó la *Académie des Sciences* (1666) bajo el gobierno de Colbert.

El nuevo método natural y la prueba empírica se convirtieron en paradigma para descubrir y conocer la realidad natural. Este método propio de las ciencias físico-matemáticas se convirtió en modelo y orientación de los pensadores de siglo XVIII que buscaban nuevos cauces al conocimiento humano. A los ilustrados y *philosophes* les parece que el modelo de certeza proviene del modelo de la ciencia natural, y, en consecuencia, la visión de la sociedad, el arte o las leyes no pueden ignorar la riqueza y el valor de esta nueva perspectiva.

Antes hemos citado a D’Alembert por ser quien mejor encarna esta alianza entre filosofía y ciencia. Es difícil encontrar entre los adelantados de la Ilustración autores completamente ajenos a estas premisas. Muchos de ellos eran médicos, otros realizaron aportaciones a la física y a la ciencia natural. El enciclopedismo en sí, como lo fue la *encyclopédie* reunió a científicos, médicos, naturalistas y pensadores bajo una misma tarea de divulgación del saber, por lo cual la ciencia natural y cultura ilustrada se hallaban estrechamente enlazadas. La *Encyclopédie methodique des arts et des métiers* (1751-1772) alcanzó diecisiete volúmenes en su primera edición, más los once dedicados a los grabados. Los artículos de la *Encyclopédie* abarcan las ciencias, letras, los oficios y profesiones, las máquinas, técnicas y la agricultura o la construcción de barcos o la minería. Más allá de las ciencias y las letras, un enorme interés sociológico al incluir profesiones y oficios, como las actividades artesanales. Bajo el proyecto de Diderot y D’Alembert se desarrolló un sistema omnicompreensivo del conocimiento humano. Esta concepción del saber humano tuvo un efecto divulgador de la ciencia, al tiempo que promovía su prestigio social. En este sentido las dos repúblicas, Letras y Ciencias, compartieron un espacio común bajo el prisma de la razón, con miras sociales del saber y firmemente convencidos en el futuro del progreso humano. La *Encyclopédie* forma parte de la Historia y de la Ilustración europea, por ello es imposible

entender cabalmente la Ilustración sin referencias a la actividad y conocimiento científico. Esta obra abarca el nuevo pensamiento del mundo y del hombre, puesto que la ciencia de la realidad natural implicaba la reflexión sobre la realidad humana. El denominador común de los *philosophes* como Montesquieu, Condillac, Diderot o D'Alembert y Turgot es que creían que el hombre y la sociedad estaban regidos por leyes naturales ajenas a los poderes superiores. Esta razón explica el marcado carácter fisiocéntrico y antropocéntrico de toda la cultura de la Ilustración.

El influjo de Newton en Voltaire y los *philosophes* es evidente, este último autor hizo una clara apología del newtonianismo en sus *Éléments de la Philosophie*, como Diderot y Rousseau se ocuparon de temas relacionados con la química, también el Barón de Montesquieu realizó en su juventud aportaciones a la física y fisiología. El materialismo mecanista del médico La Mettrie forma parte inexorable de la ilustración más radical.

La especulación filosófica estuvo en el siglo XVIII en estrecha relación con la neurosifología y psicología, entre otros, la herencia de John Locke, o los tratados del Abate Condillac ponen de relieve el papel que la ciencia tuvo en el pensamiento de la Ilustración. Condillac toma modelo del método empírico en su *Traité des Systèmes* (1749), cuando antepone la observación de los fenómenos al discurso sobre la esencia de las cosas. El método de Newton no sólo se siguió en el mundo de la física, sino que llegó a constituir una pauta del saber en general. Al aplicar estos métodos a la religión inevitablemente surgiría la discrepancia entre la Historia Sagrada y la Historia Natural, y en consecuencia la secularización de la Ciencia. El recurso a la observación y comprobación suponía una quiebra definitiva del principio de autoridad, al tiempo que afirmaba la supremacía de la razón frente a la creencia heredada.

Los cambios operados en la ciencia natural acabaron influyendo en la imagen del hombre, surgiendo la reflexión antropológica. El tema no era nuevo del todo, dado que el Renacimiento había antepuesto al ser humano como suma y compendio del universo, pero la Ilustración replanteó la herencia antropológica concediéndole una dimensión más científica en el ámbito de la naturaleza. Dos nuevas disciplinas, o al

menos dos saberes con novedades ostensibles, deben subrayarse, la reflexión antropológica y la psicología ilustrada.

El primero en utilizar el término psicología fue Glacenus (psyché= alma y logos =ciencia), un oscuro profesor de Nuremberg en el siglo XVII. Sin embargo, el término alma siempre ha sido rechazado por psicólogos y antropólogos por sus connotaciones religiosas y metafísicas. La ilustración acercó los contenidos metafísicos cartesianos a una consideración del psiquismo más empírica basada en la observación. El término psicología fue popularizado por Leibniz, el primero en utilizarlo. Antes de finalizar el siglo XVII, lo recoge Blanchard en su *Physical Dictionary* (1693). La psicología filosófica cartesiana evolucionó a lo largo del siglo XVIII. Las razones deben buscarse en el progreso de las ciencias médicas básicas, como la anatomía y fisiología del sistema nervioso y de los sentidos. La neuroanatomía y neurofisiología favorecieron el interés por el psiquismo humano. A lo largo del siglo XVIII dos corrientes informaron de la psicología; la racionalista que evolucionará a una consideración más dinámica, y el empirismo, que toma como modelo la ciencia natural. Asimismo la ideología médica del siglo XVIII se debatió entre el vitalismo de G. E. Sthal y sus continuadores, y el mecanicismo racionalista de progenie cartesiana. No debe olvidarse el interés por los fenómenos psíquicos en el siglo XVIII; recordemos que el término neurosis fue utilizado por vez primera por el médico vitalista escocés William Cullen.

La otra corriente fue el mecanicismo, que acabó dando paso al materialismo del médico y enciclopedista La Mettrie en su obra *L'Homme machine*, 1747 y el Baron de Holbach *Systeme de la Nature*, 1770. Otros ilustrados aceptaron el dualismo cartesiano, el hombre es un compuesto de un espíritu racional libre y un cuerpo sometido a las leyes físicas; en este sentido se alinearon Voltaire, Montesquieu, D'Alembert y Diderot. Asimismo, el Conde de Buffon en su *Historia Natural* no fue ajeno a este dualismo cartesiano. El Baron de Montesquieu en su obra *De l'esprit des lois* (1750) confirma nuestro anterior aserto cuando refiere que el hombre, como ente físico, está gobernado como los demás cuerpos por leyes inmutables; en cambio la inteligencia viola sin cesar las leyes naturales y las que el propio hombre establece. Semejantes concepciones mantuvo el ilustrado y médico español Andrés Piquer y Arrufat.

El empirismo y el sensualismo fueron más fecundos en sus observaciones sobre los fenómenos psíquicos. Alexander Pope (1688-1744) en su *Essay on Man* (1733) anticipaba la importancia del estudio de la realidad humana. La reflexión sobre la naturaleza y sus leyes acabó por implicar el estudio de la propia naturaleza humana. Pope refiere como el estudio del hombre es el más adecuado para la humanidad. Los artículos de la *Encyclopédie*, como la obra de Diderot y D'Alembert, coinciden en esta reflexión antropológica. La definición que Diderot propone en el artículo "Homme" insertado en la *Encyclopédie* confirma nuestro anterior aserto. El Hombre, refiere Diderot, es un ser que siente, piensa y reflexiona, y añade, entre otras cosas, que es la cabeza de los demás animales y que ha construido las artes y las ciencias.

El precedente más ilustre del empirismo psicológico del siglo XVIII fue John Locke, cuya obra *An Essay concerning Human Understanding* adopta una postura empírica desterrando el racionalismo cartesiano. El mundo natural no puede ser conocido como esencia metafísica, sino desde su vertiente fenoménica, a través de los sentidos. No nacemos con ideas innatas, sino que son los sentidos los que nos proporcionan los elementos más sencillos desde los cuales se edifica el psiquismo. Locke establece los límites del conocimiento humano, y abre la vía de los empiristas posteriores: Berkeley, Hume y Condillac. El problema de la naturaleza estaba enlazado al problema del conocimiento. John Locke plantea el problema del conocimiento y sus límites, y lo hace desde un enfoque genético.

En Descartes el punto de partida son las nociones o ideas primitivas, o ideas innatas. En este sentido, la verdad y la certeza cartesiana tienen un fundamento metafísico. Este planteamiento entra en colisión con el enfoque empírico y genético de Locke. El siglo XVIII rechazó la pretensión metafísica, buscando el conocimiento empírico de la naturaleza, y sitúa el hecho de conocer no en un plano entitativo, sino empírico. El legado de Locke es incuestionable a lo largo de toda la primera mitad del siglo XVIII. Los sentidos son el punto de partida de nuestro conocimiento, y desde los elementos básicos, las sensaciones organizan el psiquismo humano. La psicología empirista en manos de Berkeley y Hume fundamenta en las sensaciones, asociaciones, ideas y juicio las bases de su psicología. En el *Tratado de las Pasiones* de Condillac surgen nuevas dimensiones, al incorporar, con el sensualismo, la naturaleza simple del alma que da unidad a toda la vida

psíquica. Entre los temas más estudiados figuran la percepción visual, sobre la cual se llevaron a cabo valiosas pesquisas, y el tema de las pasiones. En Descartes y el racionalismo barroco las pasiones, como vida afectiva, eran vistas como “perturbaciones del alma” que turbaban el juicio. En cambio el siglo XVIII rechazó esta concepción negativa por otra positiva de los afectos del alma. Las pasiones no son impedimento, sino impulso radical de la vida psíquica, así Vauvenargues refiere en su *Introduction à la connaissance de l'esprit humain* (1746) que el sentido profundo del ser humano no radica en la razón sino en las pasiones. Entre los enciclopedistas, pese a su racionalismo, como Voltaire y Diderot, consideraron que las pasiones son resortes que hacen avanzar a la naturaleza humana.

En el mundo germánico perduraba la influencia de Leibniz, a diferencia de Francia e Inglaterra, de forma que los pensadores alemanes no acabaron de decantarse por el empirismo de Locke, Hume y Berkeley. La psicología racionalista de Leibniz en manos de Christian Wolff adoptó un enfoque funcional y menos mecanicista que el cartesianismo. La filosofía leibniziana partía del concepto de mónada, de aquí que el entendimiento humano tenga su propia autorrepresentación. El mundo psicológico no es la mera pasividad receptiva de las sensaciones, como la estatua de Condillac; para Leibniz y su secuaz Wolff el psiquismo tiene un sujeto de las operaciones que conoce la unidad, por ello antepone al sensualismo una psicología basada en la función del entendimiento. La representación no es únicamente un reflejo pasivo del mundo exterior, sino una energía activa del sujeto cognoscente. Así, el yo psicológico no es el escenario, sino el origen de los contenidos psicológicos. Estas vertientes ilustradas, racionalismo wolffiano y empirismo convergen y se dan cita en la antropología kantiana. En efecto, Kant distingue entre psicología empírica y racional. La primera es posible alcanzar, pero, advierte, no tiene consideración de ciencia, la segunda, en cambio, es imposible de conseguir. El dilema se resolverá entrado el siglo XIX por obras de los secuaces de Kant, como fueron Hermann, Beneke y Lotze.

2. De la Ciencia Natural a la Historia de la Naturaleza

El naturalismo ilustrado y su afán de conocer la realidad de los seres vivos llevó a establecer un criterio comparativo en el reino animal, el hombre se hallaba a la cabeza, pero dentro de la escala de la

naturaleza. Nació así una nueva disciplina; la anatomía comparada, fruto del empeño en conocer la forma animal y su semejanza en el orden natural. Los primeros apuntes anatomo-comparativos proceden del Barroco pero fue en el siglo XVIII cuando la anatomía comparada sufrió un auge inusitado, con las obras de Vicq d' Azyr, autor del mejor texto de la materia, el *Traité d' Anatomie* (1786). Del siglo de las Luces proceden numerosos conceptos anatómico-comparativos, como el ángulo facial de Pieter Camper, o el estudio de la morfología humana comparándola con el mono. Se estudiaron comparativamente las extremidades, la dentadura y el aparato digestivo, explicando la adaptación de la anatomía a la diversidad funcional. Entre los adelantados figura el cirujano John Hunter a quien se debe la colección de más de medio millar de piezas anatómicas. En los primeros lustros del siglo XIX esta naciente disciplina adquirió una importancia biológica decisiva en manos de Geoffroy Saint Hilaire, Lamarck y George Cuvier.

La segunda disciplina que se benefició de esta consideración unitaria de la naturaleza como organismo poblado de seres vivientes fue la fisiología, en cuyo ámbito se llevaron extraordinarios experimentos animales para dilucidar los fenómenos del movimiento vital. En la fisiología ilustrada destacan las experiencias del suizo Albrecht von Haller, autor del mejor tratado del siglo, *Primaе Liniae Pysiologicae*, a quien debemos la teoría de la irritabilidad. En el campo de la experimentación pura destacó el abate italiano Lazzaro Spallanzani a quien se deben valiosos estudios sobre la respiración, digestión y circulación sanguínea. Los ensayos y experiencias en animales contaron cada vez con mayor prestigio entre los fisiólogos ilustrados, hasta el punto que numerosas conquistas fueron hechas desde la pura experimentación animal, preludiando el positivismo del siglo XIX.

La ciencia por excelencia del siglo XVIII fue la Historia Natural que alcanzó un extraordinario desarrollo. Los reinos de la naturaleza fueron tema de constante estudio por viajeros, naturalistas, y botánicos. Los precedentes de la Historia Natural proceden del siglo XVII con la obra botánica de Thomas Ray (1627-1708), Francis Willughby (1635-1672) y Tournefort (1656-1758). Esta tradición inductiva en Botánica encontró un científico de excepción en Carl Linnaeus (1707-1778) y sus discípulos, como Löffling. La escuela de Linneo llevó a cabo una labor de sistematización racional de los principales grupos de organismos vegetales, subdividiéndolos en forma jerárquica (grupos: reinos, cla-

ses, órdenes, géneros, especies y variedades). Este criterio se aplicó al reino vegetal, tomando en consideración las estructuras reproductivas de las plantas. Otros discípulos de Linneo como Petrus Osbeck y Peter Forster llevaron a cabo esta sistematización en Zoología.

La Historia Natural de Linneo promocionó y dio empuje a nuevas sociedades de Historia Natural con la creación de Museos y colecciones científicas. Algunos estudiosos linneanos como Anders Sparrmann, Daniel Solander y Carl Thunberg realizaron expediciones al Extremo Oriente y África del Sur con fines coleccionistas. También en Francia se llevaron a cabo colecciones con carácter gubernamental, como las del Jardín du Roi y del Cabinet d'Histoire Naturelle. Este fue el centro más importante de Zoología y Botánica en Francia, que realizó tareas de coleccionismo, bajo la supervisión de G. L. Le Clerc Conde de Buffon (1707-1788). Entre los grandes naturalistas del siglo XVIII figuran los españoles José Celestino Mutis, José Antonio Cavanilles y Centi, y los botánicos Hipólito Ruiz y José Pavón. El interés por la historia natural en España suscitó numerosas expediciones a los Virreinos de Indias, expediciones con enorme trascendencia científica.

El naturalismo del siglo XVIII inauguraba una visión de la realidad diferente del newtonianismo. A mediados de siglo se hacía evidente la discrepancia entre el orden abstracto físico-matemático y la realidad viviente de los seres concretos. La historia de los seres vivos no se ajustaba a la matematización newtoniana, reclamaba una observación directa de las relaciones que entre sí mantienen los seres vivos. Esta fue la obra del naturalista más importante del siglo XVIII del antes citado, Conde de Buffon.

En efecto, su monumental enciclopedia, titulada *Histoire Naturelle générale et particulière* (1749-1789), reúne multitud de hallazgos y un nuevo discurso metodológico de la Ciencia Natural. Los planteamientos de Buffon eran opuestos tanto al criterio sistematizador y taxonómico de Linneo, como al método físico-matemático newtoniano.

Buffon atacó directamente las clasificaciones de la escuela linneana, puesto que en su Historia Natural, Buffon abogaba por una comprensión de la naturaleza basada en las relaciones y procesos de los seres vivos. La Ciencia Natural, según Buffon, debía basarse en el

concreto acaecer temporal de la realidad observada. En este sentido el “Discurso” inicial de su *Histoire Naturelle*, distingue entre las verdades físico-naturales basadas en la repetición de hechos y contecimientos, y las verdades abstractas de las ciencias físico-matemáticas. Las ciencias de la vida, incluyendo la Tierra y los seres que la pueblan, reclamaban, a ojos de Buffon, una nueva metodología alejada de los planteamientos newtonianos. Así, rechaza la teoría de las catastrofes, el plutonismo y el neptunianismo, afirmando que los cambios en la naturaleza se deben a causas constantes y a los efectos diariamente repetidos. Mayor significado revolucionario tuvo la idea buffoniana sobre la variabilidad de las especies. Su concepto de especie biológica difiere del sistema linneano y del fijismo racionalista cartesiano-newtoniano. Las especies no son eternas, dado que dependen de su historia y tradición anterior. En 1753 el naturalista francés refiere que la especie no es una colección de individuos, lo que conforma su singularidad. La especie biológica para Buffon es la constante sucesión en el tiempo de individuos similares que se reproducen a sí mismos, por lo que solo se podía aplicar al reino vegetal y animal, pero no a los minerales.

Buffon influyó en el transformismo y evolucionismo posterior con su obra *Epoques de la Nature* (1778), en la que presenta un sistema completo de biología y geología histórica. Los naturalistas posteriores formaron dos escuelas, los linneanos, en el Reino Unido, de preferencia, y los seguidores de Buffon, en Francia. La obra de Linneo tuvo repercusiones en la catalogación y creación de sociedades en el continente y en Inglaterra. La *Linnean Society* de Londres se fundó en 1788, creada para conservar los manuscritos, colecciones linneanas y promover el estudio del método de Linneo en Inglaterra.

La obra de Buffon, por otra parte, tuvo su institución más prestigiosa en el *Jardin du Roi*, dirigido por el propio Buffon entre 1738 y 1788. En su seno se promovieron investigaciones de Anatomía comparada, incluso durante los años posteriores a la Revolución siguió bajo el nombre de *Musée National d'Histoire Naturelle*. En esta destacaron los creadores del transformismo y método anatómico-comparativo, desde L. M. Daubenton, a Lamarck, E. G. Saint-Hilaire y, a comienzos del siglo XIX, con la obra de George Cuvier. La posibilidad del transformismo de las especies era la antesala de la doctrina darwiniana de la evolución a mediados del siglo XIX.

La disputa teórica entre Buffon y Linneo llega hasta la obra de Kant. En *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755), a pesar de seguir la cosmología newtoniana, en las ciencias de la vida decantó su interés por el enfoque de Buffon. Así, Kant toma partido por la Historia Natural buffoniana (*Naturgeschichte*), frente a linneana (*Naturbeschreibung*).

El estudio del mundo natural suscitó una brecha entre ciencia y religión en el seno de la Ilustración. Este enfoque teológico de la concordancia de historia sagrada e historia natural no sobrevivió a los años centrales del siglo XVIII. El newtonianismo rechazaba la especulación sobre el origen del Universo, dado que era un universo mecanicista, fijo, movido por fuerzas y regulado por leyes matemáticas, era una Naturaleza establecida; lo mismo pensaba Leibniz, que no aceptaba la concepción evolutiva de las especies, aunque reconocía una gradación o escala en los seres naturales. Newton armonizaba ciencia y fe, y su providencialismo le llevaba a pensar que Dios intervenía cuando era necesario para restaurar el sistema solar a su punto de origen. Sin embargo, los astrónomos de la segunda mitad del siglo XVIII descubrieron que el Cosmos se autorregulaba y no precisaba de la intervención providencial de la Divinidad. A finales del siglo XVIII, la idea de autoregulación y el sistema cíclico eran ampliamente aceptados. Así lo hizo Adam Smith en su *Economía Política*, como Laplace en la *Astronomía*, y Hutton en su *Teoría de la Tierra*, o Lamarck en su *Hydrogeologie*. También en el mundo natural de los seres vivos se daba el equilibrio de la Naturaleza o lo que Carlos Linneo designó como *Oeconomia Naturae*.

Las Ciencias de la Tierra a lo largo del siglo XVIII adquirieron mayor relevancia e interés para los naturalistas y geógrafos. La Ilustración contribuyó, mucho más que los siglos precedentes, a la creación de una Nueva Ciencia de la Tierra. Durante el Renacimiento y Barroco el sistema heliocéntrico marginó el interés del hombre de ciencia por el globo terráqueo que pasaba a ser un cuerpo más del Universo, satélite del astro Sol. La Tierra, a la luz del sistema copernicano-galileano, era considerada como esfera semejante a los restantes cuerpos celestes, y no como un organismo vivo, novedad esta que debemos al siglo de las Luces.

A finales del siglo XVII todavía Leibniz y Burnet, creían que la Tierra existía desde el origen del Universo. En este sentido, el estudio

de la Tierra como planeta o globo terráqueo pertenecía la Cosmología y no a la Historia Natural ni a la Geografía. En cambio, la Geografía para la Ciencia del siglo XVII era todavía una parte de las Matemáticas, con sus planos cartográficos y representaciones esféricas, donde predomina la mensuración geométrica al origen e historia de la Tierra. Sin embargo, poco a poco llegó a calar en el creciente naturalismo ilustrado la idea que la Tierra era un Globo autónomo y con interés específico. Este cambio se había ya insinuado en el Renacimiento con las navegaciones oceánicas, pero se olvidó, y el Barroco consideraba el Globo como un cuerpo más en el sistema solar. El siglo XVIII introdujo un punto de vista naturalista; la Tierra era un inmenso organismo viviente, poniendo especial interés en el entorno natural. Este naturalismo es un rasgo nuevo de la Ciencia ilustrada frente al universo mecanicista-matemático newtoniano. Las Ciencias Naturales, los Museos de Historia Natural, las colecciones botánicas y las exploraciones científicas del siglo XVIII están en estrecha relación con el cambio de paradigma del Globo Terráqueo.

A lo largo del siglo XVIII se introducen nuevos conceptos descriptivos que consideran a la Tierra no como un mecanismo, sino como un *organismo cuasi-animal*. Los naturalistas hablan de sistemas, cambios, equilibrios, circulaciones que coexisten con otras imágenes de la Tierra como laboratorio químico. Bastaría citar la Historia Natural de Buffon para confirmar los anteriores asertos. El método de conocimiento del mundo de los seres vivos no es la matematización geométrica ni algebraica, sino la descripción empírica de lo observado.

En este sentido, los fósiles se consideran como *lapides sui generis*, o los volcanes como “anos terráqueos”, y se predicen de la Tierra adjetivos y atributos por analogía con los seres vivos. El conocimiento y la ciencia del entorno natural, incluso las aguas medicinales, las plantas o los animales, y su clasificación en órdenes, géneros y especies en manos de Carlos Linneo coincide con esta visión descriptiva, sistematizadora y empirista de la Tierra. El siglo XVIII inició la idea, hoy vigente, de medio ambiente, que construye el ser humano, modifica y transforma. La sociedad del siglo XVIII fue agresiva con el entorno, especialmente las deforestaciones que se llevaron a cabo para ampliar las tierras de cultivos, la desecación de áreas pantanosas por motivos sanitarios o la modificación de las riberas de los mares

para convertir las tierras bajas en terrenos de labor. La ciencia jugó un papel en la expansión de la agricultura y el incremento en la producción de alimentos. La agronomía científica y los nuevos utensilios agrícolas del siglo XVIII tienen su raíz en el proyecto ilustrado. La revolución en la producción de alimentos se inició en los años de la Ilustración, concretamente a partir de 1750, con las técnicas de Thull; sembradoras mecánicas, rotación de cultivos, abonado, experiencias y siembras, como también aclimatación de alimentos exóticos traídos de América.

Un primer objetivo de la ciencia ilustrada fue descubrir y conocer cuanto existía en el *orbis terrarum*, la tarea de localizar, catalogar, sistematizar, describir y dibujar la realidad natural fue emprendida por viajeros, exploradores y naturalistas. Así, a lo largo del siglo XVIII y, sobre todo, en su segunda mitad fueron frecuentes los descubrimientos geográficos, llegándose a conocer las tierras ignotas, y mejorando ostensiblemente el conocimiento del continente americano y del Extremo Oriente en Asia. De esta forma la “Terra Australis nondum cognita”, se convirtió en Australia y Nueva Zelanda, cartografiadas por el Capitán Cook y sus continuadores. Norteamérica fue atravesada por primera vez por Mackenzie en 1790 y la expedición de Lewis y Clark (1804-6).

En las restantes naciones europeas ocurrió lo mismo, las expediciones científicas son tema obligado en el pasado de la ciencia europea del siglo XVIII. Los países como Francia, España o Suecia se esforzaron por ampliar y encontrar nuevos recursos naturales. Este claro interés por el mundo natural llevó al coleccionismo, a la creación de Mueos dedicados a la Historia Natural, Mineralogía y disciplinas afines.

Algunas colecciones privadas como el Museo Hunter dan muestra del interés por las ciencias naturales en el siglo XVIII europeo. Numerosos naturalistas, bajo la protección de sus respectivos monarcas, fueron encargados, como Peter Simon Pallas (1741-1811), para cartografiar y descubrir riquezas minerales, así los primeros mapas geológicos y los comienzos de esta nueva ciencia están en deuda con el interés de la Ilustración por conocer y penetrar en el Globo Terráqueo. Las primeras teorías sobre los volcanes y su coincidencia con los seis-

mos llevaron a formular la doctrina del calor central de la Tierra. Los estudios sobre fósiles y la erosión llevaron a plantear el arduo problema de la edad de la Tierra, hasta que, a comienzos del siglo XIX, Lyell apunte los atisbos de una evolución geológica o historia de la Tierra. La diversidad de rocas y minerales encontrados llevó al afán coleccionista de acuerdo con la tipología, tomada de la Botánica, como antes se había hecho en los reinos vegetal y animal. La antigüedad de la Tierra y el problema del diluvio universal, así como las primeras ideas transformistas, anticipo del evolucionismo darwinista, fueron otro punto de fricción entre la creencia heredada y la ciencia de la Ilustración.

Los colonizadores y exploradores europeos demandaban nuevos conocimientos científicos, se estudiaron los climas y las enfermedades existentes. Fruto de este interés fue el auge de la Climatología y la abundancia de *Topografías Médicas* redactadas en la Europa del siglo XVIII. No debemos olvidar que disciplinas actuales tienen su origen en el interés de la Ilustración por el entorno natural, como el estudio de la población, la riqueza de las naciones, el afán de catalogar y censar los recursos naturales. El cameralismo y la economía política, así como los estudios sobre población surgieron en este clima ilustrado, fruto magnífico fueron las obras, entre otras, de Adam Smith o de Thomas Robert Malthus.

La explotación del Globo fue acorde con la nueva tecnología del agua, la madera, la sal, el carbón, el acero y la creciente incorporación de nuevos productos y alimentos como el maíz, la patata y la remolacha antes de finalizar el siglo. La creación de sociedades de fomento o sociedades económicas, como la Bascongada entre otras, los nuevos Colegios y Escuelas de Minería, como la de Minas en Freiberg y Schemnitz, y los cuerpos de Minerólogos, el Colegio de Minería de México, y la nueva metalurgia están en consonancia con el ideario de la Ilustración.

El siglo XVIII conoció como La Condamine viajó a América para adentrarse en la cuenca amazónica, o Carsten Niebuhr atravesaba la hasta entonces desconocida Arabia, Bruce alcanzaba las fuentes del Nilo Azul. En suma, todas las ciencias de la Tierra, desde la Historia Natural y la Geografía, hasta la Cartografía y Mineralogía o Geología están en relación con la nueva visión del Globo Terráqueo.

3. Las Matemáticas y la Mecánica

El siglo XVIII debe considerarse como puente entre las Matemáticas del siglo XVII y las del XIX. Durante el Barroco y en el siglo XIX las Matemáticas alcanzaron un considerable desarrollo; sin embargo, la Ilustración no llegó a contribuir de forma tan decisiva al progreso matemático. A lo largo del siglo XVII los matemáticos, como Viète y Descartes, crearon los símbolos algebraicos, la geometría analítica de Descartes y Fermat, y los comienzos de la teoría cuantitativa de la probabilidad, gracias sobre todo a Pascal, Fermat y Huygens. El Barroco, asimismo, conoció la creación de la mecánica clásica por obra, entre otros, de Galileo, Huygens y Newton. Enorme interés suscita la invención del cálculo infinitesimal por Newton y Leibniz. Asimismo, el siglo XIX conoció la fundación rigurosa del cálculo con Cauchy y Weinstrass, también la creación de la Teoría de la Función Compleja de Cauchy, Riemann y Weirstrass. El siglo XIX alumbró la geometría no euclídea, y la extensión de las Matemáticas a la Teoría del calor y la electricidad, alumbrando el nacimiento del álgebra moderna (Galois, Kronecker, Dedekind). El papel fundamental del siglo XVIII, más que creación original, fue haber servido de puente entre el Barroco y el periodo contemporáneo. A pesar de estas consideraciones, hay que subrayar que la Ilustración contó con grandes científicos como Bernoulli, Euler o Lagrange, y una considerable aportaciones de obras matemáticas. Sin embargo, en el siglo XVIII hubo un cierto estancamiento, a la par que las matemáticas fueron utilizadas con finalidades pragmáticas, especialmente en el ámbito castrense, como la ingeniería militar y la Náutica.

El problema quizá más debatido en la centuria giró en torno a la polémica entre Leibniz y Newton sobre la invención del cálculo, tema retomado por Euler en su obra clásica *Introductio in analysis infinitorum* (Lausana, 1748), y en sus *Institutiones calculi differentialis* (San Petersburgo 1755). Posterior es su obra *Institutiones Calculi Integralis* (1768).

Sabemos que la Ilustración, además de proseguir el newtonianismo, abrió nuevos campos y alumbró concepciones originales. No sería arriesgado afirmar que la Mecánica, como disciplina autónoma, fue una creación del siglo de las Luces. A Euler se debe la formula-

ción de los principios de la mecánica, conocidos como ecuación de Newton. Se debe a Johan Bernouilli el inicio de la Hidráulica en su obra *Hydraulica nunc primum detecta* (Lausana/Ginebra, 1743). La Mecánica en la Ilustración se constituyó como disciplina en el contexto de la matemática, a la que debe sus orígenes.

La Mecánica en el siglo XVIII fue un saber que se trabajó conjuntamente con la matemática, consideradas hasta esta centuria como un saber unificado. Todos los grandes matemáticos del siglo XVIII, como Bernouilli, Clairant, D'Alembert, Euler o Lagrange, trabajaron en ambos campos, hasta el extremo que es difícil deslindar su contribución matemática de las aportaciones a la mecánica. El análisis matemático permitió a Euler y D'Alembert encontrar soluciones a sus investigaciones hidrodinámicas.

El desarrollo más importante de las Matemáticas en el siglo de las Luces tuvo lugar en el campo del análisis, cuyo desarrollo es central en la historiografía de la ciencia ilustrada. A Euler se le debe el concepto técnico de función, que adquiere una posición central en su ya citada *Introductio in Analysis Infinitorum* (1748).

El problema del cálculo para Newton residía en su consideración geométrica y cinemática, donde las curvas son vistas como el movimiento de un punto. En cambio, Leibniz orientaba el cálculo en sentido más pragmático, como disciplina autónoma que no precisaba de la geometría. En manos de Euler el cálculo pudo llegar a descubrimientos sorprendentes. La manipulación algebraica de series infinitas, le permitió distinguir entre series convergentes y divergentes. Siguiendo a Leibniz, Euler empleó los números complejos en la evaluación de integrales indefinidas.

Otro de los rasgos de la Matemática de la Ilustración es su estrecha conexión, muchas veces de difícil discernimiento, con ciencias hoy independientes, pero que en el siglo XVIII quedaban englobadas de forma unitaria, como la Óptica, Cálculo de Probabilidades, Construcción Naval y Ciencias Militares. A lo largo del siglo XVIII, como en ningún otro periodo, las Matemáticas mantenían una estrecha relación con otros saberes científicos antes enunciados. Desde el punto de vista social, el cultivo de las matemáticas en esta centuria se llevó a cabo, en buena medida, en Academias e Instituciones superiores al

margen de la Universidad. El cultivo de las matemáticas tuvo un claro enfoque pragmático y, con la protección de los monarcas ilustrados, su cultivo contribuyó en gran medida a resolver problemas militares, navales o de arquitectura; fueron, en suma, matemáticas de clara orientación aplicada. Vinculadas a las Matemáticas y su enseñanza estuvieron las Academias Militares, o Escuelas como la *École Polytechnique* establecida en París en 1795. El desarrollo de la náutica y las Escuelas dedicadas a formar a los pilotos alcanzaron en el siglo XVIII una decidida protección de las naciones europeas, interesadas sobre todo en el dominio del mar y las riquezas coloniales. Sin embargo, estos capítulos de la historia de la Armada de interés militar y político, no pueden ser abordadas con el pormenor que requieren, dadas las limitaciones del tema que nos ocupa. Sin embargo, el desarrollo de las Matemáticas fue prioritario en los avances de las navegaciones oceánicas.

4. La Física

En la ciencia de la Ilustración la física sufrió un proceso de claro crecimiento a lo largo de la centuria. En los comienzos, en torno a 1700, era difícil delimitar claramente cuáles eran los contenidos de esta disciplina, muy alejada de la actualidad. En 1700 la Física se limitaba a las cuestiones de la Física Tradicional, era una Física cultiva y literaria, y comprendía todas las ramas de la Ciencia Natural, desde la Mecánica hasta la Biología. Venía arrastrando el peso de la tradición, centraba su interés en los principios y esencia de las cosas, como tamaño, velocidad, etc., los “accidentes”; de forma que el cálculo pertenecía más a las Matemáticas que a la Física.

El siglo XVIII incorporó el experimento, inaugurado por Galileo en la Mecánica, al dominio de la Física, pasando de concepciones entitativas al cálculo y formulación matemática de la realidad física. Hacia 1800, o quizá unos lustros antes, la Física había adquirido los hábitos y recursos experimentales, lo cual permitió deslindar los fenómenos físicos. Diderot todavía avanzada la centuria, seguía considerando la Física como una Ciencia Natural que no precisaba cuantificación, y, por supuesto, su estudio era sólo cualitativo; así también Karsten en Halle (1786) afirmaba que las matemáticas se ocupaban de las cantidades y la física de las cualidades. Esta razón explica la tardanza del empleo del cálculo en Física.

El capítulo que alcanzó mayor desarrollo corresponde a la Meteorología, gracias a la invención de aparatos y la Neumática como rama de la Física. Entre los autores más conocidos y leídos figura la obra de Pieter Musschenbroek (*Essai de Physique*. 1739) y su *Introductio ad philosophiam naturalem* (1762), autor decisivo en la creación de la Física Experimental.

Sin embargo, la gran novedad de la Física y uno de los logros más importantes de la Ilustración fue el estudio de la electricidad. Es uno de los capítulos más innovadores y estudiados del siglo XVIII, tanto por el número de obras como por su repercusión social. Era una materia nueva sobre la cual no existía bibliografía. Hacia 1800 los estudiosos ya habían abandonado la búsqueda de las primeras causas de los fenómenos físicos, y trabajaban en los principios de la electrostática, estableciendo las bases de una teoría matemática, a la par que abrían el vasto camino del galvanismo.

La electricidad requirió la construcción de numerosos aparatos que han llegado hasta la actualidad y demuestran el carácter experimental que adquirió esta novísima rama de la física. Durante el siglo XVIII el espíritu cientifista y racionalista explica el éxito social de la electricidad, a la que filósofos, duquesas, o monarcas patrocinaron la fabricación de aparatos y presenciaron experiencias, incluso con un claro interés lúdico. Los primeros decenios del siglo XVIII, hasta 1740, la electricidad se consideró como una variante de la Física experimental, dado que los descubrimientos de las características y regularidades de la electricidad la convirtieron en motivo de estudio en el seno de las Academias y Sociedades.

A partir de 1740 esta información cualitativa creció de forma considerable hasta el punto de constituir un conjunto de saberes independientes con sus propias monografías, memorias y libros cuyo tema exclusivo eran los fenómenos eléctricos. La electricidad, se ha dicho, alcanzó relevancia y predicamento social, siendo motivo de demostraciones, pero el interés no fue solamente lúdico, llegó a utilizarse como recurso terapéutico en medicina, dando origen a los primeros estudios de electroterapia.

A partir de 1760, y hasta finales de la centuria, la electricidad y las teorías cualitativas dejaron paso al estudio instrumental de los fenóme-

nos y a sus formulaciones matemáticas. Además Benjamin Franklin, que había iniciado el estudio de la electricidad en 1745/46, demostró que presentaba dos estados, positivo y negativo, idea que dio a conocer en Londres en 1751. Franklin evidenció la relación existente entre la electricidad y los rayos en las tormentas, y Ch. A. Coulomb mostró la analogía entre la ley de atracción eléctrica y la gravitación universal. Finalmente, antes de concluir el siglo XVIII, Luigi Galvani abrió la vía hacia el estudio de la electricidad animal, y las ulteriores investigaciones de Alessandro Volta le convirtieron en inventor del electroscopio y el audiómetro. Con la creación de la pila eléctrica Volta hizo posible la exploración de los fenómenos eléctricos y, con ello, las ulteriores aportaciones de Ampère y Faraday. El magnetismo fue la base teórica de la doctrina de F. A. Mesmer, el llamado “mesmerismo”, que contó con enorme predicamento desde finales del siglo XVIII hasta bien entrado el periodo contemporáneo.

En el campo de la Física se inauguró en el siglo XVIII el estudio del calor, tema en el que destacaron dos científicos, Joseph Black, a quien se le debe la distinción entre temperatura y cantidad de calor. Enorme aplicación práctica tuvo la invención de la máquina de vapor de James Watt, muy pronto utilizada como fuerza motriz en la industria textil inglesa.

5. La Cosmografía

A comienzos del siglo XVIII la cosmografía no tenía una clara precisión conceptual; en un sentido, se ceñía a la descripción de la Tierra, pero por otra parte estaba unida a otras disciplinas como las matemáticas, la cosmología y la astronomía. Entre los académicos parisinos, la categoría Tierra comprendía el conocimiento de la forma de nuestro planeta, el clima, los horizontes, meridianos y también el cielo, incluía nociones sobre la rotación diaria del Globo, la traslación anual en la órbita solar, y las estrellas, eclipses, la luna, el sol, los satélites de Júpiter y las ideas que concernían al Universo. La cosmografía comprendía también la geometría teórica (latitud, longitud), la geometría práctica (esferas, globo celeste y terráqueo, cartas terrestres y marítimas). En este conjunto de temas, los límites entre cosmografía, geometría y astronomía aparecían difusos.

Las proyecciones cartográficas de la Tierra deben mucho a la Sociedad Cartográfica de Nuremberg, que mantuvo estrechos lazos con la recién creada Universidad de Göttingen. La creación de Observatorios en Oxford, París, Greenwich y San Fernando fue pionera en el establecimiento de las bases astronómicas para la cartografía y la navegación.

Antes de 1740 los astrónomos franceses no aceptaban la idea de Newton de que la Tierra estaba achatada por los polos debido al movimiento de rotación y la fuerza centrífuga. La confirmación mereció la famosa expedición de la Academia de París de Pierre Bourcier y La Condamine al Perú, a quienes acompañaron los españoles Jorge Juan y Antonio de Ulloa, y la de Pierre Maupertuis a Tornea en Laponia. Ambas expediciones y las mediciones realizadas demostraron la veracidad de la hipótesis newtoniana. Asimismo, Alexis de Clairant asumió la heterogeneidad de la densidad de la Tierra. La nueva teoría sobre la forma de la Tierra tuvo una directa repercusión en la proyección planisférica del Globo, cuyas primeras soluciones vinieron de la mano de Georg Moritz Lowitz.

6. La Revolución química

El siglo XVIII tuvo singular importancia para la química, cuyas profundas transformaciones fueron bautizadas como “Revolución química”, sirviendo de modelo a la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn. Todavía a finales del siglo XVII la química presentaba aspectos confusos que exigían definirla como ajena a la alquimia. Sin embargo al finalizar el siglo XVIII, la química era considerada como ciencia llena de resultados exitosos y a la que se dedicaban con métodos experimentales los científicos más eminentes. La creación de la química moderna es mérito indiscutible de la Ilustración.

La química, a mediados del siglo, no tenía el mismo prestigio que la Física o la Matemática. En el artículo “*Chemie*” de Gabriel Vernel, insertado en la primera edición de la *Encyclopédie* de Diderot, refería la inferioridad de la química francesa respecto de otras ciencias. Sin embargo, en la segunda mitad de la centuria realizó mayores progresos que otras disciplinas. En este sentido la revolución química permitió, antes de concluir el siglo, sentar las bases de la moderna química, rea-

lizando análisis de aguas minerales, descubriendo nuevos elementos químicos, y aplicando sus conquistas al campo de la industria. Muchos químicos franceses de los años centrales del siglo XVIII seguían aceptando la doctrina de los antiguos elementos según la cual todos los cuerpos estaban compuestos de agua, aire, tierra y fuego. Las reacciones químicas se explicaban según la teoría de la afinidad, para la cual se habían impreso diferentes columnas en la que se indicaban de mayor a menor la afinidad química que determinaba las reacciones. La química en tiempos de G. E. Sthal era “*esencialista*”, al considerar los cuerpos por sus cualidades en térreos, metálicos, combustibles, cáusticos, etc. Al principio, los químicos aplicaron la doctrina newtoniana a las reacciones, que explicaban en términos similares a la ley de la gravitación universal. Con esta teoría crearon la doctrina de la afinidad de los diferentes elementos químicos. En estos términos se expresan las *Tablas* (1718) de F. G. Gregory o las de 1775 de Bergmann. Esta teoría de la afinidad empezó a resquebrajarse cuando Lavoisier observó que las afinidades se alteraban en relación con el calor. Berthollet fue más lejos señalando que las *afinidades* pueden modificarse por numerosas circunstancias, incluso por la cantidad de reactivo. A partir de este momento, el estudio cualitativo de la química pasó a ser cuantitativo y mensurativo, antesala a la ley de las proporciones múltiples de John Dalton en 1808.

La “Revolución química”, tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVIII, en el periodo entre 1750-1800, y sobre todo culminó con la obra de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). De este modo, la química en el siglo XVIII creció de forma considerable y fue enseñada en Universidades, Colegios y Escuelas Superiores, en los que la Química era una materia preferente. Sin embargo durante todo el siglo XVIII la Química siguió manteniendo estrechos lazos con la Física y la Filosofía Natural. Entre los numerosos ejemplos de este maridaje podemos citar el calor, que hoy pertenece a la Termodinámica, rama de la Física, pero que en el siglo XVIII formaba parte de la Química.

Los estudios sobre el calor de Joseph Black (1728-1799), o los de Lavoisier sobre el “calórico” son clara confirmación de nuestro anterior aserto. Todavía en la obra del eminente químico y médico G. E. Stahl (1660-1734) se rechaza el enfoque físico-matemático de la química en favor de concepciones filosófico-vitalistas.

Las grandes teorías químicas del siglo XVIII no se limitan a la doctrina del “flogisto”. Los recientes estudios subrayan cómo durante la centuria se formularon diversas leyes estequiométricas como la suma de los pesos de Lavoisier, o la ley de los equivalentes que tuvo amplia vigencia, siendo superada por la teoría atómica de Dalton y la ley de las proporciones múltiples de Louis Proust.

A comienzos de la centuria, la teoría del flogisto de G. E. Sthal dominaba la química de la combustión, esta teoría seguía aceptándola Lavoisier en 1769, acorde con las enseñanzas de Gilllaume Roulle. En sus comienzos, Lavoisier defendió no solo la teoría del flogisto, sino que compartió la de los cuatro elementos de Empédocles y Aristóteles, y la teoría de la afinidad química.

En espacio de unos lustros cambió por entero el paradigma de la química. Los primeros atisbos proceden de los químicos ingleses, sobre todo Joseph Black, Henry Cavendish, y Joseph Priestly. Esta idea de la existencia de *diferentes especies de gases*, como ocurre con los sólidos y los líquidos, fue una gran conquista de la química de la Ilustración. El término *gas* procede del neologismo de Paracelso *chaos* que elaboraron los iatroquímicos del siglo XVII, J. B. Van Helmont y F. de le Bole (Silvius). Para Robert Boyle e Isaac Newton todavía el aire seguía siendo el elemento de Empédocles y Aristóteles, pese a que Boyle apuntaba la idea de que el aire era un cuerpo físico dotado de elasticidad, incluso calentando los carbonatos comprobó que *desprendían aire*, al que llamó *aire fijo*. Sin embargo, años más tarde Black demostró que había diferentes *clases de aire*. Cavendish consiguió, al reaccionar aceite de vitriolo (SO_4H_2) con zinc (Zn), obtener un nuevo tipo de aire que llamó *aire inflamable* (H_2). Estos hallazgos de Henry Cavendish le han merecido haber sido considerado como padre de la química de los gases. En este capítulo de los gases figuraban, además de los antes citados, el gas amoniacal (NH_3) o amoníaco, el óxido nítrico, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de carbono y el nitrógeno, descubierto por Scheele y bautizado como *aire viciado* o *corrupto*. El cambio de la química de los gases propició la revolución científica del último cuarto del siglo XVIII. Este rápido cambio de paradigma se puede seguir en la obra de Pierre Macquer, cuyo *Dictinaire de Chymie* en la edición de 1776 apenas dedicaba dos páginas al tema de los gases, pero dos años más tarde, en la edición de 1778, los gases ocupaban más de un centenar de páginas.

El tema de los gases llevó al descubrimiento del oxígeno, mérito que pertenece conjuntamente a los trabajos de Priestly, Sheele y Lavoisier. Si bien debemos a Lavoisier el haber preparado el oxígeno, llamándolo parte salina del aire, no es menos cierto que siguió los pasos trazados por Priestly. En un experimento clásico Lavoisier obtuvo óxido de mercurio, y mediante el calor, consiguió de nuevo, liberar el oxígeno en una reacción reversible. Las mediciones volumétricas confirmaron sus hipótesis. Tras la oxidación, el aire residual no permitía la combustión, al que llamó *azote* o *gas mefítico*, que es el actual nitrógeno. Sin embargo, el descubrimiento del oxígeno fue el hecho más decisivo en la revolución química, al que se llegó con los trabajos que van desde los químicos ingleses Black, Cavendish, Kirvan, Sheele y Priestly hasta Lavoisier. Joseph Priestly lo llamó *aire deflogisticado*, y Lavoisier lo bautizó con el de *oxígeno*, creyendo que era generador de ácidos. En la revolución química de finales de la Ilustración figuran otros eminentes químicos franceses, sobre todo Guyton de Morveau, Berthollet y Fourcroy. El oxígeno explicaba por vez primera los fenómenos de la combustión, oxidación y respiración de los animales. En este campo de trabajo figura el eminente médico vizcaino Ignacio María Ruiz de Luzuriaga, discípulo de los químicos ingleses. Luzuriaga fue pensionado para la química por Carlos III, estudios que realizó en el Reino Unido.

Los progresos de la química tuvieron aplicaciones en la medicina y en la naciente industria, surgen en torno a 1800 textos médicos sobre el uso del oxígeno y la asfixia, asimismo, la industria de los tintes aplicó muy pronto los nuevos descubrimientos de la química. Antes de finalizar el siglo XVIII, la química se incorporaba como materia obligatoria en los estudios de medicina y farmacia en numerosos centros e instituciones europeas. La aplicación de la química a usos industriales en España contó con la presencia de Louis Proust, primero en el Seminario de Bergara, y posteriormente en el Real Colegio de Segovia. Vinculados a la Bascongada estuvieron además el químico francés Chavaneux y los hermanos D'Elhuyar, Fausto y Juan. Antonio Ulloa contribuyó al descubrimiento de la platina; Fausto D'Elhuyar, al conocimiento del wolframio, y Martín del Río trabajó con el vanadio, nuevo elemento conocido gracias a sus investigaciones. En este campo, la química prestó valiosa ayuda a la mineralogía y tecnología de la Ilustración.

7. Ciencia y Revolución Industrial

La orientación pragmática de la Ilustración y el comienzo de la industrialización en el Reino Unido determinaron los primeros usos industriales de la nueva química. Como señaló en el siglo XIX Carl Marx en su obra *El Capital*, la ciencia tuvo un papel importante en la creación de la plusvalía. También Engels resaltó que la maquinaria separaba al hombre de la naturaleza, escindiendo las relaciones entre capital y trabajo. En dos sectores incidió la ciencia, sobre todo en la industria textil, mediante la mecanización con la la máquina de vapor, y en la industria del hierro y del acero.

En la naciente industria textil del Reino Unido durante la segunda mitad del siglo XVIII tuvo un papel destacado Richard Arkwright (1732-1792), pues dos novedades determinaron el favorable desarrollo de las hilaturas, el torno de hilar (1764) ideado por Hargreaves, y, poco después, el telar articulado (1769) de Arkwright. Los sistemas artesanales no pudieron competir con la nueva industria, sobre todo con la incorporación de la tejedora de Compton en 1779.

Al mismo tiempo los progresos alcanzados por la máquina de vapor de James Watt, mejorada en 1763 con el nuevo diseño de Newcomen permitió utilizar su energía para mover los telares. Estos cambios tecnológicos, gracias al progreso de la ciencia de la Ilustración, han tenido profundas repercusiones en la historia social y económica del siglo XIX.

El segundo pilar de la revolución industrial fue el sector siderúrgico, del hierro y el acero. A comienzos del siglo XVIII, Abraham Darby (1678-1711) introdujo en Inglaterra el carbón de piedra en la metalurgia del hierro, obteniendo mejores resultados. Este carbón era abundante y permitía competir con las siderurgias sueca y rusa. Más tarde la máquina de vapor se aplicó a la siderurgia como energía motora de los fuelles de alimentación de aire. Sin embargo, las posteriores modificaciones de la máquina de vapor permitían disponer de una energía independiente de la hidráulica de las corrientes de agua. Bouton mejoró la máquina de vapor en 1776, y siete años más tarde, en 1783, la máquina de vapor era empleada en la forja y laminado del acero.

Esta nueva y más productiva industria siderúrgica en el Reino Unido permitió abaratar los precios de las herramientas agrícolas, facilitó disponer de energía más barata y, en consecuencia, sustituir la mano de obra en la agricultura ante la demanda del sector industrial. Las relaciones entre actividades empresariales o industriales con la actividad científica no fue un hecho aislado en la etapa de la Ilustración.

En el Reino Unido numerosos empresarios fueron al mismo tiempo químicos, como James Watt (1736-1819), inventor de la citada máquina de vapor, John Roebeck (1718-1794) o James Hutton (1726-1797). En cambio, otros empresarios se sirvieron de la colaboración profesional de hombres de ciencia, como Joseph Black, Joseph Priestly o el químico francés antes citado Pierre Joseph Macquer (1718-1784) y Claude Louis Berthollet (1748-1822) como asesores de las empresas. Cuanto se ha dicho de la química, industria textil o siderurgia, se podría predicar de la agronomía científica del siglo XVIII, la ingeniería, la construcción de canales, entre otros sectores productivos, como la minería.

8. Ilustración y Salud Pública

La medicina desde el principio estuvo unida a la Revolución científica de los siglos XVII y XVIII. La medicina permitía a los *philosophes* confirmar sus ideas de progreso, al comprobar los resultados de la experiencia médica. Los pensadores ilustrados, en alguna medida, se consideran médicos para una sociedad enferma. Desde el siglo XVII, Francis Bacon, en su utópica *Nueva Atlantis*, prestaba atención a la salvaguarda de la salud y la curación de la enfermedad. La medicina moderna transformó la imagen del hombre, la anatomía y fisiología del organismo, a la par que ofrecía nuevos recursos terapéuticos. La figura de John Locke pone de relieve esta alianza, antes que filósofo, Locke ejerció la medicina, y sus conocimientos médicos influyeron en sus concepciones empiristas. El influjo del pensamiento de Locke se prolonga sin disputa a lo largo de la primera mitad del siglo XVIII. El médico inglés Thomas Sydenham, defensor del método empírico, cuyas sugerencias y experiencias orientaron las reflexiones filosóficas de Locke. Muchos *philosophes* del siglo XVIII fueron médicos, como el naturalista Daubenton, y Quesnay, este fundador de la fisiocracia. Entre los médicos con ejercicio figura el pensador Bernard de Mandeville, que influyó en Voltaire y Adam Smith. El

caballero Jaucourt, colaborador de Diderot en la *Encyclopédie*, estudió medicina en Leyden bajo el magisterio de Boerhaave. Desde sus concepciones médicas, Mandeville llegó al materialismo, y en sus escritos filosóficos alude constantemente a la medicina. Julien Offrey de La Mettrie (1713-1751), otro discípulo de Boerhaave, llegó al materialismo desde la medicina, ilustrado radical La Mettrie, nos ha dejado en su obra *L'homme machine* (1748), ya citada, y, sobre todo, en la *Histoire naturelle de l'Âme* (1745), uno de los textos más fehacientes del influjo de la medicina en la filosofía del siglo de las Luces. Este médico, nacido y educado en Bretaña, influido por Albrecht von Haller, es uno de los máximos representantes del materialismo radical del siglo de las Luces.

Algunos, como Diderot, sin ser médicos fueron asiduos lectores de temas relacionados con la medicina, como el mismo Voltaire, de quien se ha llegado a decir que leyó tantos libros de medicina como Don Quijote de caballerías.

En el proyecto de Diderot, de la *Encyclopédie*, contó con la colaboración de más de veinte médicos, destacando sus amigos los profesores Théophile de Bordeu y Théodore Tronchin. El primero, profesor de Montpellier, escéptico moderado, figura como uno de los mejores discípulos de Diderot, en *Le Rêve de D'Alembert*, lo que no deja de ser un elocuente testimonio de la estrecha relación entre medicina y filosofía. También el ginebrino Tronchin, que atendió en París a Voltaire, contribuyó con su vigoroso artículo de la *Encyclopédie*, sobre *Inoculación*, para desterrar supersticiones y afianzar la medicina moderna.

En el Reino Unido, David Hume tuvo entre sus amigos a numerosos médicos eminentes, incluso Adam Smith y Edward Gibbon asistieron a las lecciones del cirujano y anatomista londinense John Hunter. También Voltaire se desplazó a Leyden para escuchar al maestro de la medicina europea, el báltavo Hermann Boerhaave, y debatir sobre el newtonianismo con Gravesande.

En España algunos de los más brillantes eruditos, como el valenciano Gregorio Mayans y Ciscar, tuvieron amigos médicos como el Doctor Seguer o Andrés Piquer. Vicente Peset Llorca (*Mayans y los médicos*) en su día puso de relieve, a través de la correspondencia de Mayans, estas mutuas relaciones, trabajos que más tarde ha proseguido el profesor Antonio Mestre.

Sin embargo, el más importante paralelismo entre medicina e ilustración nos lo ofrece el influjo del newtonismo en la medicina mecanicista de Hermann Boerhaave, o la obra del alemán Johan Karl Osterhausen (*Über medizinische Aufklärung*, 1798), en la que imita la famosa obra de Kant (*Was ist Aufklärung?*). La ilustración médica, recuerda Osterhausen, es la salida del hombre de su dependencia en las materias que atañen a su bienestar físico.

Los cambios de la medicina en el siglo XVIII no solo se ciñen a los saberes y progreso científico en las disciplinas básicas y clínicas; la revolución de la Ilustración en materia sanitaria fue la creación de un espacio público y la consideración de la salud y enfermedad como asuntos en los que deben intervenir los gobernantes. En su ideario ilustrado, los monarcas, desde Portugal y España hasta el Imperio Austríaco, consideraron que era deber del soberano cuidar de la educación, la salud y el bienestar de sus súbditos. La segunda instancia que contribuyó a la consideración social de los problemas sanitarios fue el comienzo de la Revolución Industrial. Aunque desborda los límites de la Ilustración, en sus comienzos, la Revolución Industrial, entre 1780 a 1830, condujo a cambios demográficos, laborales y sanitarios que agravaron la situación de la clase trabajadora. Los años comprendidos entre 1780 y 1830, ha señalado Rosen, fueron decisivos en el desarrollo de la higiene pública y la base del *Sanitary Movement* del periodo contemporáneo. Los representantes de la política sanitaria ilustrada creyeron que su actividad, desde los poderes públicos, debería redundar en beneficio de la humanidad. Los enciclopedistas franceses del siglo XVIII, imbuidos de progresismo y humanitarismo, apuntaron la posibilidad de mejoras sociales (Hospitales, Reales Colegios de Cirugía, Lazaretos, mortalidad infantil, enfermedades profesionales, duración de la vida humana, y difusión de las medidas preventivas contra la viruela, entre otras).

Los Gobiernos Ilustrados proyectaron, sin excepción, con mayor o menor eficacia, algunas de estas mejoras. La salud y el bienestar humanos son tema prioritario en numerosos periódicos, incluso los libros más difundidos son los relativos a la salud humana, como los manuales de Higiene y Salud del médico suizo Samuel Tissot. Sin lugar a dudas sus libros fueron los más leídos en la Europa de la segunda mitad del siglo XVIII; el autor más leído fue el ginebrino Samuel August Andre David Tissot (1728-1797), de cuya obra hemos contabilizado traduc-

ciones a todos los idiomas europeos y más de doscientas cincuenta impresiones diferentes sumadas todas las obras y títulos. Algunos de sus *Avisos* conocieron más de diez ediciones en pocos años, en España también Tissot es el autor más traducido, leído y editado gracias a la labor de los hermanos Juan y Félix Galisteo y Xiorro.

Además de realizaciones prácticas, como hospitales más amplios y mejor ventilados, nuevos Lazaretos para el aislamiento en caso de epidemias, la Ilustración creó una base doctrinal de la Salud Pública. Los primeros conatos de sentar las bases legales de la deontología médica proceden de la Ilustración británica. Desde Hipócrates hasta el siglo XVIII, la salud y enfermedad eran asuntos privados, pero la Ilustración tuvo el mérito de crear un espacio público para la salud y la higiene.

La ciencia de la higiene pública debe al médico austriaco Johann Peter Franck (1745-1821) la primera enciclopedia de salud pública. Nos referimos a su obra *Sistema completo de una Policía médica* (*System einer vollständigen medizinischen Polizey*. 1799-1829), en seis volúmenes más tres de suplemento. La obra, sin embargo, estaba completada con anterioridad, pero dificultades editoriales le impidieron ver la luz hasta finales del siglo XVIII. El término *Policía médica* lo había popularizado W. Thomas Rau en 1764, término que equivale a salud pública. Esta etiqueta sugiere su vinculación a los poderes públicos, que deben ocuparse no solo de la seguridad de los bienes y propiedades materiales, sino de la salud y bienestar de sus súbditos.

La otra gran revolución sanitaria de la Ilustración fue la inoculación, primero, y a finales del siglo, la vacunación contra la viruela, azote de las primeras edades de la vida. La técnica de la inoculación llegó a Europa de la mano de Lady Mary Montague, esposa del Embajador inglés en Constantinopla. La inoculación se difundió por Europa, con la que los niños quedaban inmunes en caso de epidemia. Desde 1750 la inoculación ganó adeptos, llegando a España bajo el reinado de Carlos III. El primer partidario de la inoculación en España fue Juan Galisteo y Xiorro y su hermano Félix, dos brillantes profesionales del Madrid ilustrado.

De mayor proyección histórica y con enormes éxitos hasta nuestros días debe valorarse la *vacunación*, consistente en utilizar virus vacuno en vez de viruela humana. El primer ensayo se debe al médico inglés

Edward Jenner (1749-1823). Los granjeros conocían por experiencia que las vacas sufrían unas pústulas, el llamado *cow-pox*, semejante a la viruela humana. Jenner observó que los ordeñadores que se infectaban de las pústulas vacunales se mostraban refractarios a las epidemias de viruela humana.

Estimulado en sus ensayos por el cirujano John Hunter, prosiguió Jenner en sus investigaciones, que culminó con la primera vacunación a un niño, James Phips, el 14 de Mayo de 1796. El éxito llevó a su inmediata propagación en el continente europeo. Esta feliz experiencia quedó recogida en su obra *An inquiry into the causes and effects of the variolae vaccine* (1798). La vacuna ha tenido unas repercusiones demográficas que llegan hasta nuestros días. En la difusión de la vacuna jenneriana colaboró el gobierno español de Carlos IV con la famosa expedición de la vacuna, organizada en 1803 bajo la dirección del cirujano alicantino Francisco Xavier de Balmis. Manuel de la Quintana, poeta de la segunda escuela de Salamanca, dedicó al descubrimiento la Oda a la Vacuna, que pone de relieve la alianza de las Letras y las Ciencias en el espacio social del progreso humano, paradigma del ideario Ilustrado.

Bibliografía

- ATRAN, S. (et al.) (1986): *Histoire du concept d'espèce dans la science de la vie*. París 1986.
- BEER, P. (Edit) (1978): *Newton and the Enlightenment*. Oxford/N. York.
- BERNAL, J. D.: (1979): *Historia Social de la Ciencia*. Barcelona, 2 vols.
- BOYER, C. B. (1968): *A history of mathematics*. N. York, (traducción castellana *Historia de las Matemáticas*. Madrid, 1987).
- BURKE, J. G. (edit) (1983): *The uses of Science in the Age of Newton*. Los Ángeles.
- CAJERI, F. (1929): *A History of Physics*. N. York.
- CANGUILHEM, G. (1968): *Etudes d'histoire et philosophie des Sciences*. París.
- CASO GONZALEZ, José (1988): *De Ilustración y de Ilustrados*. Oviedo.
- CASSIRER, E. (1950): *Filosofía de la Ilustración*. México.
- CHARTIER, R. (2003): *Espacio público, crítica y desacralización en el siglo XVIII: los orígenes culturales de la revolución francesa*. Barcelona.

- COHEN, I. B. (1980): *The newtonian revolution, with illustrations of the transformation of science*. Cambridge.
- COLBY, R. C. (1990): *Companions to the History of Modern Science*. Londres/N. York.
- CREW, H. (1935): *The Rise of Modern Physics*. Baltimore.
- D'ALRYMPLE, G. B. (1983): *The Age of the Earth*. Stanford (California).
- ENGELHART, D. Von (1979): *Historisches Bewustein in der Naturwissenschaft: von der Aufklärung bis zum Positivismus*. Freiburg.
- GAGE, A. Th. (1938): *A History of the Linnean Society of London*. Londres.
- GAY, Peter: (1996): *The Elighenment: An interpretation. The Science of Freedom*. New York, Nortopn Comp.
- GILLISPIE, C. C.: (1960): *The Edge of Objectivity*. Princenton.
- (edit.) (1970-1980): *Dictionary of Scientiphic Biography*. N. York, 16 vols. Supp.
- GRANJEL, Luis S. (1979): *La Medicina española del siglo XVIII*. Salamanca.
- GRATTAN-GUINNESS, I. (1970): *The Development olf the fundation of analysis from Euler to Riemann*. Cambridge (Mass.).
- GUERLAC, H. (1975): *Antonie-Laurent Lavoisier, chemist and revolutionary*. N. York.
- GUYÉNOT, E. (1941): *Les Sciences de la Vie aux 17e et 18e siècle*. París.
- HAHN, R. (1971): *The anatomy of a scientific inmstitution: the Paris Academy of Science 1666-1803*. Berkeley/Los Angeles/Londres.
- HALL, D. H. (1976): *History of Earth Sciences during the scientific and industrial Revolutions*. Amsterdam/N. York.
- HANKINS, Th. L. (1985): *Science and the Enlightenment*. Cambridge.
- HANKS, L. (1966): *Buffon avant l'Histoire Naturelle*. París.
- HAZARD, P. (1941): *La crisis de la conciencia europea*. Madrid.
- (1946): *El pensamiento europeo del siglo XVIII*. Madrid.
- HEILBRON, J. L. (1979): *A Study of early modern Physics*. Berkeley.
- HOFMANN, J. E. (1953-57): *Geschichte der Mathematik*. Berlín, 3 vols.
- JAMES, P. E. (1972): *All possible Worlds: A History of geographical Ideas*. Indianapolis.
- JÜTTNER, S. (edit) (1991): *Spanien und Europa im Zeichen der Aufklärung*. Francfort.

- KIERNAN, C. (1973): *The Enlightenment and the Science in Eighteenth-Century France*. Banbury.
- KHUN, T. S. (1987): *La estructura de las Revoluciones científicas*. Madrid.
- KOYRÉ, A. (1957): *From the closed World to the infinite Universe*. Baltimore.
- LAUDAN, R. (1987): *From Mineralogy to Geology: the foundations of the Earth Sciences 1660-1830*. Chicago.
- LESKY, E. (1984): *Medicina Social: estudios y testimonios históricos*. Madrid.
- LYON, J, y SLOAN, Ph. R. (edits). (1981): *From Natural History to the History of Nature. Readings from Buffon and his critics*. Nôtre Dame.
- MCLELLAN, J. E. (1985): *Science reorganized: scientific Societies in the Eighteenth Century*. N. York.
- MUSSON, A. E. y ROBINSON, E. (1969): *Science and Technology in the Industrial Revolution*. Toronto.
- PALACIOS, J.: (1993): *Los Delhuyar*. Logroño.
- PAPP, D. y BABIBI, J. (1955): *El siglo del Iluminismo*. Buenos Aires.
- PAPP, D. (1981): *Historia de la Física*. Madrid.
- PARTINGTON, J. R. (1998): *A History of Chemistry*. N. York, 4 vols.
- PORTER, R. y TEICH, M. (edits) (1981): *The Enlightenment in National Context*. Cambridge.
- RIERA PALMERO, Juan (1982): *Historia, Medicina y Sociedad*. Madrid.
- RIERA PALMERO, Juan y RIERA CLIMENT, Luis (2003): *La Ciencia Extranjera en la España Ilustrada*. Valladolid/ Zaragoza.
- ROSEN, G. (1993): *A History of Public Health*. N. York.
- ROLLER, D. H. y D. D. (edits) (1971): *Perspectives in te History of Science and Technology*. Norman.
- ROUSSEAU, G. y PORTER, R. (edits) (1980): *The Ferment of Knowledge*. Cambridge.
- ROUSSEAU, G. (1991): *Elighenment Borders: Pre- and Post-Modern Discourses. Medical, Scientific*. Manchester.
- SALVADOR, Adela et. al. (2002): *Madame de Châtelet (1706-1749)*. Madrid.
- SARRAILH, J. (1988): *Las Sociedades Económicas de Amigos del País*. Vitoria.

- SCHELER, L. (1964): *Lavoisier et le principe chimique*. París.
- SCHNEER, C. J. (1969): *Towards a History of Geology*. Cambridge (Mass.).
- SHAFFER, R. J. (1958): *The economic Societies in the Spanish World. 1763-1821*. Syracuse.
- SHRIFYOCK, R. H. (1947): *The Development of Modern Medicine*. Filadelfia.
- SIMON, J. (2005): *Chemistry, Pharmacy and Revolution in France, 1777-1809*. Aldershot, Ashgate.
- TATON, R. (edit) (1957-64): *Histoire générale des Sciences*. París. 4 vols.
- (1964): *Enseignement et diffusion des Sciences en France aux XVIIIe siècle*. París.
- TRUESDALL, C. (1968): *Essays in the History of Mechanics*. N. York.
- VIDAL, F. (2006): *Les Sciences de l'Âme aux XVIe-XVIIIe Siècle*. París.
- WESTFALL, R. S. (1980): *Never at rest: a biography of Isaac Newton*. Cambridge.
- WILLIAMS, G. (1966): *The expansion of Europe in the Eighteenth Century: Overseas Rivalry Discovery and Explorations*. Londres.