

estar refutado incesantemente, ganaba terreno, ayudado por la trasfusión de la sangre, ensayada en los perros en Inglaterra en 1657 (1), con la cual metió tanto ruido Francisco Folli, de Poppi, que se le consideró autor de esta operación, por medio de la que creía poder rejuvenecer á la humanidad achacosa. Posteriormente Malpighi en 1661, y en 1690 Leuwenhoek, demostraron con el microscopio la circulación en los pequeños vasos y la anastomosis de las arterias y venas, confirmando con esto el sistema de Harvey.

El mismo Malpighi explicó la formación del pulmón, del hígado, de la lengua y de la piel, toda llena de granillos animados por filamentos nerviosos; describió la masa cerebral, la estructura glandular de las vísceras y la del nervio óptico en muchos peces, con lo cual destruía la teoría de Descartes que decía pasaban los rayos luminosos al través del nervio óptico para llegar al cerebro; trató de las fibras espirales del corazón que Borelli, seis años antes que Stenon, había demostrado ser de estructura muscular, y demostró con mucha anterioridad á Albino que el color de los Negros no reside en la epidermis, sino que le produce la secreción del tejido mucoso que hay entre esta y la piel. Mesina siempre en expectativa de quiénes eran los mejores profesores le llamó; pero algunas enemistades le intimidaron y entristecieron hasta que fué nombrado primer médico de Inocencio XII, con cuyo motivo tuvo que interrumpir sus trabajos. Escribió su propia vida combatiendo á los envidiosos, que fueron muchos, como sucede con todo innovador. Su discípulo Antonio María Valsalva, de Ímola (1723), analizó perfectamente los órganos del oído, y mereció el encomio y la defensa que hizo de él Morgagni; estudió el cerebro, su ramificación y la circulación de la sangre en este órgano, la anatomía del corazón y del aparato respiratorio, é introdujo muchas mejoras en los hospitales. También fué un buen anatómico el Veneciano Juan Domingo Santorino (1737). Anteriormente Julio Casserio, de Plasencia, había estudiado ya los órganos del oído, cuya construcción explicó mucho mejor Duverey sesenta años despues (1683), y segun dice Fontenelle, « llegó á hacer de moda el estudio de la anatomía. »

Mayow, en el *Tratado de la respiración*, Londres (1668), indica la necesidad del oxígeno para la vida; pero ya Hooke había demostrado que los animales mueren respirando un aire en que falte aquel elemento. Además de las observaciones hechas con microscopios y micrómetros, se recurrió á las reacciones químicas, principalmente sobre los huesos, descubriendo en ellos su naturaleza fibrosa y vascular. El Holandés Ruysch perfeccionó el novísimo arte de inyectar las pre-

(1) La trasfusión de la sangre, indicada ya por Marsilio Ficino y por Cardano, se practicó en Italia antes que en Londres por Fracassati, Montanari y Manfredi.

paraciones anatómicas. Del estudio anatómico de las partes se pasó al fisiológico de su uso y de sus relaciones, en lo que se distinguieron los Italianos Redi, Liceti, Baglivi, Pancchioni y de Marchettis. Con el auxilio de los microscopios y de las inyecciones se conoció la anastomosis de las extremidades vasculares, el paso de la sangre de las arterias á las venas, la influencia del aire sobre ella, la absorción del quilo, las secreciones, la digestión, la generación y otros fenómenos, diversamente explicados por los médico-químicos y médico-mecánicos.

Santorio Santori, de Capodistria (1636), en la *Medicina estática*, expone las observaciones recogidas casi por espacio de treinta años examinando la balanza, para apreciar la transpiración cutánea. Es muy notable el compendio de la *Cefalografía fisiológica* (1673) de Cornelio Ghirardelli, en el cual sostiene la localización de las facultades mentales en diferentes partes del cerebro, y la correspondencia de los órganos de este con las protuberancias del cráneo, bases de la craneoscopia de Gall.

Mucho se adelantó en la fisiología con el descubrimiento de Pecquet, no el del canal torácico hecho ya por Eustaquio, sino el de su uso para conservar el quilo de que se forma la sangre. *El Anatome cerebri* de Willis, médico de Oxford, es una obra notable, rica en ideas, no menos que en descubrimientos; demuestra cómo los nervios se extienden desde el cerebro, y señala atribuciones mentales peculiares á cada parte de este. La *Neurographia universalis* de Vieussieux, de Montpellier, perfeccionó los descubrimientos ya hechos sobre la anatomía de los nervios, distinguiendo los que nacen de la médula espinal, y siguiendo las delicadísimas ramificaciones de los que se extienden por la piel (1).

La anatomía comparada principió á considerar las relaciones entre la estructura del cuerpo y la potencia de las funciones de la vida animal, en las que encontró buen apoyo la teoría de las causas finales. Al Napolitano Marco Aurelio San Severino se debe, aunque en estilo bárbaro, el primer tratado de esta ciencia, estableciendo que los órganos de los diversos cuerpos difieren solo en las proporciones entre los de su especie. German, de Nápoles, y el Toscano De Liagno compararon los esqueletos de varios animales.

Aun no habían desaparecido los médicos paracelsistas y helmontianos; el Holandés Francisco Dubois (Sylvius) propagó la teoría de la química médica, suponiendo una fermentación constante en el cuerpo humano, de cuyo desarrollo procedían los males, la mayor parte por exceso de acidez, y pocas de origen alcalino. Con su manía de prescribir el té y el tabaco para que ayudasen estas destilaciones y fermentaciones, se avenía al espíritu especulador de sus compatriotas. Algunos de estos químico-médicos se extendieron por Inglaterra, y mu-

(1) PORTAL, *Hist. de l'anatomie*; SPRENGEL, *Historia de la medicina*.

chos por Alemania; para ellos la vida animal no era sino un procedimiento químico, sin distinción alguna entre los cuerpos mixtos y los orgánicos, y enriquecieron con sus trabajos las observaciones acerca de los humores del cuerpo, en cuyo estudio mereció muchos elogios Lázaro Riverio, de Montpellier.

En Italia, Galileo y su escuela se habían vuelto á dedicar al estudio de la física y de las matemáticas, formándose con estos elementos los médico-matemáticos, los cuales querían explicarlo todo por medio de las leyes de la estática y de la hidráulica, viniendo con esto á parar en la anatomía. Hemos dicho ya cómo Borelli aplicó las matemáticas á la medicina; suponiendo que el alma es la causa de los movimientos animales; que muchos de estos movimientos se ejecutaban bajo la influencia de la voluntad, racional ó instintiva; que esta voluntad tiene necesidad de instrumentos, como son los músculos que reciben exteriormente la propiedad motiva transmitida únicamente por los nervios; aplicando la exactitud matemática á una ciencia tan misteriosa como la fisiología, quiso asimilar el mecanismo artificial al animal, el equilibrio de las poleas á la organización, y sujetó á fórmulas algebraicas, no solo la contracción muscular, sino todos los fenómenos de la vida. Otro tanto sostuvo en Florencia el Dinamarqués Nicolás Stenon, que publicó allí su *Miología* y el *Prodrómo del sólido*, presentando mucho más claramente las secciones del corazón, y pretendiendo explicar por medio de reglas matemáticas la figura del músculo y su acción. Juan

1687. María Lancisi, natural de Roma, se dedicó exclusivamente á las observaciones prácticas, explicó á sus discípulos en el primer gimnasio patrio un curso de anatomía; nombrado despues protomédico, se le consideró como un oráculo; publicó las tablas anatómicas de Eustaquio, y muchos opúsculos de medicina é historia natural, y principalmente el tratado del movimiento del corazón y de los aneurismas. El Florentino Lorenzo Bellini, que apenas tenía veinte años cuando publicó los ejercicios anatómicos sobre la estructura de los riñones, y mas tarde sobre la de la lengua, no ocultando el alto concepto que tenía de sí, arrastró una vida triste. Fueron defensores de esta escuela Archibaldo Pitcairn (1738) y Hermann Boerhaave (1738), que combinándola despues con las teorías químicas y humorísticas, fué considerado como el primer médico de Europa, título que la posteridad trabaja por conservar.

Al mismo tiempo una escuela empirica se entregaba completamente á las observaciones y á los experimentos, sin ceñirse á ningun sistema, como hizo Tomas Sydenham. Este, que pudo observar la peste de Londres en 1666 y la viruela en 1668, nos dice que es preciso que la medicina proceda mediante la historia natural de la enfermedad, y la aplicación constante y consumada de los remedios, y trata de reducir las enfermedades á clases ó especies; atribuya

muchas á las variaciones ocasionadas por los cambios atmosféricos, y creía corruptibles los humores del cuerpo, muy difíciles de hallar las causas mórbidas, y una charlatanería los específicos. Siguiendo sus pasos estudiaron muchos las constituciones epidémicas, especialmente Bernardino Ramazzini y Jorge Baglivo. Este último modificó la doctrina médico-mecánica, negando que las enfermedades dependan únicamente de los sólidos viciados, y sospechando la existencia de una fuerza vital, primer paso que se dió para enlazar la física con la vitalidad. Este sistema iatrofísico, establecido por él y Pacchioni, es el que contenía mayor número de las verdades que mas tarde se comprobaron. Baglivo dejó sin embargo excelentes preceptos de medicina expectante, y abrió el camino á una clasificación metódica de las enfermedades.

En general los principales médicos cesaban ya de considerar los males como entes abstractos, y los examinaban como modos de ser del organismo; así que estudiaban las relaciones entre la máquina humana y los agentes externos, cuyo poder se deducía, no de las teorías establecidas de antemano, sino de sus efectos. Esto no obstante, el oro potable tenia aun partidarios; Gregorio XIV se bebió valor de 15,000 escudos y Rodolfo II se curó con esta medicina.

Los habitantes de Quito descubrieron por casualidad la propiedad febrífuga de la quina, pero se dice que no se extendió su uso hasta el año 1638, en que atacada de unas tercianas muy rebeldes la condesa de Chinchon, vi reina del Perú, se la mandó este remedio. Quiso que primeramente se experimentase su efecto en los pobres, clase destinada ordinariamente para toda especie de pruebas, y habiendo obtenido buen éxito, hizo distribuir grandes cantidades; por esta razón el vulgo dió á la quina el nombre de *polvos de la Condesa*, y Linneo la distinguió con el de *Chinchona*. Muy pronto se conoció en España; los Jesuitas la difundieron con entusiasmo; el cardenal Lugo, su procurador general, la remitió á todas partes, y se le dispuso á Luis XIV, que habiéndose curado con ella, convirtió en moda el uso de los *Polvos de los Jesuitas*. Los médicos se dividieron en dos bandos: los secuaces de Galeno, creyendo que las causas de las fiebres eran ciertas materias morbosas que era preciso evacuar, la rechazaban enérgicamente; pero los que apreciaban sus efectos, la proclamaban divina. Añadirémos para el mejor conocimiento de la historia de las opiniones, que muchos la rechazaban porque venía de los Jesuitas, asegurando era un veneno que habían introducido para exterminar á todos los heterodoxos (1). La experiencia daba resultados prósperos ó adversos, porque no siempre se usaba en las dosis y con las condiciones convenientes. La determinación de estas circunstancias se debe por casualidad á un sim-

(1) BRUNAGLUS, *De la Quina*, p. 16. Venecia, 1661.

ple empírico, Roberto Tabor de Cambridge (1681), que expendía un secreto febrífugo suyo, con el cual adquirió gran reputación en Londres y París, donde murió; compró dicho secreto el delfín, y habiéndole publicado, se halló que consistía principalmente en los polvos de los Jesuitas.

Los médicos de Italia, ménos embebidos en las preocupaciones de Galeno y de los Árabes, y atendiendo más á las razones patológicas y á las curas prácticas, que á la moda de entónces de querer explicar la naturaleza de los remedios y su modo de obrar, sostuvieron la quina; despues del Genoves Sebastian Bado, Francisco Torti, natural de Módena, fué el más decidido en combatir á los enemigos de este medicamento; prescribiéndole también aun en los casos en que era perjudicial; posteriormente se extendió su uso á otras enfermedades y especialmente á la languidez. Toda la que vino á Europa hasta 1772 se trajo de los bosques de Loja y sus inmediaciones entre el 3º y 5º de latitud austral, pero más adelante se encontró en otros lugares de la América Meridional con más ó ménos virtud. En 1779 se introdujo en Inglaterra la quina roja, que se había cultivado en un buque español, y que se encontró tener doble poder que la otra; pero muy pronto los especuladores la sustituyeron con otras cortezas, con lo cual perjudicaron grandemente el crédito de la verdadera.

Este y otros remedios nuevos, que no se podían explicar por medio de las hipótesis admitidas hasta entónces, probaron que en las leyes de la organización y de la vida existe un carácter especial que hace inaplicables las leyes de la materia inerte, y por consecuencia que el verdadero sistema es la experiencia.

Por este tiempo en Nápoles, en Sicilia y en Malta entró la moda de curar las enfermedades por medio del hielo. En cuanto á las aguas minerales, se continuó su uso y se mejoró el análisis. Horacio Monti compuso un *Tratado para dirigir los ejércitos y los navegantes* (1627); y el Napolitano Lucas Antonio Poncio otro mucho más extenso (*De militum in castris sanitate tuenda*, 1685), en el cual trató de mejorar la condición del soldado, á quien la sociedad condena á tan crueles sufrimientos. Aunque más adelante Pringle trató este asunto con más amplitud, á los Italianos se debe la primera tentativa. El Siciliano Fortunato Fedeli fué el primero que publicó un libro de medicina legal (1), aprovechándose de los trabajos sueltos del Siciliano Ingrassia y del Milanés Selvático. Poco despues el Romano Pablo Zacchia, en sus *Quæstiones medico-legales*, 1621, dió un tratado completo de esta materia, lleno de doctrina, erudición y muchos casos prácticos.

La botánica, bien dirigida en el siglo ante-

(1) « De relationibus medicorum libri IV, in quibus ea omnia que in forensibus ac publicis causis medici referre solent, plenissime traduntur. » Palermo, 1602.

rior, se limitó despues á dar nombres, descripciones y figuras. Los Holandeses la cultivaron mucho; el *Hortus indicus malabaricus* de Rheede, antiguo gobernador en la India, dió á conocer muchas plantas nuevas, como también el *Herbarium amboniense* de Rumphius. Por medio de las flores de los países particulares, se enmendaron las descripciones de las plantas, y se distinguieron las que se hallaban confundidas, notándose sus analogías y diferencias con las demás. Octavio Brembati, de Bergamo, estudió la estructura de las flores y la influencia de la atmósfera sobre ellas; Juan Ciassi, de Treviso, describió perfectamente los principales fenómenos de la vegetación; Jacobo Zenoni examinó las plantas de Bolonia y mejoró el medio de disecarlas y conservarlas; las de Sicilia las describió Pablo Boccone, natural de Mesina, que fué el primero que nos dió á conocer el modo con que los machos fecundan las hembras; las flores de Malta las describió también Felipe Cavallini; Antonio Donati dió noticia de las que crecían en el litoral de Venecia; finalmente, casi todos los países de Italia fueron objeto de este estudio (1).

Con el auxilio del microscopio, Henshaw vió los vasos espirales ó tráqueas de las plantas y Hooke el tejido celular; ántes de esto puede decirse que se ignoraban la naturaleza y los progresos de la vegetación, conociéndose únicamente las verdades más evidentes de la anatomía vegetal, deducidas de las observaciones hechas por los jardineros y curiosos.

José Aromatari de Asis, en una carta de cuatro páginas (Venecia, 1625) acerca de la generación de las plantas por medio de sus semillas, había señalado las analogías entre ellas y los huevos, y el objeto de los cotiledones (2); Brown, en el *Examen de los errores vulgares* (1646), hace también algunas observaciones sobre el nacimiento de los botones en las plantas, y sobre el número de cinco en que suelen salir sus flores; pero todo esto quedó sin profundizarse, hasta que los libros de anatomía animal hicieron sospechar á Neemias Grew de Coventry que las plantas podían seguir el ejemplo de los animales, siendo creación de un mismo autor. Esta hipótesis le obligó á trabajar, y en el año 1670 presentó á la Sociedad Real un libro en el cual creó la anatomía vegetal, llevando tan adelante su estudio, que no puede compararse á él ninguno de los que han hecho un descubrimiento. Á él se le atribuye el gran descubrimiento del sistema sexual de las plantas, aunque las supone todas hermafroditas, ignorando que esto lo había dicho ya Cesalpino. Pero la verdadera teoría de los sexos la aceptó Rodolfo Camerario, profesor de botánica en Tubinga, apoyando con experimentos las hipótesis de Grew, y probando que las flores

(1) Véanse los citados en el tomo IV de la *Historia de la medicina* de Renzi.

(2) SPENCER, *Biogr. univers.*

que carecen de estambres no dan semilla fecundante. Woodward expuso en las *Philosophical transactions* sus observaciones acerca de la nutrición de las plantas, colocándolas en vasos llenos de agua y pesando despues el vegetal que había salido y el agua que faltaba. Van-Helmont renovó estos experimentos, deduciendo de ellos que el agua puede convertirse en una materia sólida, y Kenelm Digby explicó la necesidad que tenía la vegetación del oxígeno, gas descubierto hacia poco por Bathurst.

También la anatomía botánica trataba de reducir todos los seres organizados bajo una sola ley, hallando uniformidad en su estructura íntima y diversidad solamente en las formas y en las apariencias. Marco Aurelio Sanseverino (*Zootomia democritea*, 1645) basó sus trabajos en esta síntesis, en la cual posteriormente adelantó mucho Malpighi, que ántes de Grew elevó la botánica á ciencia, y la utilizó para los progresos de la anatomía y de la fisiología animal. Expuso aventajando á Grew la estructura y el desarrollo de las semillas, tratando el asunto con mejor orden y más concisión; su *Anatomes plantarum idea* se imprimió á expensas de la Academia de Londres (1671). Como nuevo en este estudio, se vió obligado á examinar analíticamente todas las partes en clases y especies diferentes: la corteza, el tronco, las ramas, la semilla, las hojas, los frutos, las flores, las raíces, la germinación, las monstruosidades y los abortos.

Jung de Hamburgo (*Isagoge phytoscopica*, 1679) se propuso á formar una clasificación mejor, observando perspicazmente las modificaciones de los mismos órganos en las plantas, y tratando perfectamente de los caracteres y del lenguaje botánico. Roberto Morison, de Aberdeen, profesor de botánica en Oxford (1), clasificó los seres vegetales, no según la apariencia sino según los órganos de la fructificación. Ya Cesalpino había enseñado esta clasificación; pero hizo lo que con la circulación de la sangre, no llevó sus investigaciones hasta las particularidades; por lo cual se lleva toda la gloria Morison, aunque no caracterizó por los frutos más que cinco de las siete clases que Cesalpino había clasificado perfectamente.

Siguiendo sus huellas Ray (2) describió seis mil novecientas plantas, fundándose en sus frutos; definió mucho mejor que hasta entónces se había hecho las familias naturales; precisó las diferencias de las flores completas é incompletas, y estableció la división de monocotiledóneas y dicotiledóneas. Y si estos dos botánicos, lo mismo que Pablo Hermann, Cristóbal Knaut y Pedro Magnol quisieron deducir las clasificaciones de la afinidad botánica, y descubrir el método natural, y no lo consiguie-

(1) *Hortus Blesensis*, 1669; *Plantarum umbelliferarum distributio nova*, 1672; *Historia plantarum universalis*, 1678.

(2) *Methodus plantarum nova: Historia plantarum universalis*, 1686, 1704.

ron por falta de principios ciertos en la combinación de los caracteres, son disculpables por haber tratado de hacerlo en un tiempo en que la estructura y las funciones de los órganos eran muy poco conocidas.

Quirino Bachmann (*Rivinus*), profesor en Leipzig, conoció por los defectos de los demás que era preferible la clasificación que más facilitase el estudio, y volvió á los métodos artificiales; pero en vez de deducir los caracteres solamente del fruto, los dedujo también de las modificaciones de la corola (1). Confesándose deudor á Cesalpino, y diciendo que Morison le echó á perder copiándole, formó diez y ocho clases, subdivididas en noventa y un géneros; y aunque clasificó muchos vegetales que ántes estaban por clasificar, no supo plantear un sistema uniforme, tarea reservada á José Tournefort, de Aix (2). Este último tomó por base la corola, dedujo las clases de la variedad de estructura más bien que del número de pétalos; los géneros de la flor y del fruto al mismo tiempo, y algunas veces de diferencias ménos esenciales, propendiendo á constituir géneros nuevos más bien que á reconocer especies irregulares. Apartándose sin embargo del sistema que fundó Rivinus, divide los vegetales en yerbas y árboles formando veintidos clases: once de flores sencillas, con una ó más hojas; tres de flores compuestas, una de las apétalas, otra de criptógamas, y otra de los arbustos; y cinco de árboles, distintas todas según su flor. Aunque la corola, base de su sistema, falta muchas veces, y aunque no todas sus variedades pueden reducirse á la clasificación de Tournefort, están sin embargo bien delineados los órdenes, á pesar de que los géneros y las especies se multiplican infinitamente no teniendo en cuenta los estambres. Micheli (1737), que fundó el jardín botánico de Florencia, conoció la flor y semilla de los hongos.

Por entónces también se fijó mucho la atención en la admirable estructura de la corteza del globo terráqueo, primeros pasos que se dieron en el novísimo estudio de la geología. Algunos, preocupados con la idea de las causas finales, pensaban que el mundo había sido creado tal como es, porque su estado actual es el más propio para sus habitantes; pero á los observadores debían chocar aquellas irregularidades, aquellos signos evidentes de un cataclismo, de una ruina que demostraba la anterior uniformidad, y aquellos restos fósiles de animales marinos hallados en gran número muy lejos del mar. Por esta razón acudían al diluvio de Moises; pero ¿bastaba aquel breve período para dar razón de la altura en que se encontraban muchas veces los depósitos de conchas y su inmensa cantidad? Por esta causa algunos negaron fuesen verdaderos animales, tomándolos por unos caprichos de la naturaleza

(1) *Introductio in rem herbariam*, 1690.

(2) *Institutiones rei herbariæ*, 1694 y 1700.

1652-1723

Tournefort. 1656-1708.

Geologia.

1700. Los cuerpos marítimos que se encontraban en las montañas, fueron estudiados, además de Vallisneri, por Stelluto, el jesuita Cesi y el pintor napolitano Agustin Scilla, el cual comparando los fósiles con los órganos de diferentes animales, se convenció de que aquellos no eran simples minerales. Los Italianos que anteriormente se habían dedicado a este estudio, no pudieron establecer una teoría satisfactoria. El jesuita alemán Atanasio Kircher, raro y universal erudito que descendió hasta el cráter del Vesubio, dejó cuanto sabía de geología en los diez libros acerca de la superficie y el interior del globo (1); y en otros dos de alquimia y demás artes relativas a la mineralogía todas las preocupaciones y fantasías de aquella época. El Danes Stenon, examinando la estructura del suelo toscano, fundó la cristalografía y la geología (2), estableciendo que lo extractos de la tierra fueron depositados por el fluido; que son diferentes en sus elementos, y que estuvieron en algun tiempo colocados horizontalmente, hasta que ó un levantamiento producido por la ascension de los vapores subterráneos ó un descenso de las capas superiores, les dió la inclinacion que ahora tienen y se originaron las montañas; los restos fósiles pertenecian indudablemente á seres orgánicos, y del exámen del terreno toscano deduce que habian acaecido seis mutaciones, de modo que dos veces estuvo la tierra llana y seca, dos áspera y montuosa y dos cubierta de agua. Por último, generalizó el hecho de que muchos cuerpos, y especialmente las sales disueltas, vuelven á tomar constantemente su primitiva forma.

1715. En Inglaterra, Tomas Burnet, regente de Charterhouse, tratando de conciliar los fenómenos conocidos con el Génesis mosaico, supone que la tierra fué creada por Dios llana y árida, hallándose el agua encerrada en ella, hasta que Dios mismo para producir el diluvio abrió los abismos, de donde resultaron los rios y los mares (3).

(1) *Mundus subterraneus*, 1662.

(2) *De solidis intra solidum naturaliter contento*.

(3) *Telluris theoria sacra*, 1694 y 1700. Esta absurda idea inglesa se halla ya en Francisco Patricio, *Diálogo primo sulla reistoria*, donde dice que se lee en los antiguos anales de Etiopía, y que un Etopio lo expuso así á Baltasar Castillon en España, mezclando con esta hipótesis sueños mitológicos y fantásticos. « Y abriéndose con este horrendo golpe y maldición la tierra por muchos puntos, cayó en sus huecas profundidades, y se absorbió y volvió á unirse. De aquí que se hizo menor y se alejó por el espacio infinito del cielo encerrándose en sí á sí misma igualmente que á todas las cosas que habia dentro de ella. Los elementos que se encontraron mas altos fueron expelidos fuera por el peso de la tierra y por la cohesion de las partes; y segun que cada uno era mas ligero ó mas puro, voló mas alto ó se aproximó mas al cielo. Pero aquellas partes que no tuvieron salida por impedirse las ruinas que ocuparon las profundidades, permanecieron debajo, unas en las mismas cavernas primitivas, y otras variaron de lugar. Y donde mayor mole de terrenos cayó, no pudiendo ser asumida por las cavernas, permaneció sobresaliente y despues este terreno, afirmado por su propio peso, y condensado por el frío á causa de la distancia del cielo, se convirtió en montes ó piedras. Y donde al caer las grandes moles de tierra dejaron descubiertas las aguas, se originaron los mares, los lagos, los rios, las grandes y pequeñas islas, y los escollos esparcidos por alta mar. Los metales, el oro, la plata y otros que eran en un principio árboles hermosísimos y preciosos, quedaron cubiertos por las ruinas. » P. 6. Venecia, 1562.

Pero mas atrevido que razonable, se abandonó libremente á su imaginacion, mientras ignora muchos hechos geológicos; tampoco demostraron saber mas que él los que le refutaron. Hooke, Lister y Woodward manifestaron poseer mas filosofía y mayor conocimiento de los fenómenos; el primero declaró que no bastaba el diluvio mosaico para explicar la existencia de los fósiles marinos, y previó lo que hoy se tiene por demostrado, que ha habido un tiempo en que una porcion de la capa del globo debió de estar levantada, y otra porcion mas baja á causa de una fuerza subterránea (1). Lister se acordó que algunos estratos ocupaban mucho espacio, y propuso formar cartas geológicas: algo mas de nuevo dijo Woodward acerca de las rocas estratificadas, aunque su teoría fué tan aérea como las demas. Leibnitz, en su *Protogea*, discurre mejor, suponiendo que se enfrió gradualmente la tierra despues de una fusion ígnea, y las aguas se reunieron hasta cubrir la superficie; que la tierra estaba al principio nivelada, pero que despues algunas partes se hundieron para llenar las cavernas vacías en su seno (2); despues del cataclismo se formaron con el sedimento los estratos, que endureciéndose, se cubrieron despues con otros causados por nuevas inundaciones. Véase cuánto se acercaba á las teorías modernas, y cómo se desentendia de las dificultades con que se encadenaba la ciencia, suponiendo que los dias de la creacion eran naturales. Tambien habló de las particularidades acerca de la formacion de los cristales y minerales, á lo cual llamó geometría de la naturaleza inanimada.

Bernardino Ramazzini, de Módena, que en las *Efemérides barométricas* sostenia la importancia de los cambios atmosféricos en la salud, hablando de las fuentes de su patria, casi describe el artificio que hoy conocemos con el nombre de pozo artesiano, el cual se obtiene con un aparato que profundiza la tierra, « llegando un momento en que el agua salta con tanto ímpetu que arrastra piedras y arena, llenándose en un instante casi todo el pozo de agua y conservándose constantemente de este modo: » sabe cuál es la temperatura elevada de estos manantiales; asegura que desde tiempo inmemorial se buscaban en Módena, y supone que el agua de los mares esparcida por las capas de la tierra, tiende á su ascension segun las leyes ordinarias de la hidráulica (3).

De tal modo se hallaban enlazadas las matemáticas con la física, que los adelantamientos de las unas se daban la mano con los de la otra.

(1) LYELL, *Principles of Geology*, t. I, p. 3.

(2) Que en tiempo de Leibnitz creian en esta asercion, se deduce de la refutacion que él mismo hace de ella: « Ut vastissimæ Alpes ex solida jam terra eruptione surrexerint, minus consentaneum puto. Scimus tamen et in illis deprehendi reliquias maris. Cum ergo alterutrum factum oporteat, credibilis multo arbitrator defluxisse aquas spontaneo nisu, quam ingentem terrarum partem incredibili violentia tam alte ascendisse. » Sect. 22. Es curioso que Lancellotti en los *Vapores* sostenga que los montes descendien.

(3) *De fontium mutinensium admiranda scaturigine*.

1633-1714.

Matemáticas.

Kepler habia encontrado en los fenómenos celestes las relaciones numéricas, *afortunado* descubrimiento á que llegó á fuerza de inmensas series de cálculos. Aquellas teorías demostraban la necesidad de nuevas investigaciones que debian apoyarse en los cálculos, ya para comprobarlos, ya para el uso práctico. Los cálculos llegaron á hacerse larguísimos y pesados, de manera que con cada oposicion de Marte, por ejemplo, se llenaban diez hojas, y Kepler repetia todo cálculo siete veces. Cómo se descubrió la aritmética logarítmica lo hemos visto ya en la página 410.

La moderna geometría caracterizada por las aplicaciones del análisis se atribuye á Descartes, quien publicó sus nuevos descubrimientos en un tomito en 4º de 106 páginas (1637). Partiendo del problema de Apolonio y de Pappo, intitulado *Locus ad quatuor rectos*; « dada la posicion de cuatro rectas, determinar un punto desde el cual, bajando perpendiculares á las cuatro líneas, permanezca constante la magnitud de cierta combinacion compleja de los rectángulos producto de las mismas perpendiculares, » le resolvió por medio de una ecuacion con dos incógnitas, y vió que podia generalizarse este principio hasta el punto de cimentar en él toda la geometría de las curvas; y como toda curva descrita segun una ley dada, se puede representar por una ecuacion con dos variables, condujo la geometría al campo del álgebra.

Una vez fuera de los estrechos límites en que se habia visto esta ciencia por espacio de tantos siglos, pudo lanzarse ya al infinito; en lugar de las pocas curvas simples y particulares, abrazó las propiedades de clases enteras de curvas, distintas y ordenadas por los grados de las emanaciones que las representan é infinitas á la par que estas. No se advierte á primera vista cómo las propiedades de las curvas se deducen de sus ecuaciones; pero Descartes se lanzó tambien á estas investigaciones, fundadas en la solucion de este problema: « Tirar una tangente á una curva. »

Egidio Roberval, de una imaginacion original é inventora, que habia determinado el área de la cicloide, mejoró el método de la cuadratura propuesto por Cavalieri, y halló un fundado en principios geométricos, para tirar tangentes á las curvas formadas por las intersecciones de dos líneas que tuvieran en su origen una razon reciproca. Pedro Fermat, de Tolosa, que estaba en correspondencia con los grandes ingenios de su tiempo, y era muy versado tanto en la anti-gua como en la nueva geometría, la enriqueció con muchos nuevos descubrimientos, entre ellos el de eliminar de las ecuaciones las cantidades irracionales; ensayó con Pascal el cálculo de las probabilidades aplicado á los juegos; simplificó los métodos para hallar los máximos y mínimos de las ordenadas de una curva y de sus tangentes, é inculcó las máximas descubiertas en los tiempos modernos. Casi tuvo tanto mérito Isaac Barrow, erudito teólogo, con la idea del trián-

T. V.

gulo llamado despues diferencial, y que dió una solucion al problema de las tangentes, del cual mas adelante debia nacer el cálculo diferencial.

Estos dos matemáticos miraron la geometría como una aplicacion secundaria, como un pasatiempo. Pascal, que tanto sabia en este punto, y que en sus problemas acerca de la cicloide nos dió un modelo de belleza geométrica, manifestaba no apreciarla mucho, así es que escribia á Fermat: « Hablando francamente, creo que la geometría es el ejercicio mas alto de la mente, pero tan inútil que encuentro muy poca diferencia entre un buen geómetra y un hábil artesano; por lo cual la tengo por el arte mas bonito que hay en el mundo, mas al fin un arte, bueno para un ensayo, pero no para dedicar á él todas nuestras fuerzas. » Esto podia decirse efectivamente cuando aun no se conocian sus grandes aplicaciones.

Además de teólogo, filósofo y literato, uno de los mas grandes geómetras fué el inglés Juan Wallis, que adelantó mucho en la resolucion de los grandes problemas que entonces andaban entre manos, como la rectificacion y la cuadratura de las curvas; en el *Ensayo acerca de las mareas* y en su *Mecánica* llevó al mas alto grado las investigaciones dinámicas; en la *Aritmética de los infinitos* manifestó tener grande inventiva, y ya presentó en germen los métodos con los cuales Newton poco despues debia dedicarse á analizar las leyes generales de los fenómenos físicos. Sobre bases mas generales que las de todos sus predecesores, estudió las cuadraturas y halló que en todos los casos en que el valor de una podia expresarse por los términos de otra sin exponentes negativos ó fraccionales, podia tambien determinarse el valor del área en términos finitos. Nicolas Mercator (*Kaufman*) dió extension á este teorema, reduciendo algunas expresiones á una serie continua de números, con lo cual obtuvo la cuadratura de la hipérbola (1667).

Wallis desenvolvió otros muchísimos problemas y aplicaciones, en lo cual le ayudó su amigo Cristóbal Wren, célebre en astronomía y dinámica, de la que se separó poco despues para dedicarse á la arquitectura. Juntos los dos buscaron la teoría del choque de los cuerpos, siguiéndoles Huygens, apoyándose en el principio enunciado entonces por la primera vez, que la accion y la reaccion son iguales y en direcciones opuestas.

En el problema de la cuadratura de las áreas curvilíneas ya le habia ocurrido á Wallis la ingeniosa idea de interpolar en la serie de las áreas conocidas las intermedias. Newton difundió este método, inventando series generales aplicables á la misma cuadratura, con lo cual llegó al teorema del binomio, que fué aplicado inmediatamente á la cuadratura de las curvas. Despues halló las fluxiones que explicaban el método de los indivisibles, y habiéndoselo comunicado enigmáticamente á Leibnitz, este le

Wallis.
1616-1703.

1632-1723.

Cálculo diferencial.