

1737. conocimientos teóricos supo asociar una excelente práctica, si bien tenía más arte que genio, y recibió de todos los soberanos de entonces testimonios de aprecio como no los obtenían los pensadores. En los tres tomos de su *Historia de la música* no se remonta más allá de los Griegos, y sostuvo que debía conservarse a la música sagrada su estilo grande y majestuoso, sin estrépito propio de plaza pública, ni melodías de aquellas que solo son dignas de un teatro.

1741-1813. Gretry. Separó a los Franceses del sistema de Rameau la fácil y graciosa sencillez que aprendieron por el intermedio de Juan Jacobo Rousseau, el cual sostenía con Grimm que no había mejor música que la italiana, ni maestro superior a Pergolese. El Italiano Duni, después Filidor, compositores de óperas cómicas, y el Frances Monsigny, lograron que se olvidase del todo la pesada música francesa, revolución que consumió después Andrés Gretry. Este maestro, natural de Lieja, que a los cuatro años tenía ya un oído sensible al ritmo musical, enamorado del estilo italiano al ver una ópera de Pergolese, abandonó los pobres métodos de las escuelas de su patria, y asociado con una compañía bastante singular, cuya alegres aventuras refieren sus Memorias, llegó a Italia, cuyas bellezas, dice, fueron las primeras lecciones de música que recibí: el canto de las hermosas Milanesas dejó un eco eterno en mi alma. Igual o mayor efecto hicieron en él las colinas de Roma, sus iglesias y sus palacios. Dedicóse primero a la música religiosa, que merced al celo de Clemente XIII se iba separando cada vez más del estilo profano, y luego, aplicándose a la del teatro, conoció cuánto podía hacer en este género. Superadas luego las primeras amarguras que en París experimenta todo el que va en busca de gloria, los Parisienses pusieron en las nubes sus cuarenta y cuatro óperas, en las cuales creó una música francesa, alegre, ligera e ingenua como la sociedad. Aspiró a interesar más bien que a conmover fuertemente; buscó la gracia con preferencia a la fuerza en sus producciones, la inspiración antes que la ciencia, y decía: *Quiero cometer errores; la armonía no sufrirá por eso menoscabo* (1). Después que pasó la Revolución, escribió en 1801 un libro mediano en que trataba de defender las ideas filosóficas contra la reacción religiosa que entonces había comenzado (2).

(1) Nos lamentamos nosotros de que los maestros tengan siempre a la poesía como subordinada a la música. Sin embargo, Gretry, aunque de grande importancia a la expresión, pregunta: «¿Por qué no ha de componerse la música primero que la letra? ¿por qué el maestro, siempre esclavo, no había de verse de una vez siquiera libre en su creación? ¿y por qué no habrían de escribirse después las palabras que han de traducir al lenguaje común sus acentos musicales? ¿Quién decidirá cuál de las dos artes, la poesía o la música, es más susceptible de esta esclavitud?» (*Ensayos sobre la música.*) Sabido es que Haydn compuso las *Siete palabras* libremente, y que mucho después se les puso la letra; también se adoptó para una de sus melodías la letra del que le llaman himno nacional del imperio austríaco.

(2) «De la vérité: ce que nous fumes, ce que nous sommes, ce que nous devrions être.»

Mientras se reformaba la música en la ópera cómica, en la seria triunfaron todavía los partidarios de la música francesa, hasta que apareció Cristóbal Gluck. Este compositor, asociando a la profunda ciencia armónica de los Alemanes la melodiosa inspiración de los Italianos y el racionalismo francés, obtuvo las combinaciones armónicas, la melodía y la expresión convenientes, y creó la verdadera música dramática con su *Orfeo*, representado en Viena en 1774. La *Armida*, el *Alcésites* y las dos *Ifigenias* mostraron después hasta dónde puede llegar el genio musical. Gluck se apoyaba enteramente en la severa expresión dramática, componiendo sonidos templados con armonías expresivas, que se deslizaban blandamente de frase en frase, y desdiciendo las dulces pausas de la cadencia natural, lo cual hace que falten en sus composiciones los giros amplios y simétricos, las ondulaciones de canto y las transiciones inesperadas de los maestros italianos.

La protección de María Antonieta le sirvió mucho; pero sus opositores llamaron a París a Nicolás Piccini, de Bari, que con la *Zenobia* de Metastasio se remontó a mayor altura que ninguno de sus contemporáneos. Este introdujo muchas innovaciones; en el género patético los semitonos, en las piezas concertantes mayor arte, y en las orquestas los instrumentos de viento; mientras que en el género cómico substituyó a la música de notas y palabras la expresión graciosa y la armonía. Ya había puesto en escena cien óperas cuando llegó a Francia, y en breve se formó el bando de los piccinistas, que se valieron de las bellezas de sus obras para combatir contra la *verdad musical dramática* en nombre de la *armonía pura*, diciendo que en esta consistía la música, la cual se trastornaría enteramente si hubiera de seguir los antojos de los poetas; mientras los gluckistas sostenían que la verdad de la expresión era inseparable de la verdadera belleza dramática, a la cual debían contribuir de consuno la poesía y la música. Músicos, literatos, literatos nada músicos, la multitud ociosa y los filósofos huraños entraron con fervor en la lucha, de la cual, entre sátiras extrañas a la cuestión, resultó algo verdadero; pero no se comprendió que la rigurosa expresión de cada sílaba lógicamente no puede producir en música sino el recitado; que la melodía es tan solo un medio de halagar el oído, órgano que no está dotado de razón, y que sin embargo hay un punto de reunión de la expresión lógica con la melodía, y es cuando esta, sin hacerse esclava de cada sílaba, se apodera del sentimiento del autor e imita su expresión en todo cuanto es dado imitarla por medio del arte.

Händel, en Alemania, había elevado a un alto grado la música religiosa, y en Inglaterra despertado el entusiasmo con su música teatral. Pero Wolfgang Mozart recorrió en todos los géneros la más extensa y espléndida carrera; siendo tan insignes como el *Don Juan* y la

Gluck.  
1714-87

Piccini.  
1728-1800.

Händel.

Mozart,  
1756-91.

*Flauta mágica*, sus misas, su *Requiem*, su música de piano. Es Mozart músico grave, profundo, pensador, tanto como Cimarosa vivo y flexible; este más franco, aquel más íntimo; el alemán de estilo libre y firme, el italiano ardiente e impetuoso; aquel conmueve el alma, este halaga los sentidos. Gretry, a quien Napoleón preguntó lo que pensaba de ambos, dijo: «Cimarosa pone la estatua en el teatro y el pedestal en la orquesta, y Mozart hace lo contrario.»

Haydn.  
1732-1809.

El Austríaco Haydn, Miguel Ángel de la música, hizo una revolución en la parte instrumental, que hasta entonces había sido considerada como secundaria y como acompañamiento de la música vocal. Aprovechando la grande habilidad de sus compatriotas en el uso de los instrumentos musicales, creó la sinfonía con la perfección que dió a las diversas combinaciones de orquesta, y aun más todavía con descubrir la verdadera forma de las frases, de los períodos, de las dimensiones, convenientes a la música aislada de la poesía, forma en que se necesita suplir la palabra con una combinación que excite en el auditorio el sentimiento que el maestro se ha propuesto inspirar. Tal era la unidad del motivo, es decir, la elección de una fórmula melódica, o solamente rítmica, que contuviese los gérmenes de acentos, los cuales se fueran desarrollando originados los unos por los otros, de suerte que el compositor pudiese sobre su tema ostentar todas las riquezas de la armonía, de la modulación y de la sonoridad de la orquesta. Esta unidad sin monotonía es imposible en el drama por los frecuentes cambios de situación; pero la música sin la letra necesita repetir muchas veces las fórmulas melódicas a fin de que el auditorio pueda comprender la expresión que encierran y el sentimiento del compositor. Por lo demás, Haydn habituado, como dice Gretry, «a pintar» sin objeto y sin ser guiado por el lenguaje peculiar de los distintos caracteres, no tuvo buen éxito en los dramas, pues en ellos le era necesario someter sus ideas a las del poeta. Decía que a Inglaterra debía su fama, que no pudo obtener en su patria sino muy tarde: cosa muy común.

Sus atrevimientos, sus acentos extraños y sus artificiosas transiciones pervirtieron a los que trataron de imitarlo, los cuales llegaron por último a sofocar el canto con el acompañamiento, rebuscando dificultades y pompas artísticas. Bethoven, de Bonn, tal vez sobrepujó en sublimidad a Haydn y Mozart; pero tanto él como Cromer carecen de unidad y naturalidad y substituyen los productos de su capricho a las más acertadas reglas. Así, después que Gluck y Gretry meditaron la letra, buscaron su expresión rítmica, la declamación natural, y la tomaron por base del canto; la música acabó por desprenderse totalmente de la letra, e invadió hasta la iglesia donde había tenido nacimiento. En 1845. Mayer el canto continuó subordinado al acom-

pañamiento, y se desterró el recitado, como se había desterrado de los bocetos la línea recta.

## CAPÍTULO XXXV

Ciencias.

Las matemáticas, poderosísimo instrumento analítico, se perfeccionaron hasta un punto increíble. Las discusiones suscitadas entre Newton y Leibnitz acerca de la prioridad de sus descubrimientos, dividieron a los matemáticos del continente y a los Ingleses, los cuales afirmaban que nada podía añadirse a las teorías de Newton; y habiéndose interrumpido con este motivo la recíproca comunicación de conocimientos, experimentos y opiniones, la teoría de las fluxiones contribuyó poco a aumentar el imperio del espíritu humano sobre las combinaciones cuantitativas, hasta que las obras de los grandes matemáticos continentales vencieron al cabo las preocupaciones nacionales de los isleños y dieron origen a los trabajos de ilustres sabios. La *Harmonía mensurarum* de Cotes, la *Miscelánea* de De Moivre, son honrosas excepciones. Es alabado también el *Método de los incrementos*, y lleva su nombre una fórmula que sirve para explicar el desarrollo de cualquiera función. Maclaurin expuso ingeniosamente la doctrina del análisis; pero el teorema que lleva su nombre ha sido restituído a Stirling. El metafísico Berkley opuso varias objeciones al sistema de las fluxiones y al principio de los límites, deduciéndolas de la imperfección del lenguaje; pero d'Alembert demostró en el sentido más sencillo la aplicación de la teoría de los límites, y asignó leyes generales al movimiento de los sólidos y de los líquidos.

Julio Fagnani fué el primero que estudió las diferenciales no reducibles a la cuadratura de las secciones cónicas, las cuales se refieren a la rectificación de las elipses, de la hipérbola y de la lemniscata, y demuestra que dado un arco de esta curva, que es del cuarto grado, puede determinarse un arco de la elipse y otro de la hipérbola, que sumados son iguales a ella (1). Lorenzo Mascheroni, de Bérgamo, redujo al mero uso del compás todas las cuestiones de geometría elemental, presentando al mismo tiempo un conjunto de proposiciones enteramente nuevas, entre las cuales son especialmente dignas de atención las que se refieren a la división del círculo (2). No falta quien elogie también sus investigaciones acerca del equilibrio de las bóvedas. El padre Guido Grandi demostró geoméricamente los teoremas acerca de

(1) *Giornale dei letterati d'Italia*, tomo XXXIV.

(2) Napoleón, que ávido de toda clase de gloria, se había hecho inscribir en el Instituto y lo frecuentaba, se divertía en apurar a Lagrange proponiéndole los curiosos problemas resueltos de una manera tan sagaz como nueva en la *Geometría del compás* de Mascheroni, libro que había leído en Italia y no era conocido todavía en Francia.

Matemáticas.

Fagnani.

Mascheroni.

la logística y la logarítmica, y mediante ciertas curvas correlativas por él imaginadas, ayudó a resolver difíciles problemas sin el cálculo diferencial, y fué admirado por Newton y por Leibnitz. Nombrado matemático del gran duque, mostró su ingenio para la hidráulica.

Jorge Vega imprimió tablas de logaritmos (1788 y 96) calculadas hasta con diez decimales: valiéndose de las de Vlacq, y refiere que al paso que en Europa se había agotado la edición de estas, se hacía una reimpresión de ellas en el palacio imperial de la China. No debemos pasar por alto los tablas de Gaspar Prony en diez y siete gruesos volúmenes todavía inéditos, calculadas según la división decimal de la circunferencia del globo, que contienen los logaritmos de doscientos mil números, cien mil senos, otras tantas tangentes, unos con catorce, otros con veinticuatro cifras decimales y con cinco columnas de diferencia.

Finalmente, sujetáronse también al imperio de las reglas matemáticas los sucesos ó acontecimientos eventuales. Ya Pascal y Fermat habían intentado aplicar á los juegos de suerte el cálculo de las probabilidades, y después Huyghens, determinando las combinaciones según la analogía. Jacobo Bernouilli trató con más extensión de este asunto (1); y luego Laplace lo redujo á cálculo, aplicable á la multitud de nociones que salen de la esfera de una certidumbre absoluta; tratando de inquirir las contingencias futuras y de arrebatar la probabilidad de todos los acontecimientos á la casualidad, nombre que solo expresa la ignorancia de las causas ó de todos los efectos. Ayudado de diez principios, intentó someter al raciocinio la esperanza, evidenciar la falsedad de ciertas ilusiones y preocupaciones vulgares, particularmente en los juegos, y patentizar que la prudencia es un cálculo, en el cual se tienen en cuenta hasta las particularidades más fugaces, que luego no recordamos después de haber fundado en ellas nuestras resoluciones. Fourier añadió á este cálculo el cómputo de las condiciones de desigualdad; Condorcet lo aplicó á los votos de los magistrados en las causas criminales; otros lo aplicaron á la lotería, y después á las apuestas, en cuyo ramo se han distinguido principalmente los Ingleses, á los empréstitos, á las anualidades y rentas vitalicias, á las elecciones, á los contratos de seguros; en suma, á una infinidad de problemas políticos y económicos.

La generalidad y simetría de que tenía necesidad el análisis de Euler, se hallaron en Monge y en Lagrange. Gaspar Monge, de Beaune, tiene el mérito singular de haber creado la *Geometría descriptiva*, concibiendo la teoría y juntamente la práctica de las operaciones que resultan de la combinación de las líneas de los planos y de la superficie en el espacio: así como de la generación de las cantidades geométricas considerada en las proyecciones de

(1) *Ars. conjectandi.*

las líneas nació la geometría descriptiva, del mismo modo considerándola en sus intersecciones nació la geometría de las transversales, debida á Carnot.

Lacroix recopiló y publicó los trabajos de muchos matemáticos acerca del cálculo diferencial ó integral. Lhuillier intentó elevarse á la parte metafísica de este cálculo, reduciendo todas sus circunstancias á la consideración de los límites; y finalmente, Luis Lagrange, natural de Turin, publicó su *Teoría de las funciones analíticas*. Examinando Lagrange á la edad de 19 años la obra de Euler acerca de los isoperímetros, satisfizo los deseos de este insigne matemático presentando un método de cálculo independiente de toda consideración geométrica, y logró generalizar á todos los problemas de mecánica el teorema del mismo Euler (1) acerca de la nueva propiedad del movimiento de los cuerpos aislados (*Principio de la mínima acción*). Euler proclamó los descubrimientos de su joven émulo, con el nombre de *Método de las variaciones*, y habiéndose atraído Lagrange con este motivo la admiración de toda Europa, siguió cultivando con ahinco las matemáticas sublimes. Franco y sencillo en su trato, filósofo sin estrépito, como lo apellidaba Federico II, impuso á la envidia respeto, ya que no estimación. En su *Teoría*, atento siempre á generalizar los principios, se remontó á la metafísica de las funciones primitivas y derivadas, reduciéndolo todo á investigaciones algebraicas elementales, separando del análisis toda idea de infinitésimos, de fluxiones, de límites, y despojando las fórmulas de las construcciones complicadas que tanto perjudican á la elegancia y uniformidad de las resoluciones. Así mereció ser apellidado el Racine de los matemáticos, por haber asociado la elegancia de las formas á la generalidad del método y á la unidad de los conceptos, de tal manera que su estilo se tiene por clásico en la ciencia (2).

Habiendo publicado Gauss (1801) sus *Investigaciones aritméticas*, acompañadas de un método original para la resolución de las ecuaciones que tienen un número primo por exponente de su grado, prendóse Lagrange de este trabajo, y reformando los principios que anteriormente había establecido para la resolución general de las ecuaciones, mejoró la teoría del matemático alemán haciéndola independiente de las ecuaciones, y librándola de los inconvenientes de las raíces ambiguas.

(1) *Principio de la mas pequeña acción.*

(2) Ejemplos de lealtad y claridad son las exposiciones de los descubrimientos anteriores, que cada vez pone Lagrange al principio de los suyos. Con un corazón poco sensible, en la conversacion se desentendia fácilmente de la música para ir en busca de algun problema. Cierta noche tanto rogó á su mujer, que llegaron al teatro ántes que estuvieran encendidas las luces; y como ella le preguntara: — «¿Pues qué vamos á hacer ahora?» respondió él: «¿Y qué? no puede uno discurrir aquí lo mismo que en otra parte?» Empleaba con frecuencia fórmulas dubitativas, pero en cuanto estaba cierto, aseguraba, y se explicaba de este modo: — «Cuando yo lo digo, es prueba de que es así.»

Montucla. La *Historia de las matemáticas* de Montucla (1), á pesar de los varios errores que contiene y de sus muchas omisiones, es un precioso monumento; en el prefacio, sobre todo, se encuentran ideas muy juiciosas. El Verones Pedro Cossali (1815), en su laboriosa *Historia del álgebra*, no ménos cansada por la rudeza del estilo que por las continuas divagaciones, ha reparado, sin embargo, los desvarios en que incurre Montucla al hablar de Italia.

Dinámica. Los Ingleses, respecto de la dinámica, se atuvieron también á la letra de los principios, aunque las cuestiones más complejas que surgieron después no pudieron resolverse sistemáticamente por los mismos medios y en la misma forma, de donde resultó el buscarlos más generales y proporcionados. Á principios del siglo pasado, caso raro entre matemáticos, ocurrió una disputa acerca de los principios relativos á las fuerzas vivas, esto es, al modo de calcular la fuerza de los cuerpos puestos en movimiento. Los matemáticos alemanes, italianos y holandeses adoptaron la opinión de Leibnitz y Bernouilli, mientras que los Ingleses se atuvieron á los métodos antiguos; mas como ambas partes llegaban, aunque por diferente camino, á un mismo resultado, todo podía reducirse á una mera cuestión metafísica, y tanto daba calcular las fuerzas por el cuadrado de la velocidad, como por las velocidades simples. D'Alembert cortó las cuestiones relativas al cálculo de las fuerzas reduciendo los más intrincados problemas de dinámica á meros problemas de estática.

Otra discusión se suscitó acerca del principio de la mínima acción proclamado por Maupertuis y atribuido por otros á Leibnitz ó á Konig. La mecánica de Euler ofrece el conjunto de investigaciones analíticas mejor elaborado que hasta entonces se había visto.

Lagrange demostró cuán fecundo era el principio de las velocidades virtuales descubierto por Galileo, fundando en él su *Mecánica analítica* (1788); y combinándolo con el de d'Alembert y con el cálculo de las variaciones, lo aplicó á todas las circunstancias del equilibrio y del movimiento, y redujo su teoría á fórmulas generales, cuyo simple desarrollo ofrece las ecuaciones necesarias para la resolución de esta clase de problemas.

Por lo tocante á la balística, Belidor, que pretendía reducir todos los problemas á la teoría de la parábola (2), fué refutado por Benjamin Robins, el cual calculó mejor la resistencia del aire (3); pero Hutton alcanzó mayor exactitud

(1) *Histoire des mathématiques, dans laquelle on rend compte de leur progrès depuis leur origine jusqu'à nos jours; où l'on expose le tableau et le développement des principales découvertes, les contestations qu'elles ont fait naître, et les principaux traits de la vie des mathématiciens les plus célèbres.* Paris, 1768.

(2) *Bombardier français*, 1734.

(3) *A new theory of gunnery*, 1842. Robins demostró que cuando una bala se mueve con una velocidad mayor de 411 metros por segundo, se forma detrás de ella el vacío, de suerte que tiene que vencer por su sola fuerza toda la presión de la atmósfera.

todavía disparando los cañones contra péndulos balísticos (1790). Este problema de las trayectorias ha sido uno de los más agitados, por lo mismo que es muy difícil; y Borde intentó resolver todos los problemas de balística, especialmente el del verdadero alcance de las diferentes piezas de artillería. Luego que La Hire hubo determinado experimentalmente la fuerza de todos los músculos, Lambert y Coulomb extendieron sus investigaciones, suministrando medios de calcular la cantidad de acción ó la fuerza de hombres y caballos.

Jacobo Vaucanson, célebre por sus autómatas, inventó y perfeccionó máquinas para hilar seda. Habiendo llegado á entender los artesanos de Lyon de Francia que pensaba simplificar el telar, lo apedrearon; y él, en venganza, inventó una máquina que hacía tejidos labrados de flores, movida por un asno. Sabida es la manera que tuvo luego Jacquard de resolver el problema.

Con respecto á la hidrostática, Newton no había explicado bien por qué razón la cantidad de agua que sale por un caño estrecho, abierto en el fondo de un cilindro, llega apenas á las cinco octavas partes de la que debería caer con arreglo á los principios teóricos. Daniel Bernouilli, d'Alembert, Euler y Lagrange estudiaron este problema; pero sin conseguir la conformidad del cálculo con la experiencia.

Mejores resultados se obtuvieron en la aplicación de los principios hidrostáticos á la arquitectura naval. Duhamel logró establecer en Francia una escuela de esta clase; Olivier perfeccionó todo género de construcciones navales, y varió la forma de la quilla y la distribución de las baterías en las fragatas. Don Jorge Juan y de Bouguer contribuyeron con nuevas luces al progreso de este ramo; y aunque el último no sabía matemáticas, simplificó las teorías hidráulicas y demostró un teorema sumamente útil acerca del centro de gravedad de los cuerpos flotantes (*metacentro*). La arquitectura hidráulica de Belidor es un tesoro de máquinas y de investigaciones: la naval se mejoró en la guerra de la Independencia americana, en la que se colocó artillería en buques pequeños y el *Real Luis* frances llevaba piezas de cuarenta y ocho.

Smeaton hizo varios experimentos acerca de la acción de los fluidos en los molinos, deduciendo una teoría que después completaron Lagerhjelm y Forsélls (1811-1815). Los experimentos de Coulomb sobre los *atritos* fueron confirmados por los de Tredgold y por otros muy recientes del capitán Morin. Bossut estudió la resistencia del agua en los canales estrechos. Ivory logró al cabo simplificar la complicada fórmula de Laplace, acerca de la atracción capilar, y Pessuti la hizo inteligible aun para aquellos que apenas hayan saludado la ciencia. El antedicho Bouguer trató nuevamente la teoría de las elevaciones medidas con el barómetro; Deluc corrigió después los defectos de los

Vaucanson.  
1709-82.

Hidrostática.

instrumentos, y Ramon determinó, por último, el coeficiente constante que lleva su nombre.

Los Italianos pueden gloriarse de haber hecho buenas aplicaciones en esta ciencia. El Boloñés Domingo Guglielmini hizo progresar con su obra de *La naturaleza de los rios* la práctica de la hidrometría, y fué buscado para arreglar el curso de algunos rios y decidir varias controversias. Leonardo Jiménez, Siciliano, á quien consultaban los Venecianos para todas sus obras hidráulicas, publicó en Florencia una nueva *Coleccion de autores que han tratado del movimiento de las aguas* (1766). El conde Jacobo Riccati, Veneciano, aplicó sus muchos conocimientos matemáticos á los rios de su país y á las lagunas, y rivalizando en estudios con Bernouilli, Leibnitz y Vallisnieri, dió un *Ensayo acerca del sistema del universo*. Entre sus hijos, todos muy aplicados al estudio, distinguiremos á Jordano, gran arquitecto, matemático y músico.

Zendrini, natural de Brescia, sugirió á los mismos Venecianos la idea de edificar sus famosas murallas, la manera de mejorar el puerto y el aire de Viareggio y de Rávena, y abogó por Ferrara en su acaloradísima cuestion con Bolonia acerca de la direcc.ón del Rbin, cuestion que tambien dió mucho que hacer á Eustaquio Manfredi, poeta y astrónomo. Los cálculos de los cuatro tomos de sus efemérides son obra de sus hermanas Magdalena y Teresa. El Milanés Antonio Lecchi escribió acerca de los canales navegables, y en la *Hidrostatica examinada en sus principios* (1765), que es la obra mas completa que poseemos sobre esta materia, evita los cálculos para atenerse únicamente á la práctica. Su compatriota Pablo Frisi, que escribió sobre varios puntos de matemáticas y astronomía, trabajó mucho tambien en la hidrostatica y en la canalizacion. Los Venecianos Riccati aplicaron sus grandes conocimientos matemáticos á los rios y lagunas de su patria, rivalizando en sus estudios con los hermanos Bernouilli, con Leibnitz y con Vallisnieri. Juan Poleni, tambien Veneciano, ilustró con eruditos comentarios á Frontino *De aqueductibus*, y á Vitrubio, y fué de los primeros en descubrir empíricamente las leyes del refluo de las aguas, reconociendo la contraccion de las vetas y la relacion que existe entre los tubos, los agujeros y la altura del líquido.

Ya La Condamine y los demás mártires de la ciencia habian medido el meridiano; y hemos visto (1) los cuidados que emplearon para determinar exactamente la figura de la tierra. Para comodidad de los gobiernos hizo que se extendieran las redes trigonométricas, y por este medio se midieron arcos de meridiano en diversas latitudes. Maskelyne y el baron de Zach determinaron la atraccion que ejercen las montañas, y Cavendish averiguó la densidad média de la tierra. En Kieff se habia levantado un gran-

(1) Tomo IV, pág. 887.

disimo sector para observar el paso de las estrellas; y Jacobo Bradley, cuando ayudado por Molineux estudiaba allí la parálaje de una estrella fija, observó que se inclinaba primero al Mediodía y despues volvia al Norte por una declinacion de cuarenta segundos (1727). Este fenómeno le condujo de hipótesis en hipótesis hasta sospechar que aquellas apariencias provendrian del movimiento progresivo de la luz combinado con el de la tierra. De este modo descubrió la aberracion de las estrellas, demostrada despues en los ensayos de Simpson, y la nutacion del eje de la tierra; proveniente la primera de la velocidad finita de la luz, y la segunda de la gravitacion. Bradley habia sido auxiliado por Römer, que ya ántes por medio de constantes observaciones acerca de los eclipses de los satélites de Júpiter, habia llegado á descubrir el movimiento progresivo de la luz y á medir su velocidad. Despues de haber descubierto Bradley la aberracion de las estrellas y la nutacion de la tierra, parecia imposible que nuevos descubrimientos viniesen á cambiar la faz de la ciencia, que se redujo desde entonces á determinar la verdad exactamente.

Kepler habia adivinado que los movimientos de los astros debian estar relacionados entre sí por medio de leyes sencillas; pero faltaba buscar una causa física bastante para hacer recorrer líneas curvas á los planetas, y fundar en esta causa, no ya en cielos sólidos, el principio de la conservacion del mundo, extendiendo á las revoluciones sidéreas los dogmas fundamentales de la mecánica de los cuerpos. Esto fué lo que hizo Newton. Extendiendo á toda la materia la ley newtoniana de la gravitacion, patentizábase que los planetas no solo son atraídos por el sol, sino que se atraen tambien recíprocamente, por donde conocieron los astrónomos, que con las curvas de Kepler no podrian nunca representarse exactamente los movimientos de los cuerpos celestes que la astronomía mitológica habia concebido regularísimos en su carrera, al paso que semejante complicacion de fuerzas los perturbaba perpetuamente. Newton habia tratado de señalar leyes á algunas curvas, pero los problemas que trataba de resolver no eran solubles con el algoritmo de su tiempo. Calandrini, profesor de matemáticas en Ginebra, ayudando al arreglo de la edicion que los Jesuitas hicieron de los *Principios* de Newton, mejoró la teoría de este acerca de la luna; despues de Stewart, profesor de Edimburgo, siguiendo un método puramente geométrico, descubrió el verdadero movimiento de la línea de los ápsides, y Walmesley dió el análisis del movimiento del apogeo lunar.

Si un astro, la luna por ejemplo, gravita únicamente hácia el centro de la tierra, describirá una elipse; pero si al mismo tiempo es atraído por el sol, se aumentarán ó disminuirán las dimensiones de la órbita primitiva, resultando de aquí una complicacion que á primera vista parecerá desorden. Esta conside-

ración dió origen al *Problema de los tres cuerpos*, no tratado ni aun siquiera analíticamente por Newton, y que por primera vez resolvió Clairaut (1747), abarcando todos los movimientos subordinados de la luna, confirmando mas y mas la sencilla ley de la gravitacion, y desarrollando el principio de las perturbaciones. Sabedor de esto Euler, emprendió las mismas investigaciones por diferente método, y obtuvo idénticos resultados, como sucedió luego á d'Alembert, Mayer y Simpson.

De este modo se conquistaron hasta las partes ménos accesibles del campo abierto por Newton, distinguiéndose en tal empresa, ademas de los sabios mencionados, Lagrange, Laplace y otros varios, que al compas que se extendian y generalizaban los procedimientos del cálculo analítico, completaron la teoría de la atraccion, examinando las mareas, las desigualdades lunares, el movimiento de los cometas y la verdadera figura de la tierra, con lo cual quedó victoriosamente asentada la ley de la atraccion.

Entónces se trató de perfeccionar las tablas lunares tan importantes para averiguar las longitudes en el mar, y salieron bastante exactas las de Clairaut, y mas las de Mayer, de Gottinga, que fueron compradas por la seccion de longitudes de Lóndres y publicadas en 1770 bajo la direccion de Maskelyne.

Del descubrimiento de la precesion de los equinoccios, debido á Hiparco, se deducian dos consecuencias evidentes: 1<sup>a</sup> que no siempre el firmamento nos presenta las mismas constelaciones en las noches de cada estacion, de modo que las que ahora son de invierno, llegarán un día á ser de verano; 2<sup>a</sup> que el polo no ocupa siempre el mismo sitio en la esfera estrellada, y por tanto que la estrella polar estará muy lejos del polo dentro de algunos siglos. Copérnico, en vez de explicar esta variedad con una nueva esfera como los antiguos, supuso que el eje de rotacion de la tierra no continúa paralelo á sí mismo, sino que se desvia un tanto al fin de cada revolucion entera del globo al rededor del sol. ¿Cuál era, sin embargo, esta fuerza que todos los años modifica la posicion del eje del mundo y le hace en veinte y seis mil años describir un círculo entero de cerca de cincuenta grados de diámetro? Newton adivinó que provenia de ser el globo mas elevado hácia el Ecuador, pero no estableció matemáticamente esta ley. Estaba reservado á d'Alembert el demostrar las ideas newtonianas sobre la precesion de los equinoccios y el determinar la atraccion como causa de la perturbacion que Bradley habia descubierto en ella, y la oscilacion del eje de la tierra en el período de diez y ocho años, precisamente los que se necesitan para que la interseccion de la órbita de la luna y de la eclíptica recorra la circunferencia entera. D'Alembert y Clairaut determinaron la figura de la tierra sin partir de las hipótesis inadmisibles de Huyghens, ni de la primitiva homogeneidad supuesta y no demostrada por New-

ton, ni de las semejanzas necesarias entre las formas de los extractos superpuestos.

Para conocer exactamente la parálaje, ó sea la diferencia que resulta de observar los cuerpos celestes desde la superficie de la tierra, á observarlos desde el centro, es muy conveniente hacer observaciones en las extremidades de un grandísimo arco torrestre; y por eso propuso Halley que se observase desde puntos remotísimos el paso de Vénus sobre el disco del sol en los años de 1761 y 1769. Enviáronse, en efecto, astrónomos hácia las regiones ecuatoriales y polares; y si bien las observaciones de aquel fenómeno, que fué indudablemente uno de los mas esperados y meditados, no alcanzaron por diferentes causas la exactitud apetecida, sirvieron, sin embargo, para determinar la distancia média del sol, fijándola en 82.695,535 millas italianas, que equivalen á 15.313,981 miriámetros. Lacaille fué comisionado al Cabo de Buena Esperanza para observar la parálaje de la luna (1750), mientras Lalande hacía otro tanto en Berlin; y de este modo se averiguó exactamente cuánto dista de la tierra aquel satélite.

El mismo Lacaille dió nombre á las estrellas del hemisferio austral, y Mairan explicó la causa de las auroras boreales. Halley, que aplicó las fórmulas newtonianas á veinticuatro cometas de los mas notables, demostró que se movian en curvas cerradas, reapareciendo periódicamente, pero con diferencia hasta de dos años en solo setenta y seis. Clairaut estableció el difícil cálculo de estas perturbaciones, y designó la época y el lugar en que habia de aparecer el cometa del año de 1785, despues de los retardos ocasionados por la atraccion de los diferentes planetas; prodigioso vaticinio que se realizó con solo doce dias de diferencia, abriendo así una nueva era á la astronomía.

Habiendo anunciado Lalande el año de 1773 que pasaria un cometa cerca de la tierra, esparció el terror por todas partes. Con este motivo se calcularon los efectos que produciria la aproximacion de un cometa á 12 ó 13,000 leguas de la tierra, y se dijo, que uno de ellos sería una marea tan violenta que las aguas de los abismos del mar cubrirían las montañas.

Faltaban por determinar las perturbaciones producidas por los planetas mayores y mas inmediatos. Euler calculando las causadas por Júpiter en Saturno, descubrió que no existia ninguna ecuacion solar, sino que las desviaciones del curso regular eran periódicas á larguísimos intervalos. Así los movimientos medios de Júpiter y Saturno se aceleran y disminuyen alternativamente de quince mil en quince mil años, y las excentricidades de su afelio completan el ciclo en treinta mil. Tan inextricable pareció á Newton y á Euler la complicacion de los movimientos celestes y de las fuerzas que los producen, que creyeron necesaria la intervencion de una mano omnipotente para reparar de tiempo en tiempo las perturbaciones. La-

Lacaille.