

Laplace,
1749-
1827.

place, por el contrario, trató de demostrar el orden inalterable que reina en aquellos movimientos, é hizo ver que en medio de la aparente descomposicion de los elementos planetarios, permanece uno siempre constante, es á saber, el eje máximo de cada órbita, y por consiguiente el tiempo que cada planeta emplea en su revolucion; de modo que la gravedad universal basta para mantener nuestro sistema planetario. La demostracion de esta invariabilidad de los movimientos medios se encuentra en la *Mecánica celeste* (1773); despues (1784) demostró tambien Laplace, que la estabilidad de los demas movimientos del sistema provenia de la pequeña masa de los planetas, de la débil excentricidad de sus órbitas y de la semejanza de direccion que aquellos guardan en sus revoluciones circulares al rededor del sol. Si el alejarse Saturno del sol y el acercarse Júpiter á él, como la luna á la tierra, daba á entender que tarde ó temprano se descompondria el orden del universo, ni se sabia por qué, ni cuándo; pero Laplace explicó tambien esto por medio de la atraccion, mostrando que aquellas perturbaciones eran oscilaciones de un período determinado. Con la maestría del que conociendo á fondo una materia sabe escoger sus puntos capitales en la *Exposicion del sistema del mundo* (1796), reunió los resultados de los estudios mas sublimes matemáticos y astronómicos, despojándolos del aparato de las demostraciones y reduciendo todo el artificio de los ciclos á la simple solucion de un gran problema de mecánica.

Lagrange, despues de haber asentado sólidamente las verdades dinámicas, que son el fundamento del sistema análtico de las fuerzas, las aplicó al sistema del mundo, deduciendo de ellas la invariabilidad de las distancias medias de los planetas. Asegurados los métodos de aproximacion, pudo dar una teoría matemática de las desigualdades de los satélites de Júpiter, no conocidas hasta entónces sino de una manera empírica, é imaginó diferentes métodos para calcular las perturbaciones de los cometas y los movimientos de los nodos y de las inclinaciones de las órbitas planetarias. Su teoría de la variacion, con la cual habia reconocido que las variaciones de la excentricidad de Júpiter debian de alterar el movimiento de sus satélites, la aplicó á la libracion de la luna, que era un conjunto de fenómenos singulares descubiertos por Casini, é inexplicables por la dificultad de concordar entre sí elementos sumamente diversos, hasta que Lagrange los redujo á la gravitacion universal, manifestando la modificacion que al solidificarse ha experimentado la luna por efecto de la atraccion terrestre, y explicando la razon de presentarnos siempre aquel astro la misma faz con leve diferencia. Tambien estableció la verdadera teoría de la ecuacion secular de aquel satélite, producida por la alteracion que experimenta la excentricidad de la órbita terrestre á impulso de la

atraccion de los planetas mayores. Posteriormente descubrió que no existe semejante ecuacion secular en Júpiter ni en Saturno; y por último (1808), introdujo en la mecánica celeste la accion llamada *perturbadora*, mediante la cual se consigue simplificar la análisis relativa á un número cualquiera de cuerpos, cual si se tratase de uno solo.

José Lalande, de Bourg-en-Bresse, completó el sistema perfectamente matemático y dinámico del mecanismo celeste; recopiló y combinó en vastas generalidades cuanto hasta entónces se sabia; inquirió las consecuencias mas remotas, y enriqueció los dominios del análisis con gran copia de verdades físicas; manejó con mucha maestría el calculo, y si algunos de sus métodos han caído en desuso, otros servirán todavía por largo tiempo. En cuanto á la distancia media del sol á la tierra, que se habia buscado en viajes hechos á regiones remotísimas para observar el paso de los astros, halló la manera de determinarla sin moverse de su gabinete, por medio de las perturbaciones lunares, en las cuales encontró tambien los efectos del aplanaamiento del esferoide terrestre. De sus observaciones lunares dedujo asimismo argumentos en contra del supuesto enfriamiento continuo de nuestro globo, opinion sostenida tan gratuita como elocuentemente por Buffon y Bailly, y demostró que la temperatura média de la tierra no ha variado en el transcurso de dos mil años la centésima parte de un grado.

La análisis matemática no habia podido nunca elevarse á verdades tan profundamente envueltas en la accion compleja de una multitud de fuerzas; nunca, tampoco, se habia demostrado tan perfectamente, por medio de la aplicacion de reglas inflexibles, que la misma ley de la gravitacion mantiene el orden en la variedad; nunca, en fin, se habia asentado sobre mas sólidas bases la estabilidad del sistema solar, atento que las órbitas oscilan en torno de una posición média, y que las observaciones deberán comprobar hasta los mas remotos siglos la estabilidad de las revoluciones que, segun Lalande, se efectúan en los planetas en largos períodos de tiempo.

Reduciendo el mismo Lalande á cálculos matemáticos exactos las innumerables perturbaciones de las lunas de Júpiter, elevó el problema de la longitud geográfica á una perfeccion que no habria osado esperar la ciencia, ni creído necesaria la náutica. Gracias á él tambien, sometióronse las mareas á una teoría analítica, en la cual aparecieron por primera vez las condiciones físicas del problema, de tal modo que los calculadores pueden ya vaticinar con muchos años de anticipacion la hora y la altura de las mareas, deduciéndolas de la fuerza de atraccion combinada del sol y de la luna. Y sin embargo, Lalande no queria reconocer en las maravillas de la creacion la mano del Ordenador Supremo.

Lalande contribuyó á todos los descubrimien-

Lalande,
1732-
1807.Bailly,
1736-93.

tos que entónces se hicieron, y los reunió en la gran teoría del mundo material. Trabajó por mucho tiempo en la obra titulada (1760-75) *Conocimiento de los tiempos*, mejorándola y añadiéndola cuanto podia ser útil á los navegantes, aumentándola con los descubrimientos que cada año se hacian. Escribió para sus discípulos un *Tratado de Astronomia*, en que expuso con claridad cuanto habian dicho él y sus predecesores, y despues un libro mas elemental, la *Astronomia para las mujeres*. En su viaje científico (1751-53), adquirió familiaridad con los amigos de Federico II, que de devoto que era le convirtieron á sus creencias, y entónces quiso oír hablar de sí, no solo proclamando sus obras, sino con extravagancias. Es Lalande un buen expositor, claro en los asuntos filosóficos populares, y al morir dijo: « Lo que sabemos » es poco, lo que ignoramos es inmenso. »

Juan Bailly, de Paris, escribió la historia de la astronomía, á la manera que Montucla la de las matemáticas. Al tratar de la astronomía oriental, dió rienda suelta á su imaginacion, y se persuadió que la India era antiquísima, fundado en una conjuncion general que se decia observada por los Indios, cuando ya hoy es indudable que se calculó posteriormente, incurriendo en no pocos errores. En la parte relativa á la astronomía moderna se manifiesta el autor mas imparcial; pero no expone con la debida distincion los descubrimientos capitales, ni esclarece lo bastante el progreso gradual de la ciencia. Su obra, sin embargo, agradó sobremanera por estar escrita en el estilo enfático propio de la época, y con la vehemencia hija del entusiasmo científico del autor.

En la óptica, Euler y Fuss perfeccionaron el microscopio, proporcionando singulares descubrimientos el microscopio solar del doctor Leberkun (1743), especie de linterna mágica, cuya lámpara es el sol. Fueron admirados como novedades el heliostato de Gravesande, las lentes acromáticas de Gader, el heliómetro y micrómetro objetivo de Bouguer, el panscopio, el panorama y la fantasmagoría. El padre Kircher, primero entre los catóptricos, aseguró que con vidrios planos podian hacerse espejos ustorios mas fuertes que cuantos se conocian (1). En 1725 el padre Caste dió la idea de un clavicémbalo acromático. Mariotte expuso las teorías de la luz y del calor, y otros muchos estudiaron la fosforescencia de los cuerpos terrestres y la del mar, que atribuyeron á pequeños pólipos. Bouguer encontró la gradacion de la luz. Hall estudió su desigual dispersion en los diferentes medios, para corregir el color en el foco de los objetivos de los telescopios, por medio de la combinacion de las lentes; idea restablecida despues por Juan Dollond, que perfeccionó el telescopio acromático. Rochon aplicó el prisma á los anteojos de larga vista, para descomponer la luz de las estrellas, y encontró el medio de

(1) Véase el tomo I, pág. 748.

medir exactamente la refraccion y difraccion. La invencion del cuadrante de Halley, el año de 1731, habia suministrado un medio de hacer observaciones desde los buques; Roi, Bertoud y Harrison construyeron excelentes relojes de mar; el Escocés Jacobo Fergusson inventó la rueda astronómica para observar los eclipses de luna (1776), y el mecánico inglés Ramsden logró ser contado entre los sabios por el exquisito primor y perfeccion de sus instrumentos astronómicos.

Los telescopios de reflexion se perfeccionaron en Inglaterra; pero Guillermo Herschell dió á los catadriópticos un poder inesperado, logrando aumentar con ellos seis mil veces el tamaño de los objetos, cuando el mayor aumento que ántes se habia alcanzado era de cuatrocientas. Este célebre astrónomo pasó años sin dormir una sola noche en el lecho, siempre á cielo raso, que era en su concepto el modo de observar mejor, é invirtiendo dias enteros en pulir espejos, sin tomar alimento mas que de manos de su hermana. En el año de 1774 comenzó sus observaciones con un telescopio de veinte piés, y en el de 1787 habia concluido ya otro de cuarenta piés y cuatro de abertura, con el cual vió resplandeciente de viva luz la nebulosa de Orion. Con estos vió el sexto y despues el séptimo satélite de Saturno, y aseguró que habia volcanes en la luna; pero La Hire calculó que para ver en ella una mancha tan grande como Paris, basta una lente que haga los objetos cien veces mayores, y que para ver un cuerpo que tenga una toesa de dimension, se requiere que el instrumento los engrandezca sesenta mil veces.

Perfeccionados los instrumentos y sometido todo al cálculo, pareció como que el Cielo premiaba los trabajos revelando alguno de los cuerpos perdidos en su inmensidad. En la noche del 13 de marzo de 1781, Maskelyne observó una estrella movable, que por algunos meses se creyó un cometa, hasta que no pudiéndose marcar su órbita en una parábola, descubrió Herschell que era un planeta y le puso el nombre de astro Jorge; Bode le llamó Urano, y otros le denominaron Herschell; este despues descubriólo observó y determinó los seis satélites que le rodean.

Á la par que el conocimiento del cielo, se extendia el de nuestro planeta, y las ciencias todas buscaban argumentos y pruebas de viajes hechos con mejor espíritu que los antiguos (1). No se daba ya la vuelta al mundo, como en el siglo anterior, para encontrar minas, sino para extender la civilizacion y los conocimientos. Byron, Wyllis, Carteret, salieron de los puertos ingleses para visitar los mares del Sur. El duque de Choiseul encomendó á Bougainville un viaje al Mar Pacífico, donde el viajero frances se mostró superior en ardimiento y exactitud de observacion á los Ingleses, y describió aque-

Herschell,
1738-
1822.

Geografía.

1763

(1) Véase libro XIV, cap. 26 y 27.

llas sociedades tan diversas y las delicias de Taiti, descubriendo además el Archipiélago de los Navegantes. Sus compañeros y después los imitadores de Cook observaron los variados fenómenos de la naturaleza, la desdichada infancia ó la decrepitud de la sociedad, la formación de nuevas islas ó la unión de estas al continente por medio de istmos de coral; y en la comparación de las costumbres y de las lenguas diversas hallaron la prueba de las antiguas emigraciones. Sin embargo, mas de una vez vieron rechazados fuertemente por los feroces salvajes los dones que les llevaban, como el trigo, la vid, las legumbres y los animales domésticos.

Entretanto el Aleman Damberger, al servicio de la compañía holandesa, recorrió todo el país que media desde el Cabo hasta Berberia (1781-1797), cuyas rocas describió Desfontaines; el Inglés Patterson hizo un viaje al país de los Hotentotes; Boufflers y Golbery recorrieron otros puntos del África; Bruce visitó la Abisinia, y Serry la Guinea y el país de los Caribes (1773); Barrow el Cabo, y el Holandés Stavorinus penetró hasta Surate. Sparrman y Le-Vaillant en el Cabo se dedicaron á la peligrosa caza de fieras, las cuales hasta entonces se habían visto libres del fusil del Europeo y aun de las flechas del salvaje. Los académicos de Petersburgo recorrían el inmenso imperio ruso desde el polo hasta el Cáucaso, revelándonos la naturaleza de los países del Norte (Gmelin, Pallas, Steller, Gueldenstadt, Georgi, etc.). La sociedad de hombres científicos de la India y la de la América del Norte hicieron progresar el conocimiento de países antiguos y modernos. La Dinamarca envió á Niebuhr á explorar la Arabia; la Rusia á Pallas y á Gmelin á la Siberia, y al Danés Iboes á Marruecos; Ricardo Mondler hizo un viaje al Asia Menor y á Grecia á expensas de una sociedad de hombres estudiosos establecida en Londres, y Coxe (1781) publicó los descubrimientos de los Rusos y los datos relativos al comercio con la China; mientras los Jesuitas hacían la mejor descripción que se ha hecho de este imperio en sus *Cartas edificantes* (1717-1774), mina de conocimientos respecto de aquel remoto país. El amor á la ciencia llevó también á Stedenan á la Guyana, á Charlevoix al Japon y al Paraguay, á Boile al Tibet, al mayor inglés Enrique Rooke á las costas de la Arabia Feliz y al Egipto (1781), á Kerquely á los mares australes (1782), á Forster al Norte, al marino inglés Billurgs á la Rusia Asiática (1785-1794), á Samuel Turner al Tibet y al Butan. Chandler viajó por el Asia Menor y Le-Chevalier recorrió la Troade; Choiseul-Gouffier despertó la simpatía en favor de la Elade, describiendo sus ruinas y sus desdichas inmerecidas, y Volney en las ruinas de Egipto y de la Siria, buscó inspiraciones, elegías y argumentos de impiedad.

Las historias de viajes, despojadas de las aventuras novelescas, eran mas exactas en las descripciones y en los cuadros. El viaje pintoresco

del Inglés Hodget á la India presentó espectáculos nuevos; la descripción de Palmira y de Balbek por Wood y Dawkins (1753-1757) acabó con la incredulidad de los que tenían por fábulas las maravillas recientemente descubiertas. El baron de Tott pintó la situación del imperio otomano á cuya defensa estuvo encargado de proveer. Anquetil, Gentil y Sonnerat interrogaron á los Güebros y á los bramanes sobre las reliquias de una gran civilización perdida, objeto de las investigaciones de algunos Ingleses, que así expiaban en cierto modo las crueldades de sus conciudadanos. Gentil, habiéndose trasladado á la India para observar allí el paso de Vénus, prolongó su estancia en el país en beneficio de la ciencia, tomando informes acerca de las corrientes, de las mareas, de los monzones, de las travesías mas breves y al mismo tiempo de los usos y opiniones de los indígenas; pero principalmente se dedicó á examinar la astronomía de los bramanes, á la sazón tan ponderada, y probó que nada añadía á los conocimientos de los Caldeos y que sus *yugas* son los números de periodos astronómicos.

Entonces se comenzó á llamar estadística la geografía política, y Gulthrie (1770) publicó un curso completo de geografía. Tres generaciones de la familia Cassini trabajaron en la medida del meridiano al través de Francia, fuente de discusiones que condujeron á determinar con exactitud la figura de la tierra. Los *cassinistas* recorrieron midiendo y describiendo la Francia, que de este modo se cubrió de una red de grandes triángulos entre las ciudades principales, los cuales por medio de otros menores se unían también á los puntos secundarios. César Francisco Cassini (1714-1784) para hacer el mapa de Francia adoptó la proporción de una línea por cada cien toesas, es decir, 1.864,000, creyendo que con 90,000 francos de gasto podría dar por concluido este trabajo al cabo diez años: ilusiones que suelen formarse todos los autores de grandes empresas, y que sin embargo son provechosas para que la magnitud de estas no retraiga de acometerlas. La de que se trata hubo de quedar en suspenso por efecto de la guerra; Cassini propuso su continuación á expensas de una sociedad, la cual debería resarcirse con el producto de la venta de los mapas; pero en la práctica se vió que los gastos eran inmensos; muchas provincias, lejos de asociarse al pensamiento, llevaron su oposición hasta el extremo de arrojar de su respectivo territorio á los ingenieros, y Cassini murió antes de ver concluida la obra en que había consumido treinta y cuatro años de su vida. Su hijo Jacobo Domingo la terminó precisamente cuando la Revolución variaba la antigua división territorial, por lo cual vino á ser la base de la nueva. La junta de salvación pública auxilió á la compañía para dar cima á esta empresa, y así la Francia fué la primera nación que tuvo un mapa fundado enteramente en datos astro-

Mapa
de
Francia.



Pinet del.

Ferd. Delannoy sc.

Imp. Magon Paris

BUFFON.

Garnier freres Editeurs.

nómicos, ejemplo que despues fué imitado por

conocer los pormenores, se contentó con esta-
blacer clases generales y arbitrarias como ani-
males salvajes del hombre, aves silves-
y animales extraños.

su inteligencia, con el uso de las
y la admiración por
la gradación en las
de la
relativa en las espe-
por su modo
de los puntos,
estableci-
con la ma-
la política.

la ciencia, y lo que entre sus contemporá-
nos le granjeó admiración fué su estilo pro-
fresco y el énfasis con que reemplazó á la he-
mosa sencillez de la narración. Por esto se
decía que, para escribir, se ponía el traje de
caza. Un solo viaje hizo, y así tuvo tan pocas
observaciones que él mismo cuenta en el todo
de su obra. Apreciado por el mundo y con-
siderado por la posteridad, no quiso tal vez arro-
jar la indignación de los materialistas, con-
tes dispensadores de la fama; por lo cual evitó
toda meditación sobrehumana de lo creado;
impugnó las causas finales, lo atribuyó todo á
efecto de la casualidad, si bien en vez de la
causas, empleó con profusión las de
causas y catastróficas. Y respecto por su
parte, como geólogo, en historia de la tierra,
descubrió que un cometa chocando con el sol
destruyó á su vez varias irras incandescentes
que por las planicies, las cuales se fueron
enfriando poco á poco, y en su superficie
nacieron seres organizados, á medida que se
desarrolló la transmutación, verificándose todo esto
en el número de siglos (1). Igual valor tiene la

de la vida en el cuadrante del globo terráqueo
debe ser para hacerse vida y consisten 2,336 años;
Mercurio 2,427; Venus 3,596; Marte 1,100;
Júpiter 11,960; Saturno 3,143. También somete á cálculo

de enfriamiento es decir, para
de la tierra 84,370 y
de Venus 41,969;

de calor
para
de Venus 31,943;
de la tierra 130,821.

de la vigésimaquinta
de la tierra 130,821;
de Mercurio 287,763;

de la tierra resulta que la luna del
de la naturaleza animada hasta el
de la naturaleza se ha extinguido
de la tierra goza
de 1,812 años. Marte está
de 1,100 años; Mercurio puede ser

de la naturaleza y subsistir todavía 102,962 años.
de la naturaleza y fue el séptimo
de la naturaleza, así como Venus fue el undécimo y
de 11,960 años. Saturno fue el decimoquinto globo