

asunto de moda; todos hablaban de la irritabilidad de Haller [1] y de la electricidad, y todos querian experimentar en su persona el sacudimiento eléctrico: esta diversion costó la vida á muchos. Entre tanto, los materialistas creian haber encontrado con los nuevos experimentos una arma á propósito para explicar aquel arcano que se llama *alma*.

Sin embargo, la electricidad parecia ser uno de los muchos objetos aislados de todo lo que constituye los demas ramos de la filosofía, los cuales no pueden estudiarse sino en sus relaciones interiores; pero esta opinion duró tan solo hasta que Alejandro Volta, natural de Como, demostró todo lo contrario, alcanzando en esta ocasion la gloria de un descubrimiento supremo (1745-1826). Habiendo inventado este varón ilustre el *electróforo perpétuo* (2); despues el *condensador* (3), y finalmente un *electrómetro* (4) mas esquisito, se dió á investigar la electricidad atmosférica, y de qué manera se forman el granizo, las auroras boreales y otros fenómenos. Pero, aunque experimentador exacto, no estaba dotado de aquella fuerza de mente filosófica que puede establecer doctrinas precisas y aspirar á un rigor matemático; en efecto, no puso nunca el *electróforo* y el *condensador* en su verdadero punto de relacion con las correspondientes teorías; no supo descubrir la verdadera causa que produce ó impide el desarrollo de la electricidad en la evaporacion del agua, y finalmente sus hipótesis no fueron sancionadas por los hechos.

Entretanto Luis Galvani advirtió en Bolonia [1737-1795] que se verificaba un movimiento muscular en las ranas muertas que se encontraban bajo la accion de un conductor eléctrico en el acto de descargarse; pero siendo anatómico y no físico, creyó firmemente que existía una electricidad animal, diferente de la humana [5]. El mundo abrazó esta

[1] Haller, célebre poeta, médico, botánico, anatómico y fisiólogo, nos ha dejado un ercido número de obras clásicas, las cuales suelen dividirse en mayores y menores. En estas últimas, el autor hizo investigaciones enteramente nuevas para su época acerca de la respiracion y de la irritabilidad á que alude nuestro autor.

[Nota del traductor].

(2) El *electróforo* es un instrumento de física, que sirve para trasportar y retener libre el fluido eléctrico por un largo espacio de tiempo.

[Nota del traductor].

(3) El *condensador* es una máquina que sirve para condensar y restringir en un espacio dado cierta cantidad de aire ó de fluido eléctrico.

[Nota del traductor].

(4) El *electrómetro* es una máquina de física, que sirve para determinar aproximadamente la cantidad del fluido eléctrico que transmiten los cuerpos eléctricos ó electrizados. [N. del traductor]

(5) Los experimentos que ha hecho en Berlin Dubois Reymond renuevan ahora bajo otra forma la electricidad animal y la eficacia de la voluntad sobre ella.

opinion, y los materialistas esperaron haber encontrado el agente físico por cuyo medio los cuerpos exteriores obran sobre los órganos del cerebro, y descubiertos los arcanos de las sensaciones. Los filósofos empezaron entonces á crear sistemas para explicar el hecho en cuestion. Pero Volta, renovando los experimentos, sospechó que las partes animales eran pasivas, y que los metales obraban en ellos como un estímulo exterior. Variando, pues, los métodos de observacion, y removiendo los músculos y los nervios, que reemplazó con fieltros separados por la interposicion de discos de cobre y zinc, obtuvo los fenómenos eléctricos. La multiplicacion de estos discos metálicos, dió origen á la célebre pila [1] de que hemos hecho mencion mas arriba, y que es el instrumento mas poderoso de analisis químico. Volta, aunque vivió casi treinta años despues de su gran descubrimiento, no lo aplicó ni lo enriqueció con nuevas adiciones; pero Ritter, Carlisle y Davy usaban de la pila para descomponer el agua; así que podemos decir, que la nueva química habia recibido su corona.

La electricidad fué la ciencia que mas rápidamente progresó; y las ideas imperfectas de Franklin, Volta y Saussure sobre la atmósfera, fueron completadas por hombres científicos mas inteligentes y atrevidos, como Lecoq, que se atrevió á trasladarse al seno de una nube de granizo, observando en ella de qué modo se verificaba la congelacion, y como Pelthier, que demostró con observaciones perspicacísimas, que las nubes son simples conductores aislados en la atmósfera, y que la electricidad, lejos de estar reconcentrada en su superficie, se encuentra esparcida en todas sus partículas. Marianini, siguiendo las huellas de Volta, sostuvo el origen físico-mecánico de la electricidad, oponiéndose á los que creian no ver en ella mas que una accion química. Matteucci estudió el paso de las corrientes á través de los líquidos, y Zamboni con las pilas en seco [2] se aproximó al problema del movimiento perpétuo. Sin embargo, es de notar que la parte de las ciencias físicas que se refiere á la electricidad, tomó formas gigantescas cuando se acogieron á su pendon los fenómenos del magnetismo.

La asombrosa accion directora que ejerce el globo en la aguja imantada, fué objeto de profundo estudio en lo que tiene de mas singular; á saber, sus declinaciones é inclinaciones. Graham, Barlow y Christie examinaron su variacion diaria, atribuyéndola á la accion del sol. La teoría de Halley, que asemejaba

(1) La *pila* de Volta es una máquina ó instrumento que demuestra por via de experimentos cómo se produce la electricidad, poniendo en contacto dos sustancias heterogéneas.

[Nota del traductor].

(2) Se da el nombre de *pilas en seco* á una máquina que da á conocer las causas productivas del movimiento mediante la electricidad.

[Nota del traductor].

el globo á un gran iman con cuatro polos, dos al Septentrion y dos al Mediodia, fué adoptada por Hanstein Cristiania, el cual la modificó, diciendo que uno de los polos Norte y otro del Sur son mas débiles que los demas, y que uno de los primeros gira en derredor del polo de la tierra en el trascurso de 1740 años, y el otro en el de 860, de lo que se deriva la declinacion variante del iman.

¡Hay tal vez afinidad entre la tension magnética del globo y la eléctrica de la tierra! Para averiguarlo se quiso observar si una pila cargada de electricidad tendia á ponerse en el meridiano magnético; pero la experiencia no podia cumplirse sino dejándola descargarse libremente. Sin embargo, el dinamarqués Oersted, obstinándose en el referido experimento, aseguró finalmente [1819], que la corriente eléctrica ejerce influencia sobre el iman. Arago y Davy observaron contemporáneamente que el hilo conductor en actividad atrae la limadura del hierro, la cual cae tan luego como se interrumpe el círculo (1). Faraday notó que los efectos de la aguja magnética eran modificados de su posicion respecto del hilo conductor, y que las atracciones y repulsiones se producian en el mismo lado del hilo metálico, segun que éste se encontraba mas ó menos próximo al tornillo de la aguja; por lo que sostuvo que el centro de la accion magnética no reside en la estremidad de la aguja sino del eje. La capacidad de conservar las propiedades magnéticas que se creia especial solo del hierro, se encontró tambien en el níquel (2), en el cobalto y en el titanio (3). Coulomb y Arago demostraron mas adelante que cualquiera sustancia puede dar signos de virtud magnética aunque en grados diferentes, siempre que obre como conductor; y finalmente, segun las observaciones de Oersted resulta que podemos comunicar con las corrientes de induccion (4) á un haz de hilos metálicos todas las propiedades de un iman. La conclusion de todas estas observaciones fué, que los principios eléctrico y magnético no se diferencian entre sí, de suerte que los dos se reducen á un princi-

[1] En este pasaje, nuestro autor, que algunas veces raya en la oscuridad por demasiada concision, hace referencia con la palabra *círculo* al meridiano magnético, que ha indicado antes; así que á las palabras "como se interrumpe el círculo" es menester añadir *del meridiano magnético*.

[Nota del traductor].

[2] Se da el nombre de *níquel* ó *nikil* al óxido de zinc; pero notaremos con esta oportunidad que hay varias especies de *níquel*.

[Nota del traductor].

[3] El *titanio* es un metal que descubrió Greiner en el año de 1781. Su color es amarillo y se encuentra en el estado de óxido. El *titanio* sirve para dar colorido á los esmaltes y á la porcelana.

[Nota del traductor].

[4] De induccion ó conduccion.

pio único, y que los polos magnéticos de la tierra son efectos de corrientes eléctricas, así que los fenómenos de polaridad y de atraccion y repulsion magnética se resolvieron en el siguiente hecho general: "que dos corrientes eléctricas movidas en una misma direccion se rechazan, al paso que se atraen en el caso contrario."

La ciencia del electro-magnetismo, que reduce á principio único los de la electricidad, del galvanismo y del magnetismo, fué ampliada por Davy, Faraday, Ampere, Arago, Christie y Barlow, que habian sujetado á leyes el principio magnético. Secbeck y Cumming hermanaron mas adelante otro fluido imponderable [1] con los muchos hechos de la termo-electricidad y del termo-magnetismo (2). Poco despues Faraday proclamó la accion de la electricidad sobre la luz (1846). Hé aquí cómo quedó demostrada por los experimentos aquella identidad de los cuatro imponderables, que antes se habia adivinado; los cuales se reducirán finalmente á una fuerza única y á una sola actividad de la materia.

Arago, Babbage, Herschell y Barlow observaron que discos de cobre ó de otras sustancias, rodando rápidamente bajo una aguja imantada, la desvian y finalmente la arrastran detras de sí. Habiéndose fundado experimentadores muy diligentes en semejante hecho, determinaron la diversa capacidad magnética de los cuerpos, lo que dió origen á la formacion de la electro-dinámica (3), sobre cuya materia Ampere estableció una admirable teoría.

Ahora se han establecido observatorios por do quiera, con objeto de determinar concordemente las perturbaciones magnéticas, su simultaneidad y tambien la frecuencia de las procelas magnéticas, á fin de llegar por este medio á conocer la causa de estos fenómenos, los cuales son un nuevo elemento para la meteorología. Antimori en el primer congreso científico italiano Pisa (1840), puso de manifiesto la imperfeccion de las observaciones meteorológicas con motivo de la no conformidad de los instrumentos, de los métodos que se practican en las mismas observacio-

(1) Los físicos llaman *imponderables* todas las sustancias que no producen efectos visibles en la mas pequeña y delicada balanza.

[Nota del traductor].

(2) *Termo-electricidad* y *termo-magnetismo*, son dos palabras que sirven para indicar los fenómenos eléctricos y magnéticos relativos al fluido sutilísimo llamado calórico.

[Nota del traductor].

(3) La palabra *electro-dinámica*, como pueden notar nuestros lectores, se compone de las dos palabras *electro* y *dinámica*. La primera indica la electricidad y la segunda la ciencia de las fuerzas que ponen en movimiento los cuerpos; de suerte que la *electro-dinámica* es aquella parte de las ciencias físicas que trata del movimiento de los cuerpos mediante el fluido eléctrico.

[Nota del traductor].

nes y del lenguaje que se usa; podemos decir, pues, que la ciencia meteorológica, aunque de una suprema importancia, es la que menos ha progresado, y que todavía no se encuentra con bastante capacidad para explicar las razones de los fenómenos aéreos ni para preverlos. Los experimentos de Schüller y Arago han reducido á sus justos límites el influjo de la luna sobre las lluvias y el barómetro; y á pesar de que sus datos parecen vagos, combinándose tal vez mas adelante los fenómenos meteorológicos con la química y la física, podría llegarse á preveer todos los meteoros, así como hoy se preveen las marcas y las estrellas vagas.

Así es, pues, que la electricidad que era, hace poco, una ciencia aislada, ahora se combina con todas, y casi las predomina. Aun cuando se quiera rechazar la teoría electroquímica de Berzelio, no puede negarse que la química debe mucho á la electricidad, la cual se presenta siempre como causa ó efecto en todos los accidentes de aquella. La electricidad además ha revelado á la química muchos cuerpos simples y las fuerzas que rigen sus fenómenos y sus afinidades. Cuando el estudio de la electricidad, hace ya un siglo, dejó de estar en mantillas, mediante el descubrimiento de la botella de Leyden, ¿quién podía haber previsto que la meteorología procuraría investigar la causa de los grandes fenómenos de la atmósfera, mediante este imponderable? ¿Quién podía haber previsto que se trataría por su medio, con instrumentos esquisitos, de poner de manifiesto leyes de suprema importancia acerca del calórico? ¿Quién podía haber previsto que se acudiría á la electricidad para conseguir la revelación de la íntima constitución de los cuerpos en la física molecular? ¿Quién podía haber previsto, que se aclararían por su medio las teorías de la química mas satisfactorias y los medios mas poderosos del análisis? ¿Quién podía haber previsto que se investigaría por su medio en la mineralogía y en la geología el origen de los cristales y de las rocas; en la fisiología el íntimo conocimiento de las fuerzas que rigen la materia orgánica, y el secreto de obrar sobre esta casi como sobre la vida; en la medicina un remedio para enfermedades incurables; en la metalurgia nuevos procedimientos, y en la mecánica una fuerza independiente del tiempo y del espacio? En el estudio del calórico suministró el instrumento mas delicado para descubrir en los rayos calorosos propiedades análogas á las de los rayos luminosos, y una heterogeneidad, la cual reconcentrada en éstos últimos por el sentido de la vista, se escapa al tacto en la sensación que experimenta de los rayos calorosos. Habíanse encontrado en las descargas eléctricas otras fuentes de la luz, por lo que se habia previsto la existencia de un medio mejor para conocer el sol, fuente natural de aquella. La fosforescencia, merced á los trabajos de Bequerel, se unificó con la luz eléctrica. El da-

guerreotipo hizo fijar la atención sobre los efectos químicos de la luz y la influencia de la trasmisión de ésta á través de objetos de naturaleza diversa; y el galvanómetro la descubrió minuciosamente.

Bequerel obtuvo, mediante la acción prolongada de pequeñísimas fuerzas eléctricas, cristales que antes eran tan solo un producto de la naturaleza; pero es de notar que el carbonio únicamente, cuya cristalización lo convertiría en diamante, no pudo ser transformado. La idea que relampagueó en la mente de Davy de explicar la disposición de las capas del globo mediante la electricidad, muchos la combatieron. Pero á pesar de esto, ofrece la explicación de un crecido número de fenómenos, especialmente de los producidos por el magnetismo terrestre; y cuando no sea otra cosa, es cierto que nos aclara los fenómenos de los productos accidentales que se encuentran en medio de las rocas ígneas y en los sedimentos neptúnicos ó marinos.

Se ha pretendido en vano atribuir los fenómenos fisiológicos á la electricidad; y Matteucci sostuvo que tan solo existen relaciones indirectas entre los fenómenos electrofisiológicos y las funciones de los nervios, considerándolo todo mas bien como una consecuencia de acciones químicas y de la elevación de la temperatura.

La idea de la emisión en que se apoyó la física de Newton, ha sido ahora reemplazada por la de la vibración, creyéndose comúnmente que está difundida en todo el universo una materia infinitamente sutil y elástica, en la que vagan los átomos de la porción de materia ponderable. Estos, agrupándose bajo formas ya sólidas, ya líquidas ó aéreas, constituyen los cuerpos, atrayéndose mutuamente y determinando ondulaciones mas ó menos intensas y rápidas en la sustancia etérea. Son su efecto todos los fenómenos de la radiación luminosa, calorífica y química; así como los de la dilatación, de la conducción y del calor latente ó específico; y finalmente, todos aquellos fenómenos que se enlazan con las acciones eléctricas, químicas ó moleculares.

La ciencia del imponderable mas bello y asombroso (la luz), hace ya bastante tiempo que ha progresado, adelantándose á los demas ramos de las ciencias físicas, por la sencilla razón de que es la mas independiente. La duda espuesta por Descartes, Euler y Huygens de que la luz no llegaba al despidirse de un cuerpo luminoso como un dardo á nuestro ojo, sino que se verificaba por la vibración de un fluido universal, como sucede en los sonidos, fué demostrada por Young. Entonces se estableció una escala de colores semejante á la de los sonidos, formada por la mayor ó menor agitación de las moléculas resplandecientes, cuyo vivo movimiento produce el color violeta, al paso que el lento da el rojo.

En algunos cristales los rayos luminosos se refranjan tan solo una vez como en el dia-

mate, y en otras dos veces, como en el cristal de Islandia. Pero si se colocan dos cristales de Islandia uno encima de otro, los rayos no se refranjan cuatro veces en el segundo. Sin embargo, es de notar, que si la sección principal del segundo, lejos de dirigirse de Norte á Sur, se dirige de Este á Oeste, entonces el efecto varía. Apoyándose Malus en esta observación afirmó que un rayo solar tiene un polo Norte-Sur y otro Este-Oeste.

Los rayos pueden extinguirse mutuamente cuando se encuentran en ciertas condiciones; así es, pues, que dos rayos iguales en color y refrangibilidad, cayendo sobre un cuerpo blanco, en vez de aumentar el efecto de la luz, la oscurecen (interferencia). Esto que es inesplicable, por cualquiera hipótesis que quiera apoyarse en las partículas materiales, se aclara por la teoría de las ondulaciones. Algunas veces los rayos á que aludimos no se anulan completamente, pero pelean entre sí, produciendo un sinnúmero de graduaciones ó matices, como sucede en las bolas que nacen de la espuma del jabón, y en la atmósfera al romper la aurora. Arago y Fresnel llegaron á obtener estos descubrimientos tan prodigiosos, mediante la fuerza de generalización y el atrevimiento de su imaginación. Fresnel, prematuramente arrebatado al mundo científico, hizo investigaciones, sobre la cantidad de luz refleja. Hamilton, que aplicó un sistema suyo á la teoría de las ondulaciones, llegó á vaticinar la forma completamente nueva que tomaría un rayo de luz en circunstancias dadas. Arago, encontrando que el rayo reflejado no es nunca tan blanco como el incidente, y que da uno ú otro color, según la forma del ángulo que representa el espejo, sugirió por este medio la manera de componer la luz por reflexión. Reconoció además la propiedad singular de la tormalina [1], que separa en dos partes un rayo luminoso cualquiera; pero es de observar, que si éste emana de un cuerpo opaco, la luz es idéntica en las dos partes del rayo dividido, al paso que refleja dos colores diferentes si el rayo en cuestión emana de un cuerpo gaseoso. Esté experimento, aplicado á los cuerpos celestes, ha hecho sostener á Arago, que los cometas no tienen una luz propia, y que el sol es un acumulamiento de gas, conglomerado en el espacio. Si llegan á ser confirmados hechos semejantes la ciencia cambiará de aspecto.

El calórico que se propaga tambien por vibraciones como la luz, tiene sus polos y la interferencia. Secbeck consiguió, en el año de 1823, probar que la simple aplicación de ca-

[1] La tormalina es una especie de piedra dura y preciosa. Muchas tormalinas son negras y relucientes; pero se encuentran algunas otras de varios colores, las cuales, aunque son transparentes, si se miran en dirección perpendicular al eje del prisma parecen opacas.

[Nota del traductor].

HISTORIA—131.

lor en algunos puntos de un círculo metálico, posee la fuerza de desarrollar una corriente eléctrica. Becquerel, generalizando este teorema, llegó hasta asegurar que la propagación del calor va siempre acompañada del desarrollo de la electricidad. Leopoldo Nobili aprovechó este descubrimiento, aplicándolo al estudio aislado del calor, é inventó la pila termo-eléctrica [1], sensible á las diferencias imperceptibles del calórico mas que todos los termoscopios (2). Macedonio Melloni que la perfeccionó, descubrió en el calórico rayos de naturaleza diferente; que algunos cuerpos transmiten rayos de calórico que otros interceptan y viceversa, y que mientras que el calor ordinario se propaga lentamente por caminos diversos, hay uno radiante, el cual no se comunica por contacto sino siempre en línea recta é instantáneamente como la luz. Si encuentra un vidrio negro, lo traspasa como la luz misma cuando cae sobre un cristal claro; no traspasa algunos cristales verdes cubiertos con una capa de agua; está y el alcohol le dejan libre el paso, pero descomponiéndolo como lo verifican los vidros prismáticos con la luz; reverbera en las láminas metálicas tersas; el negro de hollín lo absorbe, y el papel y la nieve reflejan algunos de sus elementos y absorben otros.

Con el auxilio de los instrumentos melicionados, Becquerel determinó la manera como el calor se divide entre dos cuerpos que se frotan mutuamente: Fourier sujetando algunos fenómenos del calórico á cálculo, lo que hasta entonces se habia creído imposible, computó el tiempo que se habia necesitado para que el globo pasase de su estado candente á la solidez actual, conservando todavía el fuego en su centro, y también el grado de temperatura que resulta del radiamiento de todos los cuerpos del universo; y aseguró que el espacio dentro del cual la tierra circuye al sol, está cuarenta grados bajo cero (3), cuya estabilidad explica por qué la variedad de calor entre el día y la noche y entre el verano y el estío no es mayor ni mas

[1] La pila termo-eléctrica es una máquina que sirve para observar los fenómenos termo-eléctricos, cuya explicación hemos dado en una de las notas anteriores al hablar del termo-magnetismo y termo-electricidad.

[Nota del traductor].

[2] La palabra termoscopio, que es un instrumento de física, suele confundirse con el termómetro; pero es de notar que entre éstos dos instrumentos, media alguna diferencia. El primero indica tan solo los grados de calor y frio, al paso que el segundo indica tambien sus variaciones.

[Nota del traductor].

[3] Nuestros lectores no ignoran por cierto que la tierra, tanto en la revolución que verifica sobre su propio eje como en la que ejecuta en rededor del sol, está siempre envuelta en su propia atmósfera, de suerte que se pueden calcular los grados de frio y calor.

[Nota del traductor].

instantánea. Con esto creyó haber establecido con certeza, que el fuego central ya no eleva mas la temperatura de la superficie; determinó el calor de los polos, sosteniendo que no es muy diferente del de los espacios planetarios, y de la superficie de los grandes planetas puestos en la estremidad de nuestro sistema solar; y destruyó la suposición de Buffon, que habiendo sostenido que los grandes planetas estaban todavía caudentes, afirmaba que quedarían aún en el mismo estado por millares de años. Con el termómetro de contacto (1) determinó el grado de trasmisibilidad del calor con respecto á varios cuerpos; y finalmente, aplicó su doctrina á muchos usos prácticos. Otros estudiaron la forma combinada del calórico ó esta misma forma desarrollada en los cuerpos, y su condición radiante. Si las teorías del calor latente llegan á ser mejor conocidas, podrán producir inmensas economías en las máquinas de vapor. Las del calor específico fueron estendidas, despues de los trabajos de Lavoisier y Laplace, por los de Grawford; y mas adelante por los de Delaroche y Berard, Dulong, Petit y Avogadro, á cuyas doctrinas debemos la solidez de esta gran ley, que los átomos de todos los elementos químicos poseen la estensísima capacidad del calor.

La física molecular habia entresacado ya procesos analíticos importantes, tanto de los fenómenos del calor [dilatación y calor específico] como de los de la luz [doble refracción y polarización]; pero progresó aun mas realmente con las teorías de la acústica, cuando Savart se sirvió de la percepción de los sonidos que acompañan los movimientos vibratorios. Su unión con la electricidad, puesta de manifiesto por los fenómenos de la conducción eléctrica y del transporte mecánico de las partículas, efectuado por las descargas y las corrientes robustas, fué confirmada por las vibraciones, que determina en los cuerpos sólidos el paso de las corrientes eléctricas interrumpidas.

ASTRONOMÍA.

La astronomía, única ciencia en la que los antiguos hicieron progresos reales y verdaderos, hasta elevarse á grandes y generales concepciones, en la época moderna tomó formas gigantescas con el auxilio de las matemáticas y de los instrumentos. En efecto, se ha dicho repetidas veces, que aun cuando pereciera la memoria de todas las observaciones anteriores, bastarían las del observatorio de Greenwich y del solo Maskelyne para reconstruir

(1) Suele darse el nombre de *termómetro de contacto* á los termómetros ordinarios que poniéndose en contacto con los cuerpos exteriores indican los grados de calor. Esta distinción no es ociosa porque hay varias especies de *termómetros*, como el *termómetro diferencial*, el de *cuadrante* y algunos otros.

[Nota del traductor].

completamente la ciencia. Los observatorios de Edimburgo, Oxford, Dublin, Armagh, rivalizan con el de Inglaterra. En el cabo de Buena-Esperanza, en Sidney, Madrás, Santa Elena y el cabo Comorin, se han erigido tambien observatorios que nos han dado á conocer el hemisferio austral. Paris suele colocar en el suyo personajes que hermanan la observación diligente con el vigor del análisis y de las concepciones. Los de Bruselas y de Ginebra medran como los mejores que se han establecido. El reino de las Dos Sicilias posee, además del observatorio de Palermo, ilustrado por Piazzí y Cacciatori, uno en Nápoles, insigne por sus descubrimientos, y otros en las eminencias del Vesubio. Los de Turin, Parma, Milan, Florencia, Pádua, Viena, Altona, Múnich, Gotinga y Hamburgo, merecen, por cierto, ser mencionados con elogio. Los prusianos, y aun mas los rusos, poseen las máquinas y los instrumentos mas delicados y esquisitos. La Sociedad real astronómica fundada en Londres en el año de 1820, distribuye medallas y publica una riquísima colección.

Para conocer con exactitud la paralaje (1), esto es, la diferencia que se experimenta en el observar los cuerpos celestes desde el centro de la tierra ó desde su superficie, aprovechan en gran manera las observaciones simultáneas que se ejecutan en las estremidades de un grandísimo arco terrestre. Considerando, pues, Halley lo que acabamos de esponer, propuso que se observaría desde puntos remotísimos el pasaje de Venus, en los años de 1761 y 69. Se enviaron con este motivo astrónomos hácia las regiones ecuatoriales y polares. Es cierto que las observaciones de aquel fenómeno, que habia sido sin duda uno de los mas esperados y meditados, no tuvieron por varias combinaciones, la precisión requerida; pero produjeron la ventaja de haber determinado la distancia media del sol en 82.695,535 millas italianas (ó sean miriámetros 15.313,980,9710). Lacaille fué enviado al cabo de Buena-Esperanza para observar la paralaje de la luna, mientras que Lalande practicaba lo mismo en Berlin. Por este medio se obtuvo su precisa distancia de la tierra. Lacaille, la Condamine y otros que peregrinaban en el siglo pasado por amor á la ciencia, midieron el meridiano y determinaron con certeza la figura de nuestro globo. Diremos tambien que los gobiernos quisieron por su conveniencia que se estendiesen las redes trigonométricas (2) y que mediante su

(1) La palabra *paralaje* espresa en la astronomía la distancia que media entre un astro y la tierra, ó para esplicarnos mas exactamente, el ángulo, bajo el cual se vería desde el centro del astro dado el diámetro de nuestro globo. La geometría enseña el modo cómo puede verificarse esta observación, que á primera vista parece imposible.

[Nota del traductor].

(2) Hemos indicado en una de nuestras notas

auxilio se midiesen arcos de meridiano en diversas latitudes. Maskelyne y Zach determinaron la atracción que ejercen las grandes montañas; Cavendish la densidad media de la tierra; Mairan esplicó las auroras boreales (1754), y Lacaille dió nombre á las estrellas del hemisferio austral.

Cuando Bradley encontró la aberración de las estrellas y la nutación (1) de la tierra, pareció ya imposible verificar otros descubrimientos que hiciesen cambiar de aspecto la ciencia, la cual desde entonces se limitó á determinar con precisión su realidad. Habiéndose estendido la ley de la gravitación newtoniana á toda la materia, y puesto de manifiesto que los planetas atraídos por el sol se atraen tambien mutuamente, los astrónomos conocieron que las curvas de Kepler no habrían podido nunca representar con precisión los movimientos celestes que la astronomía mitológica habia concebido regularísimos en marcha, mientras que tanta complicación de fuerzas los perturbaba perpetuamente.

Halley, que aplicó las fórmulas newtonianas á computar las perturbaciones de 24 de los cometas mas notables, demostrando que sus movimientos se verificaban por curvas cerradas, y volvian á aparecer periódicamente, observó tambien que en estos movimientos habia una variación que llegaba hasta dos años sobre 76. Clairaut fundó el cálculo muy difícil de estas perturbaciones, y designó el tiempo y el lugar en que aparecería el cometa del año de 1785, despues de haber sufrido todos los retardos que le ocasionaría la atracción de los varios planetas. Su vaticinio maravilloso, que se realizó tan solo con la diferencia de doce dias, abrió una nueva era á la astronomía (2).

Si un astro, supongamos la luna, gravitase únicamente hácia el centro de la tierra, describiría un elipsis; pero si el sol ejerce tambien en aquel su atracción, aumentará ó disminuirá las dimensiones de la primera órbita, lo que dará lugar á una complicación que parecerá á primera vista desórden. He aquí có-

anteriores que la trigonometría sirve para medir las tierras mediante la intersección de los triángulos, nos contentaremos, pues, con añadir que las palabras *redes trigonométricas* significan *larga serie de triángulos*.

[Nota del traductor].

(1) Se da el nombre de *nutación* en la astronomía el movimiento del eje de la tierra que se inclina, ya mas ya menos, sobre el plano de la eclíptica. *Nutación* se deriva de la palabra latina *nutus*, que significa movimiento.

[Nota del traductor].

(2) Habiendo anunciado Lalande en el año de 1773 que un cometa se acercaría á la tierra, se esparció el terror por do quiera. Esto dió margen á que se calcularan los efectos que produciría un cometa acercándose 12 ó 13,000 leguas á la tierra, y se pretendió que produciría un flujo tan violento, que las aguas de los abismos marítimos cubrirían las montañas.

mo se planteó el problema de los *tres cuerpos* (1) que Newton no habia ni siquiera intentado analíticamente. Clairaut, que fué el primero que lo resolvió, abrazó todos los movimientos subordinados de la luna, confirmando mas y mas la simple ley de gravedad, y desenvolviendo el principio de las perturbaciones. Eulero, tan luego como tuvo noticia de aquella nueva teoría, se aplicó á repetir las mismas investigaciones, adoptando un método diferente; el cual le dió, sin embargo, los mismos resultados. Esto sucedió tambien á D'Alembert, Mayer y Simpson. El primero de estos tres últimos personajes demostró las ideas de Newton, relativas á la precedencia (2) de los equinoccios, y redujo al principio de la atracción, tanto la perturbación, que Bradley habia descubierto en la precedencia mencionada, como la oscilación del eje de la tierra en el período de 18 años, que componen precisamente el tiempo que la intersección de la órbita de la luna y de la eclíptica necesitan para recorrer la entera circunferencia.

Así es, pues, que el campo que Newton habia abierto fué conquistado hasta en sus partes menos accesibles por los individuos indicados, por Lagrange, Laplace y otros; los cuales completaron, segun la estension y generalización de los procedimientos del cálculo analítico, la teoría de la atracción, examinando las mareas, las desigualdades lunares, el movimiento de los cometas y la verdadera figura de la tierra. Fué entonces cuando la ley de la atracción quedó triunfalmente demostrada.

La complicación de los movimientos celestes y de las fuerzas que los determinan, habia parecido á Newton y á Eulero un hecho de gran trascendencia, por lo que habian desde un principio concebido la necesidad de que una mano omnipotente se presentara á fin de remediar paulatinamente sus perturbaciones. Laplace en esta ocasion emprendió la tarea de demostrar el órden inalterable de los movimientos de los cuerpos celestes, dando á conocer que en la descomposición aparente (1749-1827) de los elementos planetarios, uno permanece siempre constante, á saber, el gran eje de cada una de las órbitas, y por consiguiente, el tiempo de la revolución de cada planeta; así que el peso universal basta para mentener el sistema solar. Esta invariabilidad de los movimientos medios fué demostrada por Laplace en su *Mecánica celeste* (1773); y en el de 1784 demostró que la estabilidad de los otros movimientos del sistema era una consecuencia de la pequeña masa de los planetas, de la débil elipticidad de

(1) El sol, la luna y la tierra.

(2) La palabra precedencia aplicada a los equinoccios indica aquel movimiento insensible, mediante el cual los equinoccios cambian de lugar continuamente y se trasportan de Oriente á Occidente.

[Nota del traductor].