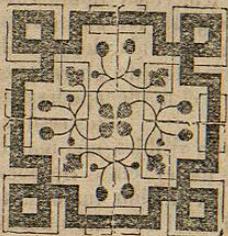


En 1671, la séptima, es decir, la mas retirada que presenta grandes variaciones en la intensidad de su luz: en 1672 la quinta; la cuarta y la tercera en 1684, con unos objetivos de Campani que no tenían menos de ciento à ciento treinta y un piés de foco. Wiliam Herschel encontró mas de un siglo despues, con la ayuda de su gigantesco telescopio las dos mas interiores, es decir, la primera y la segunda (1788 y 1789). Entre los satélites de Saturno, el último que acabamos de nombrar, presenta el fenómeno notable de que describe su revolucion alrededor del planeta principal en menos de un dia.

Poco tiempo despues de que Huyghens hubo descubierto uno de los satélites de Saturno. Childrey observó del año 1658 al de 1661, la luz zodiacal; pero Domingo Cassini fué el primero que determinó su lugar y estension. Cassini no creía que esta luz hizo parte de la atmósfera solar, como lo han pensado despues Schubert, Laplace y Poisson, la miraba como un

anillo nebuloso, dando vueltas aisladamente alrededor del sol. Despues del descubrimiento de los planetas secundarios y del anillo dividido concéntricamente que rodea á Saturno sin tocarlo, las conjeturas sobre la existencia probable del anillo nebuloso del zodiaco, merecen contarse entre las causas que han contribuido mas á aumentar las miras sobre el sistema planetario, tan simple en la apariencia hasta entonces. En nuestros dias, las órbitas entrelazadas de los pequeños planetas entre Marte y Júpiter, los cometas interiores, cuya propiedad característica ha sido señalada la primera vez por Encke y los enjambres de las estrellas que aparecen en dias determinados (sin embargo, si se quiere considerarlas como pequeños cuerpos celestes, se mueven con una velocidad planetaria), han añadido nuevos objetos de observaciones y echado sobre estas miras cósmicas el encanto de una maravillosa diversidad.



El uso del telescopio obligó todavía á los astrónomos á observar de la manera mas detenida esta clase de fenómenos, de los que algunos no podían escapar aun al ojo desnudo. Simon Marius descubrió en 1612 la nebulosidad de Andrómedas; y Huyghens en 1655 trazó la imagen de la que se observa en la espada de Orion. Estos dos nublados podían notarse como ejemplos de una condensacion mas ó menos avanzada de la materia vaporosa y de la nebulosidad cósmica. Comparando Marius la nebulosidad de Andrómedas á la luz de una candela que se descubre á través de un cuerpo trasparente, indicó muy bien la diferencia que existe entre las nebulosidades, propiamente dichas, y los montones de estrellas mas ó menos distantes que observó Galileo, tales, como las pléyades y el ante-espón de Cáncer.

IV.

Huyghens, Galileo y Gilberto.

Las ideas sobre la naturaleza de los espacios del mundo mas allá del círculo estremo de los planetas, y las órbitas de los cometas mas retirados, sobre la distribucion de la materia de la creacion, como se ha acostumbrado llamar todo lo que es y se desenvuelve, fueron aumentados tambien considerablemente en el siglo de Kepler y Galileo. En el periodo que se estiende del año de 1572 al de 1604, durante el cual aparecieron súbitamente tres estrellas nuevas de primera magnitud entre Cassiope el Cisne y la Serpentaria, David Fabricius, pastor en Ostell en la Frisia oriental y padre del que descubrió las manchas del sol, y Juan Bayer de Augsborg, observaron en la cola de la Ballena, el primero en 1596, y el segundo en 1603, una estrella que desapareció mas tarde, y cuyas variaciones han sido reconocidas por primera vez en los años de 1638 y 1639 por Juan Phocylides Holwarda, profesor en Fancker, como lo ha demostrado M. Arago, en una memoria muy importante para la historia de los descubrimientos astronómicos.

Ese fenómeno no se producía aisladamente, sino que se descubrieron tambien, durante la segunda mitad del siglo XVII, unas estrellas sometidas á cambios periódicos entre la cabeza de Medusa, la Serpentaria y el Cisne. M. Arago ha manifestado tambien muy ingeniosamente el modo, por el que, unas observaciones precisas sobre las fases de Algol, podrían conducir

á determinar directamente la velocidad con que se mueve la luz de esta estrella.

El uso del telescopio obligó todavía á los astrónomos á observar de la manera mas detenida esta clase de fenómenos, de los que algunos no podían escapar aun al ojo desnudo. Simon Marius descubrió en 1612 la nebulosidad de Andrómedas; y Huyghens en 1655 trazó la imagen de la que se observa en la espada de Orion. Estos dos nublados podían notarse como ejemplos de una condensacion mas ó menos avanzada de la materia vaporosa y de la nebulosidad cósmica. Comparando Marius la nebulosidad de Andrómedas á la luz de una candela que se descubre á través de un cuerpo trasparente, indicó muy bien la diferencia que existe entre las nebulosidades, propiamente dichas, y los montones de estrellas mas ó menos distantes que observó Galileo, tales, como las pléyades y el ante-espón de Cáncer.

Ya al principio del siglo XVI unos navegantes españoles y portugueses habian admirado, sin el recurso del telescopio, los nublados magallánicos que dan vuelta al rededor del polo Sud, y de los cuales, el uno no es otro, como tengo dicho en otra parte, que la Mancha blanca ó el Buey del astrónomo Abdourrhaman Soufi, que vivía en Persia á mediados del siglo X. Nuncijs sidereus, aplica en particular las denominaciones de Stellæ nebulosæ y de Nebulosæ á las masas de estrellas que segun sus espre-

siones *ut aureolæ sparsim per æthera suffulgent.*

No distinguen lo que es nublado de lo que son estrellas, como la ha hecho Huyghens en la nebulosidad de Orion. Tales son los débiles principios de los grandes trabajos sobre los nublados que gloriosamente han ocupado en los dos hemisferios á los primeros astrónomos de nuestro tiempo.

Aunque el siglo XVII haya debido la mas grande parte de su gloria, primero por el engrandecimiento súbito que recibió de Galileo y Keplero el conocimiento de los espacios celestes, y mas tarde á los progresos consumados en las matemáticas puras por Newton y Leibnitz, no se desdeñaba, sin embargo, de tratar y fecundizar, por decirlo así, en una cultura saludable la mayor parte de los problemas de física que nos ocupan hoy. Para no confundir en la historia de la contemplacion del mundo el carácter que le pertenece, me limito aquí á mencionar los trabajos que han tenido sobre la idea del Cosmos, una influencia directa y general. Las teorías del calor, de la luz y del magnetismo recuerdan desde luego los nombres de Huyghens, de Galileo y de Gilbert; el primero, estudiando en un cristal de Islanda la doble refraccion, es decir, la division de los rayos luminosos, descubrió tambien en 1673 el método de polarizacion de la luz que ha recibido su nombre. Este descubrimiento que no venia aún sino sobre un fenómeno aislado, se hizo público en 1690, cinco años únicamente antes de la muerte del autor, y mas de un siglo se pasó antes que este mismo descubrimiento hubiera ocasionado los de la luz de MM. Arago, Fresnel, Brewster y Briot; en 1608 encontró Malus la polarizacion por reflexion; M. Arago en 1611 la polarizacion cromática. Desde entonces la teoría de las ondas luminosas modificadas de mil maneras y enriquecidas de propiedades ignoradas, presentó á la observacion todo un mundo de maravillas. Un rayo de luz que partiendo de las regiones mas remotas del cielo, viene á herir nuestra vista despues de un tránsito de muchos millares de leguas, anuncia por sí mismo en el polárcospo de M. Arago si es reflectado ó refractado, si emana de un cuerpo sólido, líquido ó gaseoso y cuál es el grado de su intensidad.

Siguiendo esta via que por Huyghens nos hace remontar al siglo XVII, aprendimos á conocer la constitucion del sol y de su envolvimiento, á distinguir en las colas de los cometas y en la luz zodiacal la luz reflectada y la luz propia, á determinar las propiedades ópticas de nuestra atmósfera, y los cuatro puntos neutros de polarizacion, descubiertos por M. Arago, Babinet y Brewster. Así se ha creado el hombre por sí mismo órganos que, aplicados con inteligencia y penetracion, le abren nuevos horizontes en el universo.

Al lado de la polarizacion de la luz, es preciso todavia mencionar lo mas sorprendente de todos los fenómenos que presenta la óptica, de los cuales ya en el siglo XVII Grimaldi y Hooke habian marcado algunos débiles rasgos, pero sin comprender por qué condiciones se producía. El descubrimiento de estas condiciones, la inteligencia clara de las leyes, segun las cuales, los rayos de luz no polarizada se destruyen y producen la oscuridad, cuando emanados de una misma fuente recorrieron distancias desiguales, es una conquista de los tiempos modernos, debida á la penetracion de Tomas Young. Las leyes de la interferencia aplicadas á la luz polarizada, han sido reconocidas en 1816 por Arago y Fresnel. Por consecuencia de estos descubrimientos: la teoría de ondulation que habian emitido Huyghens y Hooke, y que Ecler habia defendido, reposó, en fin, en un fundamento estable.

Si la segunda mitad del siglo XVII, descortinando el velo al secreto de la doble refraccion de la luz, tuvo tanta importancia para los proyectos de la óptica, ha prestado un brillo mas vivo á los estudios experimentales de Newton y al descubrimiento de Olaus Roemer sobre la velocidad mensurable de la luz, (1675) siglo y medio mas tarde (1783), este descubrimiento permitió á Bradley considerar dos variaciones que habia notado en las posiciones aparentes de las estrellas, como un efecto del movimiento de la tierra, combinado con la propagacion sucesiva de la luz. La obra principal de Newton, su óptica no apareció en ingles por causas particulares, sino en 1704, es decir, dos años despues de la muerte de Hooke; pero se asegura que desde los años de 1666 y 1667 ya estaba este grande hombre en posesion del mas importante de sus principios de óptica, de la teoría de la gravitacion y del cálculo diferencial (*Method of fluxions*).

Para no romper el lazo comun que liga entre sí todas las manifestaciones generales y primitivas de la materia, continuaremos la mencion suscita de los descubrimientos de Huyghens, de Grimaldi y de Newton en la óptica, por consideraciones sobre el magnetismo terrestre y el calor de la atmósfera. En efecto, estas dos partes de la ciencia han sido fundadas en el trascurso del siglo cuyo cuadro trazamos. La ingeniosa é importante obra de William Gilbert sobre las fuerzas magnéticas y eléctricas (*Philosophia Nova de Magnete*) apareció en 1600. Ya he tenido frecuentemente ocasion de hablar sobre esto; mas el autor cuya penetracion maravillaba á Galileo, hizo un número considerable de cosas que hasta hoy no sabemos. Supone que el magnetismo y la electricidad son una fuerza única inherente á toda materia; así trata de las dos á la vez.

Estos confusos presentimientos de los efectos que produce el iman sobre el acero y de la atrac-

cion que ejerce sobre pajas secas el ámbar animado, como dice Plinio, por el calor y el frotamiento, debemos decir que pertenecen á todos los tiempos y á todas las razas. Los filósofos de la escuela iónica, habian sido llevados por la analogia, aunque tambien los físicos chinos. Lo que es peculiar á Gilbert, es que mira la tierra misma como un iman y explica las curvaturas de las líneas de inclinacion igual y de igual declinacion, por la distribucion y la configuracion de los continentes, y por la forma y estension de los mares que separan esas masas sólidas.

Los cambios periódicos que afectan los tres sistemas de líneas por las cuales pueden presentarse gráficamente los efectos magnéticos, es decir, las líneas isoclimáticas, las líneas isogónicas y las líneas isodinámicas, difícilmente se concilian con una teoría que estableció una relacion rigorosa entre la distribucion de la fuerza magnética y la de las masas de tierra y agua, si no se representa la atraccion de la materia como modificada tambien por cambios igualmente periódicos en la temperatura del globo terrestre.

En la teoría de Gilbert, aplicada tambien á la ley de la gravitacion, se ha tenido cuenta únicamente de la cantidad de las partes materiales, sin considerar la heterogeneidad específica de las sustancias. Merced á esta particularidad, ha tomado su obra al mismo tiempo de Galileo y de Keplero, un carácter de magnitud que se ha hecho un acontecimiento en la historia del Cosmos. El descubrimiento desatendido del magnetismo por Mr. Arago, ha demostrado de hecho que toda materia indistintamente, es capaz de fuerza magnética, y los últimos trabajos de Mr. Faraday, sobre las sustancias diamagnéticas, han confirmado todavia este importante resultado, sometiéndolo sin embargo á ciertas condiciones, ya sea en direccion meridiana ó ecuatorial, ó bien en el estado sólido, líquido ó gaseoso de los cuerpos. Gilbert tenia una idea tan exacta de la distribucion del magnetismo en el globo de la tierra, que ya atribuía á esta influencia el estado magnético de las barras de hierro colocadas en cruz sobre las antiguas torres de las iglesias.





dro general de la naturaleza, que el brillante descubrimiento de M. Faraday, el desarrollo de la luz por la acción de las fuerzas magnéticas, ha dado á esta hipótesis, emitida en 1714, el valor de una certidumbre experimental.

Si queremos estudiar las leyes del magnetismo terrestre de una manera profunda; es decir, abrazando el vasto conjunto de las variaciones periódicas que tienen lugar en las tres clases de curvas magnéticas no basta observar la marcha diaria y regular de la brújula, ó las perturbaciones que puede sufrir en los observatorios magnéticos que desde 1828 comenzaron á cubrir una parte considerable de la superficie del globo, bajo las latitudes del Norte y del Mediodía.

Aún sería menester enviar cuatro veces en cada siglo una división de tres navios encargados de estudiar el estado del magnetismo terrestre, tanto cuanto es posible medirle en las partes del globo que están cubiertas de agua, y dejando entre las experiencias el menor espacio que se pueda.

Para determinar el ecuador magnético, es decir, la línea curva en que es nula la inclinación, sería necesario, no solo atender á la longitud geográfica de los nudos, llamados por otro nombre puntos, donde ésta corta al ecuador geográfico, sino cambiar incesantemente el curso del bajel sin abandonar nunca el ecuador magnético tal como entonces existiera. También sería necesario combinar con semejante empresa otras escursiones por tierra, y cuando no pudiera atravesar un continente en su totalidad determinar con exactitud, por qué puntos del litoral pasan las curvas magnéticas, sobre todo las líneas sin declinación.

Una atención particular se daría entonces á dos sistemas aislados, cerrados por todas partes, de forma oval y compuestos de líneas de declinación casi concéntricas, cuya existencia se ha reconocido en la Asia oriental y en el mar del Sur bajo el meridiano de las islas Marquesas, á fin de conocer bien sus variaciones y disolución progresiva. Desde la célebre expedición de Sir James Clark Ross (1839 1843) hácia las regiones antárticas cuando este viajero provisto de excelentes instrumentos derramó tanta luz sobre el hemisferio meridional hasta una corta distancia del polo, y determinó experimentalmente el polo Sud-magnético y después de los esfuerzos felices de uno de los mas grandes matemáticos del siglo, indigno amigo de Federico Gauss, para establecer en fin, una teoría general del magnetismo terrestre, podremos esperar satisfacer las innumerables necesidades de la navegación y de la ciencia, y que vendrá un día en que se ejecutará el plan que tantas veces he propuesto. ¡Ojalá que el año de 1830 sirva de punto de partida para la colección de todos los materiales necesarios á una carta magnética del mundo! ¡Ojalá que las instituciones científicas

cuya existencia es estable, se impongan una ley de recordar á los gobiernos cada veinticinco años, teniendo empeño en los progresos de la navegación, la importancia de una empresa que no puede dar felices resultados en orden al conocimiento del mundo, sino con la precisa condición de renovarse una larga serie de años!

La invención de los instrumentos propios para medir el calor, fué la primera que hizo nacer el pensamiento de estudiar por una serie de observaciones metódicas y sucesivas las modificaciones de la atmósfera. No hablo de los termómetros construidos por Galileo en 1595 y 1602, que estaban subordinados, á la vez, á los cambios de la temperatura y á la presión exterior del aire.

El diario de la academia del Cimento, que durante el corto tiempo de su influencia contribuyó con tan buen éxito á aumentar el placer de las experiencias regulares, nos enseña que en un número considerable de establecimientos, se instituyó desde el año de 1641, con la ayuda de termómetros de alcohol semejantes á los nuestros, observaciones sobre la temperatura que se renovaba cinco veces al día. Estos experimentos tenían lugar en Florencia, en el claustro *Degli Angeli* en las llanuras de la Lombardia y en las montañas que rodean á Pistoja; en fin, en el valle de Innspruke.

El gran duque Fernando II encargó de este trabajo á los monjes de varios claustros, esparcidos en sus Estados. En la misma época se determinó también la temperatura de las fuentes minerales, lo que dió origen á muchas cuestiones sobre la temperatura de la tierra.

Como todos los fenómenos de la naturaleza, todos los cambios de la materia terrestre están ligados á las variaciones del calor de la luz y de la electricidad estática ó dinámica: como, por otra parte, los fenómenos del calor obran en las dimensiones de los cuerpos, son los que están mas fácilmente sometidos á la expresión de los sentidos, resulta que los instrumentos destinados para medir el calor debían marcar, como lo tengo dicho así en otra parte, una época importante en el desarrollo de la ciencia general de la naturaleza. La aplicación del termómetro y las consecuencias racionales que pueden sacarse de sus indicaciones, han abierto horizontes no menos vastos que el dominio mismo de las fuerzas de la naturaleza, en tanto que ellas ejercen en el mar atmosférico, sobre la tierra firme y en las capas sobrepuestas del Océano, en las materias inorgánicas y en los organismos vitales de los seres organizados. Los efectos del calorico reinante fueron observados también mas de un siglo antes de los grandes trabajos de Scheele, por los miembros florentinos de la academia del Cimento. Para estos experimentos se servían de espejos esféricos, en cuyo foco estaban adaptados cuerpos calientes,

pero no inflamados, y trozos de cristal, cuyo peso podia llegar hasta quinientas libras.

Mariotte, al fin del siglo XVII, buscó las proporciones del calor reinante en su paso á través de láminas de vidrio. No podemos omitir aquellas experiencias aisladas, porque mas tarde la teoría del centelleo de calor derramado por una gran luz sobre el enfriamiento del globo, sobre la formación del rocío y sobre otros muchos fenómenos generales que modifican los climas; finalmente, porque merced á la maravillosa penetración de Melloni, ha conducido á reconocer entre la diatermanidad de la sal gema y del alumbre.

A los estudios sobre el calor del aire variable, según las estaciones, se unieron desde luego, junto con la latitud geográfica y la elevación del suelo, otros estudios sobre los cambios de la presión atmosférica, sobre los vapores contenidos en el aire y sobre la sucesión periódica ó la ley de rotación de los vientos, ya tantas veces observada.

Torricelli se vió conducido por las juiciosas observaciones de Galileo sobre la presión del

aire, á construir un barómetro, un año después de la muerte de su maestro. En cuanto al fenómeno de que el mercurio se encuentra mas bajo en el tubo de Torricelli cuando se tiene al pie de una montaña ó de una torre, que estando en su cima, fué observado por primera vez en Pisa por Claudio Beriguardi, y cinco años mas tarde en Francia, sobre la invitación de Pascal por su cuñado Perier, quien calculó al efecto en el Puy-de-Dome, ochocientos cuarenta pies mas alto que el Vesubio. Desde entonces la idea de aplicar el barómetro á la medida de las alturas se presentó por sí mismo, quizá fué despertada también en el ánimo de Pascal por la lectura de una carta de Descartes. Desde aquel punto el barómetro ha contribuido al progreso del conocimiento físico de la tierra, y de la meteorología, sea que considerándolo como un instrumento hipsométrico, se le haga servir para determinar parcialmente la configuración de la superficie terrestre, ó bien como un medio que ayuda á estudiar la influencia de las corrientes atmosféricas, y no es asunto necesario para discutirlo aquí.

