

para hacer mover, por los mismos medios, carros por los caminos ordinarios, y ya se han hecho ensayos para introducirlos en las ciudades.

EUG. — Paréceme que ya tengo bastante sobre la historia del calórico, pasemos á la luz, esta me parece que debe ser conocida desde mucho tiempo.

TEOD. — Los antiguos filósofos la estudiaron poco; solamente observaron algunos de sus fenómenos sin procurar reducirlos á teoría; á los tiempos modernos, pues, pertenecen las nociones precisas que tenemos sobre su manera de obrar, las cuales han hecho descubrir todos los instrumentos de óptica. Voy á daros como hasta aquí la historia de los varios puntos de este ramo de física.

§ VIII.

Trátase de la historia de la luz y de la electricidad.

EUG. — Mucho habrá que decir sobre el particular, si acaso no ha inventado un mismo físico todos los instrumentos de que echasteis mano para explicarme los fenómenos de la luz.

TEOD. — Empecemos por la *velocidad de la luz*; aquí tambien se nos presenta Galileo, pues fué el primero que pensó en calcularla; mas las observaciones que hizo en la superficie de la tierra, le dieron á reconocer solamente que era considerable. En 1675, Roemer, astrónomo danés, uno de los primeros fundadores de la academia de París, de-

terminó esta cantidad observando los satélites, ó lunas que giran alrededor de un astro llamado *Júpiter*. La *intensidad de la luz* ha sido tambien estudiada por muchos físicos y particularmente por Bouguer, Lambert, el conde Rumfort, etc. Pasemos á la *catóptrica*. El principio de la reflexion de la luz se remonta sin duda á la mayor antigüedad. Mas la construccion de sus instrumentos es mas reciente. En 1751, Hadley publicó la construccion de los sextantes. Malus Wollaston han construido goniómetros para medir ángulos por la reflexion de la luz; Newton dió la idea de los instrumentos de reflexion. Mayer y Borde construyeron los círculos. En cuanto á la dióptrica, Suellius parece que fué el primero en sospechar una ley en el fenómeno de la refraccion de la luz. En 1629 Descartes la publicó; despues un gran número de físicos han determinado los indicios de refraccion, y los poderes refringentes de las substancias sólidas, líquidas y gaseosas: sobre todo deben distinguirse entre ellos Newton, Wollaston, Malus, Biot, Arago, Brewster, Dulong, etc.: *Refraccion en el prisma*. Newton es el primero que ha analizado de una manera precisa los fenómenos de la refraccion de la luz en el prisma; mas este grande hombre no creía que fuese posible construir aparatos acromáticos, esto es, que no dispersen la luz, y dan de consiguiente una luz blanca en vez del espectro solar. Mas tarde Euler y sobre todo el óptico inglés Dollond han demostrado lo contrario. El estudio del espectro solar se ha renovado en Munich; Fraunhofer descubrió líneas rayas en el espectro solar, y su disposicion ha

dato á conocer diferencias notables entre las luces de las estrellas, del sol, de la electricidad y de las llamas. *Lentes*. Muchos son los geómetras que han estudiado la teoría de las lentes, sus diversas aberraciones, sus caústicas, etc., débense citar entre ellos Euler, Lagrange, Herschell; las lentes de escalones se deben á Bufon, y Fresnel las ha estudiado de nuevo, introduciéndolas en la construcción de los faros. El uso de los vidrios ustorios es conocido desde la mas remota antigüedad, Wollaston, Malus, Amici, han estudiado particularmente la reflexión total interior como fenómeno consiguiente de la ley de refracción. Las leyes de la *doble refracción* han sido establecidas por Huygens; mas tarde Malus ha determinado su teoría: debense á Biot trabajos importantes sobre este objeto. Malus descubrió los fenómenos de la *polarización de la luz*. Biot, Arago, Brewster, Fresnel, las han estudiado de una manera particular.

EUG. — ¿Y el conocimiento del color de los cuerpos data de mucho tiempo?

TEOD. — Newton descubrió los principios de la coloración de los cuerpos, y estudió los fenómenos de los anillos colorados, que se forman en las capas delgadas de los líquidos y gases. Chossat ha hecho trabajos distinguidos estudiando el ojo humano; otros muchos físicos y fisiólogos han investigado su disposición anatómica y la facultad refringente de sus humores; pero todavía no están acordes los sabios sobre el modo como se acomoda el ojo á las distancias. Wollaston ha observado la semidensación del nervio óptico.

EUG. — Habladme de los *microscopios*, ¿á quien debemos la invención de este precioso instrumento?

TEOD. — En 1500, ya se conocían los anteojos para leer, y á esta época debe referirse la invención del lente, entonces se hallaron los medios de fabricar lentes sólidos. El microscopio compuesto se atribuye á Drebbel; sin embargo disputásele esta invención. Conociáse ya este aparato en 1610, después de cuya época lo han perfeccionado un gran número de físicos. Descuellan entre estos Campani, Dellebare, Charles, Selligues, y sobre todo Amici de Modena, que ha construido pocos años hace los instrumentos mas perfectos de este género.

EUG. — Ya que me habeis satisfecho por lo que toca á los microscopios, haced otro tanto, si os viene bien, de los *telescopios*.

TEOD. — Dicen que la primera idea del anteojo de dos vidrios convexos se debe á Kepler, el cual la publicó en 1644; este padre de la astronomía, como podríamos llamarle, descubridor de muchas y grandes leyes del sistema del universo, que trazó la ruta á Newton, murióse de hambre en Ratisbona, á la edad de cuarenta y nueve años, solicitando vanamente, desde muchos años, la paga de una pensión atrasada. Parece que Jaime Metius, holandés, fué el primero que construyó el telescopio de dos vidrios, uno de los cuales era convexo y el otro cóncavo. Dícese que los niños de Zacarias Jans, fabricante de anteojos en Middelburgo, se estaban mirando el gallo de una iglesia al través de los lentes, y hallaron por una casualidad una combinación telescópica.

EUG. — Cuantos preciosos descubrimientos se deben á la casualidad ; nunca me olvidaré de las que me contasteis, cuando me hicisteis la historia de las máquinas de vapor.

TEOD. — Anunciada simplemente á Galileo esta noticia, este sagaz físico inventó desde luego un antejo con que descubrió los satélites de Júpiter, las faces de otro astro llamado Venus conocido vulgarmente por el lucero de la mañana, las manchas y rotacion del sol, etc. Entre los inventores del telescopio dióptrico se cita tambien á Juan Lapprey de Middelburgo. El aparato de esta especie de espejos cóncavos es debido á Gregory que le dió á conocer en 1665. Mersena habia ya descrito en 1659 un telescopio de reflexion, mas tarde Newton, Carsegrain, Herschell, introdujeron modificaciones particulares para esta especie de instrumentos. Por lo que toca á los *demás instrumentos ópticos*, Rochon descubrió en 1777 el micrómetro, de que se sirven los astrónomos. Por los años de 1600, Porta inventó la cámara oscura. Wollaston imaginó emplear en este aparato meniscos ó lúnulas convergentes que corrigen en parte la aberracion de la esfereicidad. M. V. Chevalier ha combinado en este instrumento la reflexion total interior de un prisma menisco de vidrio ; de esta suerte se halla suprimido el espejo del instrumento ordinario. Wollaston es el primero que ha hecho construir una cámara iluminada ó clara, la cual han perfeccionado Amici, Chevalier, etc. El microscopio solar se debe á Lieber Kuyn ; pero Charles lo perfeccionó. La linterna mágica es uno de los primeros aparatos compuestos que se hayan

construido : débese su invento al P. Kircher quien dió tambien la idea de la fantasmagoria. Brewter imaginó el instrumento llamado kaleidóscopo. Por último voy á daros la historia del daguerreótipo. Desde el descubrimiento de la cámara oscura, Porta hizo construir estos aparatos portátiles, á fin de que pudiesen servir á los pintores, y hasta á aquellos mismos que no saben dibujar. Los pintores en efecto se han servido y sirven de la cámara oscura, para los panoramas y dioramas, porque así trazan fácilmente la masa y los contornos de los objetos, y los colocan en su verdadera relacion de posicion y magnitud, esto es, les sirve para conformarse á las reglas de lo que se llama la perspectiva lineal. Mas lejos estaba de reportar este instrumento las ventajas suspiradas, y sobre todo no podia satisfacer el vivo deseo de conservar fuera de la máquina las imágenes que se pintaban en ella. En el tiempo de los alquimistas ya se logró unir la plata con el ácido hydrochlórico, y se formaba un compuesto que se ennegrecia espuesto á la luz, y tanto mas pronto cuanto mas fuertes eran sus rayos. Cubriendo una hoja de papel de una capa de este compuesto llamado *plata cornuda*, y formando sobre esta capa, con la ayuda de una lente la imagen de un objeto, las partes oscuras de la imagen, esto es, las que no hiere ninguna luz, quedan blancas y las iluminadas fuertemente quedan negras ; las medias tintas se representan por colores cenicientos mas ó menos oscuros. Si se coloca un grabado, encima de un papel cubierto con una capa de dicha plata cornuda, y se espone á los rayos del sol, las líneas negras preservan de la luz,

las partes del papel correspondientes y quedan blancas; las blancas del grabado dejan pasar la luz, y esta ennegrece las partes correspondientes de la hoja de papel que está debajo. De esto resulta que la imagen del grabado se fija en la capa de plata cornuda, sin mas diferencia que la disposicion de los claros y oscuros que estan en orden inverso.

ERG. — Grandes pasos podia hacer ya este arte con semejante descubrimiento.

TEOD. — Sin embargo es preciso venir hasta á principios del siglo décimo nono, para hallar los primeros vestigios de este arte que se llama fotográfico. Charles en efecto se sirvió, en sus cursos, de un papel untado para hacer siluetas en él por medio de la accion de la luz. Sabed, Eugenio, si lo ignorais, que las siluetas son retratos de perfil sacados por el contorno de la sombra. Charles murió sin decir el secreto de que se servia para este efecto; así es preciso pasar á Wedgood en 1802, para hallar los primeros lineamentos de la fotografía. Servíase este de pieles y papeles untados de cloruro, ó nitrato de plata; ya sabreis á su tiempo qué cuerpos son estos, basta deciros por ahora que son compuestos de chloro ó agua fuerte y plata, y con este copiaba las pinturas de los vidrios de las iglesias y grabados. Su ilustre comentador Davy llegó á copiar pequesísimos objetos con el microscopio solar, pero tan solo á poca distancia de la lente. Mas ni uno ni otro de estos últimos físicos hallaron el medio de quitar á su unto, ó sea á la como tela de sus cuadros, la propiedad de ennegrecerse al influjo de la luz; de lo cual resultaba que sus copias no podian mirarse á

una luz fuerte, porque al cabo de poco todo era negro y uniforme. En 1814, Niepce, propietario retirado en las cercanías de Chalon, puesto al rio Saone, se ocupó en hacer investigaciones sobre este objeto en 1826, supo por un fabricante de instrumentos de óptica, que M. Daguerre se estaba ocupando en el mismo objeto, y se puso en relacion con él. En 1827 Niepce presentó una memoria sobre el particular á la sociedad real de Londres acompañándola con varias muestras. En 1829 se asociaron Niepce y Daguerre para perfeccionar el proceder del primero; en efecto este le perfeccionó y luego inventó procederes enteramente nuevos. Niepce se servia del betun seco de Judea disuelto en el aceite de espliego, del cual untaba una chapa metálica bruñida; los dibujos salian poco espesados y tardaba mucho la operacion. Para ennegrecer estas imágenes y hacerlas mas salientes se sirvió Niepce del iodo. Daguerre sustituyó en la perfeccion del método de Niepce, el residuo de la distilacion del aceite de espliego al betun, el cual se disolvia en el alcohol; esta y otras modificaciones adelantaron el arte efectivamente; mas vigor, mas variedad en los tonos, mas certeza en la operacion, hé aquí lo que se logró; con todo era la operacion todavía muy lenta. En fin Daguerre cubrió la chapa metálica de una capa de iodo, y consiguió los resultados que ya sabéis. Antes de dar fin á la historia de la óptica debo deciros que el cálculo da los medios de conocer el engrandecimiento que puede suministrar un instrumento de óptica. M. Arago por medio de un cristal de roca semejante al del micrómetro de Ro-

chon, ha dado el medio de determinar este crecimiento de una manera muy exacta y sencilla. Todos los físicos, que han tratado de la teoría de los anteojos, han procurado corregir las aberraciones de esfereidad y refrangibilidad. Descartes fué el primero que observó estas imperfecciones, y calculó la forma de una superficie refringente ó refringiendo, en un solo punto; los rayos luminosos que la atraviesan es elipsoide ó hiperbólica, y por lo tanto difícil de trabajar. Hall, en 1750, fabricó el primer antejo aeromático, sin publicar los medios de que se valió; en 1758 Dollond los dió á conocer. Robours ha obtenido masas de *flint-glass*, especie de cristal de roca, de un gran volumen y homogéneas en refraccion. Aquí teneis cuanto hay que decir acerca de la luz.

EUG. — En este caso dadnos ahora la historia de la *electricidad*.

TEOD. — La electricidad ha sido conocida desde la antigüedad, como su mismo nombre lo indica, pues lo hemos heredado de los griegos. Thales, filósofo griego, parece que la dió á conocer por los años 600 antes de nuestra era, observando algunos hechos relativos á las atracciones eléctricas, mas los antiguos estudiaron esta propiedad de los cuerpos de una manera imperfecta y poco estensa. Durante el siglo XVI, Gilbert y Bayle emprendieron de nuevo el estudio de estos fenómenos; por la misma época los académicos del Cimento, hicieron muchos experimentos sobre el particular; con todo solo á principios del siglo décimo octavo formaron las doctrinas eléctricas una rama importante de la filosofía na-

tural; entonces se multiplicaron los experimentos, que se hacian nuevos en aquella época. Estevan Grey, sobre todo, debe ser señalado entre los experimentadores, el cual estableció distinciones entre los cuerpos conductores de la electricidad, y los que no lo son, y dió á conocer el fenómeno de la comunicacion por contacto, el de las influencias, aislamiento, etc. Wheeler se asoció á sus trabajos. Dufay en Francia distinguió los dos fluidos eléctricos, imaginó el péndulo electróscopo, obtuvo chispas, etc., y desde entonces se sucedieron los descubrimientos con rapidez, gracias á los trabajos de Symmer, Franklin, Lepinus, Coulomb, Volta, Poisson, Ampere, etc. Ayudado de los descubrimientos felices de Grey y Dufay, Coulomb ha establecido los verdaderos principios fundamentales de la teoría de la electricidad; mostrando por la esperiencia y el cálculo, que estos fluidos estan esparcidos en la superficie de los cuerpos electrizados; ha determinado la manera con que estan distribuidos, y establecido la ley de las atracciones y repulsiones eléctricas. ¿ Aunque el fenómeno de las *influencias eléctricas* haya sido el que se descubrió primero, no ha sido analizado bien sino por los físicos que acabamos de citar, los cuales lo han variado al infinito.

EUG. — ¿ Y quien fué el inventor del electróforo? no me acuerdo si me lo dijisteis cuando me esplícasteis este instrumento.

TEOD. — Este aparato lo imaginó Wilck Sueco; el eudiómetro es de Volta. M. Gay-Lussac lo ha construido con mucha sencillez. En Alemania se inventó el eslabon de hidrógeno, Gay-Lussac lo ha modifica-

do la forma. M. Dæbereiner descubrió, unos cuantos años hace, la propiedad que posee la esponja de platina de inflamar el hidrógeno en el contacto. Thenard y Dulong han estudiado este curioso fenómeno. La *máquina eléctrica* ó sus primeras ideas se deben á Bosc, profesor en Wittemberg; desde entonces á acá ha sido perfeccionada por una infinidad de físicos y sobre todo por Klingstierna, Nollet, Nairne, Rumidem, Van Marum, etc. Al abate Nollet debemos el *electrómetro* que encierra hilos conductores, y es el primero que se imaginó. Biennet, Cavallo, Saussure se sirvieron de otros cuerpos móviles. El electrómetro del cuadrante se debe á Hauley. Cuneus ó Muschenbroeck hicieron el inesperado descubrimiento de condensador; este escribió á Reaumur que la corona de Francia seria debil recompensa ó indemnizacion del sacrificio que haria esponiéndose de nuevo á una conmocion; este aparato se construia á la sazón dentro de un frasco, lo cual le dió el nombre de *botella de Leyden*, ciudad donde profesaba Muschenbroeck. Volta imaginó el electrómetro condensador. Veamos ahora los demas medios de escitar la electricidad. La primera esperiencia sobre la electricidad desarrollada por la presión se debe á M. Libes; Haüy y Becquerel han estudiado este fenómeno. Muchos físicos y sobre todo Haüy han hecho esperimentos sobre el desarrollo de la electricidad por el calor, en un sin número de cristales y sobre todo en la turmalina. Por lo que toca á la electricidad por contacto ya sabeis que Galvani, profesor de Bolonia, la dió á conocer en 1789, en los fenómenos de las contracciones de las

ranas, por medio de escitadores compuestos de dos metales; y que Volta estableció los principios de esta teoría. A este último se debe la *pila eléctrica*, la cual han modificado despues varios físicos, en particular Wollaston, á quien se debe la disposición que le hemos dado en nuestra conferencia. Carlisle y Nicholson obtuvieron el 20 de abril de 1800, la descomposición del agua con este aparato; Humphry Davy en 1807, obtuvo por estos mismos medios la descomposición de los alcalis, y abrió la carrera para una infinidad de descubrimientos. Por lo que toca al magnetismo ya sabeis tambien que los antiguos conocian las propiedades del iman; mas lo que toca sus propiedades polares y su dirección constante hácia los polos de la tierra, solo se conocen desde el siglo XII^o. Los modos de hacer imanes no son todos antiguos; el por simple contacto es probablemente conocido desde los tiempos mas remotos. Michell ha imaginado el tacto doble. Duhamel, Epinus, Knigth, Coulomb lo han perfeccionado. Coulomb ha hecho tambien trabajos sobre la forma y las agujas de la brújula.

EUG. — Se me figura que habeis olvidado muchas cosas en vuestra historia, Teodosio, y como presumo que no ha sido por ignorancia, quisiera saber para cuando me las guardais.

TEOD. — Para ahora mismo; pues lo que no os he dicho pertenece á la física de la tierra, y esto es lo que voy á esponeros sobre la marcha. Todos los géometras han contribuido al conocimiento de los principios relativos á la mecánica terrestre. Los astrónomos han determinado el movimiento de la tier-

ra en el espacio y sobre sí misma, y se han descubierto su forma. Cavendish ha dado á conocer la densidad media de la tierra. Richer, en 1672, mostró, relativamente á la observacion del péndulo, que la gravedad disminuye cuando uno se acerca al ecuador. Los miembros de la Academia de ciencias de París, han medido el aplanamiento de la tierra en 1744. Borda hizo varios y exactos esperimentos sobre la determinacion de la longitud del péndulo de segundos. Laplace estableció la fórmula que sirve para medir las diferencias de nivel por la observacion del barómetro. El P. Cotte ha hecho muchos esperimentos para obtener una relacion entre el *tiempo* y la altura de este instrumento. Humboldt y Ramon han observado mucho la columna barométrica, el primero en el ecuador, el segundo en Francia. Por lo tocante á los *fenómenos caloríficos de la tierra*, podemos decir tambien que casi todos los viajeros instruidos han hecho esperimentos sobre la temperatura de los diferentes puntos del globo, los capitanes Parry, Franklin y otros han hecho muchas observaciones en los polos. Humboldt ha trazado en la tierra las líneas isothérmicas, y determinado con otros sabios los límites de las nieves eternas. Desde algunos años á esta parte el doctor Wells, inglés, ha hecho conocer los esperimentos que esplican la formacion del rocío, de la escarcha, y esto de la manera mas feliz. Muchos geómetras, entre ellos M. Fourier, han procurado determinar matemáticamente el estado calorífico del globo terrestre, el cual ha recibido de un gran número de geólogos los resultados mas interesantes. Todos los físicos que

se han ocupado en los vapores han tratado de la lluvia, nubes, nieve etc. En cuanto á los fenómenos luminosos os diré que el arco iris fue explicado por primera vez por M. A. Dominis, arzobispo de Espalatro, muerto en Roma en las cárceles de la Inquisicion en 1615, Descartes calculó este fenómeno, y Newton completó su teoría. Monge es el primer sabio que haya indicado las causas de los fenómenos que os espliqué sobre la aparicion de figuras de ángeles en el aire. En 1798 habia este sabio francés observado algunos de estos fenómenos en Egipto. Ya sabeis relativamente á la electricidad que Franklin descubrió la conformidad de la electricidad de las nubes con la que se conocia en la tierra: él fué el primero que lanzó al aire una birlocha ó cometa eléctrico; Saussure y otros físicos han hecho tambien sus observaciones sobre la electricidad atmosférica. Dalibard y Romas en Francia, Canton en Inglaterra, el P. Beccaria en Italia, Richmann en Rusia, estudiaron los fenómenos de la electricidad borrascosa; ya sabeis que este fué herido del rayo en 1753 á 6 de agosto. Lord Mahon, en 1780, examinó el choque de retorno. Al citado Franklin debemos los pararrayos. Algunos físicos y en especial Gay-Lussac han estudiado y modificado su construccion. Fáltanos últimamente hablar de los *fenómenos magnéticos terrestres*. Una infinidad de viajeros han hecho observaciones sobre las variaciones de la intensidad de las fuerzas magnéticas terrestres. Halley, astrónomo inglés, parece que fue el primero que en 1700, observó las diferencias entre las acciones ejercidas por el globo sobre las agujas cebadas al iman: pero las nociones

mas exactas sobre este elemento de la teoría del magnetismo para la cual habia indicado Borda métodos de cálculo, se deben sobre todo al baron Alejandro Humboldt. Parece que en 1492 Colombo, durante su viaje del descubrimiento de la América, observó la declinacion de la aguja; mas tarde se reconoció su variacion de un lugar á otro de la tierra, y en 1662 el profesor Gunter reconoció en Londres que sufría mudanzas de uno á otro año. Cassini ha hecho una infinidad de observaciones sobre las oscilaciones diurnas de la aguja de declinaciones descubiertas por Graham en 1772. M. Humboldt ha trazado en la tierra las líneas sin declinacion. Roberto Norman descubrió la inclinacion en 1576; muchos navegantes han reconocido el ecuador magnético. Morlet le ha señalado su posicion sobre el globo. Debe citarse á Coulomb como uno de los físicos que mas han contribuido al adelanto de la teoría del magnetismo, dando á conocer la ley de las atracciones y repulsiones magnéticas, semejantes á las de las fuerzas eléctricas. Muchos físicos que han estudiado la teoría del magnetismo han determinado la manera de obrar de la tierra sobre los imanes suspensos, los trabajos de Coulomb son los mas importantes. M. Barlow ha corregido la influencia del hierro de los buques sobre las agujas empleadas en la mar. En otros muchos mas detalles podria entrar todavía, mas ya teneis bastante con lo que va dicho, y pongamos fin á nuestra conferencia que ya es hora.

EUG. — Esto es lo que me será mas difícil de retener de cuanto me habeis enseñado; pero espero que tendreis la bondad de repetírmelo.

TEOD. — Y esperais bien, pues cuando me he propuesto enseñaros no ha sido con ánimo de hacer que por una oreja os entre y por otra os salga. A fin de que tengais tiempo de digerir y rumiar cuanto habeis aprendido en las doce conferencias que ya van transcurridas haremos treguas por unos cuantos dias, y luego emprenderemos de nuevo nuestra interesante tarea, si Dios no dispone otra cosa.

EUG. — ¿De qué materia pensais tratar en la primera conferencia.

TEOD. — Trataremos de la *Astronomia*, asunto curioso é instructivo.

EUG. — Esto me hará creer que los dias de tregua serán mas largos que los que hemos pasado conferenciando. Como sea, puesto que así lo teneis dispuesto me conformo.

SILV. — Vámonos, Eugenio, que ya es tarde, y ya que pasareis unos cuantos dias sin conferenciar sobre asuntos científicos, me permitireis que vaya á cumplir con los deberes de la amistad en otra parte.

TEOD. — Ya sabeis que siempre estamos dispuestos á daros gusto.

EUG. — ¿Con que nos vamos, doctor?

SILV. — Sí, mi amigo; Teodosio, hasta otro dia.