que se toquen y ajusten ambos prismas por una de sus caras, que podremos considerar como comun para ambos. Empleando solos dos prismas no puede en rigor acromatizarse mas que dos solos rayos, y se eligen para esto los verdes y los anaranjados, porque su intensidad es mayor que la de todos los demas; si empleásemos siete prismas, como seria necesario para acromatizar los siete colores, ademas de las dificultades en la disposicion de los ángulos refringentes, la pérdida de luz seria demasiado considerable.

Las lentes son verdaderos prismas en óptica, y por lo mismo la luz se descompone al atravesarlas como debe suceder, puesto que recorre espesores diferentes; de aquí la necesidad de acromatizarlas, lo que se consigue por el mismo procedimiento que á los prismas, empleando dos lentes, una cóncava y otra convexa, construidas de las mismas sustancias que dejamos mas arriba expuestas; lo que produce siempre una lente cavo-convexa, que será convergente ó divergente segun las curvaturas que se hayan empleado.

El acromatismo de las lentes es de una importancia suma en la construccion de todos los instrumentos de óptica, pues sin esta circunstancia las imágenes aparecerian siempre rodeadas de una aureola teñida con los colores del espectro, lo que no solamente produciria mal efecto, sino que imposibilitaria todas las observaciones en que fuese necesaria una regular exactitud.

245. El *arco iris* resulta de la descomposicion de la luz que atraviesa las gotas líquidas de una nube que se resuelve en lluvia. Para que sea perceptible es necesario que el sol no tenga gran altura sobre el horizonte, y que el observador se halle de espaldas á este astro; cumplidas estas condiciones, nada mas fácil que darse cuenta de la produccion del fenómeno. Sea para esto una gota ABC (*fig.* (124). é imaginemos un rayo solar SA, el cual se refractará á la entrada de la gota siguiendo la direccion AC; en este punto C una parte se refractará saliendo de la gota y siendo perdida para el observador, y otra parte sufrirá la reflexion total y se dirigirá á B, donde verificándose lo mismo, la parte reflejada será perdida para el observador y la refractada en la direccion BO llegará á herir el órgano de la vision. Estas reflexiones y refracciones sucesivas, verificadas sobre espesores diferentes de líquido, producen la descomposicion de la luz; y si bien es cierto que en cada una de las gotas se da lugar á un espectro completo, tambien lo es que para el observador no puede haber mas rayos eficaces que un solo pincel en cada gota, de forma que él solo descubre un color en cada una, y se forma el espectro por la reunion de los filetes diversamente coloreados y procedentes de diferentes gotas.

El efecto es el mismo que notamos al través de la pedreria de una araña, en que cada uno de los vidrios tallados que la forman nos presenta un color particular, color que cambia en cada uno sin mas que variar de posicion respecto al observador. En el fenómeno del arco iris es verdad que las gotas se renuevan sin cesar; pero verificándose esta renovacion con rapidez suma, el efecto para el observador es el mismo que si se hallasen en una posicion constante y fija. El arco se nos presenta en esta forma porque es la base de un cono, cuya cúspide se encuentra en el ojo del observador, cortado por un plano secante que es el del horizonte.

Frecuentemente se ven dos arcos, de los que el segundo tiene los colores invertidos y menos brillantes, el cual proviene de gotas tales como ABCD (*fig.* 125), en que la luz eficaz es la que llega por la parte A segun la direccion SA, sufre una reflexion en B y otra en C en lo interior de la gota, y se refracta en D siguiendo la DO para dirigirse al ojo del observador. El cruzamiento de los rayos luminosos en I explica la inversion del espectro, y el mayor número de reflexiones y refracciones sucesivas la debilitacion de la luz. Vemos que el primer arco proviene de una reflexion interior, el segundo de dos, y se concibe muy bien la existencia de un tercero, un cuarto etc., procedentes de un igual número de reflexiones; pero la pérdida que necesariamente sufre la luz en todas estas modificaciones, hace que rara vez se presente el tercer arco, y nunca los siguientes. Alguna vez se observa el arco lunario, que no debe confundirse con los halos ó coronas, cuya explicacion es enteramente diferente, y para la cual hay que suponer agujas prismáticas de hielo en la atmósfera con ángulos determinados.

LECCION LXVII.

Ideas generales acerca de la doble refraccion y polarizacion de la luz.

246. Ademas de los fenómenos estudiados, la luz sufre modificaciones singulares cuando atraviesa varios cuerpos cristalizados, entre los que se distingue el *espato de Islandia*, al través de cuyos cristales romboédricos la luz se divide presentando dos imágenes de un mismo objeto. Para que esto suceda es necesario que uno de los rayos en que la luz se divide esté sujeto á leyes especiales, ó lo que es lo mismo, que el índice de refraccion sea diferente; y de aquí la denominacion de *rayo ordinario* y de *rayo estraordinario* dada á cada uno de los considerados, y la de *imágen ordinaria*, é *imágen extraordinaria* á las producidas por cada uno de aquellos.

Existe sin embargo una direccion en que la luz no se divide, y es cuando atraviesa el cristal paralelamente al eje, que es la línea que une los ángulos triedros obtusos; en todas las demas posiciones se presentan siempre dos imágenes. Si colocamos dos cristales superpuestos, se presentarán dos ó cuatro imágenes segun la posicion relativa de los ejes y de las secciones principales.

Ademas de esta propiedad, posee la luz la de *polarizarse* ó reflejarse y refractarse de preferencia bajo un ángulo dado. Si se hace llegar un rayo de luz sobre una lámina de vidrio sin azogar con una incidencia de 54° 35′ partiendo de la normal, este rayo no puede ser reflejado por otra lámina de vidrio que encuentre con la misma inclinacion, cuando el plano de incidencias sobre ésta es perpendicular al de reflexion sobre la primera; pero puede reflejarse bajo todas las demas inclinaciones, si bien lo verifica con intensidades diferentes.

La luz se polariza tambien por refraccion cuando un rayo llega á una lámina

de vidrio bajo la incidencia de 54° 35′ contando desde la normal, el cual rayo, si se recibe sobre otra lámina de vidrio bajo el mismo ángulo, se halla que la intensidad de la luz reflejada en este caso varía con la posicion del plano de incidencia relativamente al de emergencia. Esta luz polarizada por refraccion presenta una diferencia notable con la polarizada por reflexion. En la reflexion la luz reflejada por el segundo vidrio tiene una intensidad maximum ó minimum segun que el plano de reflexion en éste es paralelo ó perpendicular al plano de reflexion sobre el primero; y en la polarizacion por refraccion la luz reflejada por el segundo vidrio posee al contrario una intensidad minimum ó maximum segun que el plano de incidencia es paralelo ó perpendicular al de emergencia.

La polarizacion por refraccion es solo parcial cuando se verifica al través de un solo vidrio; pero si se le hace atravesar una pila compuesta de diferentes láminas, la parte de luz que atraviesa la segunda es la totalidad de la que se polarizó en la primera, mas la cantidad polarizada al atravesar la segunda, mas una cantidad de luz no polarizada aun; la cantidad que atraviesa la tercera es la totalidad de la luz polarizada en las dos anteriores, mas la que lo verifica en ésta, mas una porcion de luz no polarizada; esto nos dice que en las láminas sucesivas la cantida dabsoluta de luz disminuye, pero la cantidad de luz polarizada aumenta, y puede concebirse un número suficiente de láminas para que la polarizacion sea completa, en cuyo caso no habrá disminucion ninguna en la luz, cualquiera que sea la profundidad ó espesor de los intermedios que atraviese.

El ángulo de polarizacion es diferente para cada cuerpo, y el nombre que recibe este fenómeno es debido á Newton, que en su sistema de la emision suponia las moléculas de luz dotadas de dos polos ó centros de accion dotados de propiedades diferentes, y cuyos ejes, vueltos en todos sentidos en la luz natural, adquirian el paralelismo en la polarizacion,

247. No solamente son notables los fenómenos de doble refraccion y polarizacion indicados, sino el de los *anillos coloreados* que se producen al oprimir una lente plano-convexa sobre un vidrio plano tangente á la misma. Se observa mirando por reflexion una mancha negra en el punto de contacto, luego un anillo brillante, otro oscuro, á continuacion otro brillante, y así prosiguiendo. Si esto mismo lo observamos por refraccion, se ve una mancha brillante en el contacto, luego un anillo oscuro, en seguida otro brillante, y así prosiguiendo; de forma que los anillos brillantes por reflexion son oscuros por refraccion, y al contrario; y los espesores de la lámina de aire intermedia, que es donde los anillos se forman, siguen la série de los números impares 1, 3, 5, 7 etc. para los anillos brillantes vistos por reflexion; y para los oscuros la série 0, 2, 4, 6 etc. de los números pares; estas séries se hallan cambiadas para los anillos vistos por refraccion, correspondiendo la de los números impares á los oscuros y la de los pares á los brillantes.

Todos estos fenómenos, imposibles de explicar debidamente en el sistema de la emision, son por el contrario á propósito para recibir una explicacion rigorosa por el sistema de las ondulaciones. Estas vibraciones producidas en el éter á semejanza de las sonoras que hemos estudiado respecto á los cuerpos ponderables, sin embargo de poseer tambien la propiedad de cruzarse sin perturbarse, esta libertad tiene un límite para las ondulaciones que partiendo de un mismo orígen se encuentran despues de haber recorrido caminos diferentes; y se refuerzan ó se extinguen segun que las diferencias son de un número par ó impar de semi-ondulaciones, lo que explica cómo puede verificarse que luz añadida á luz produzca oscuridad.

Este estudio es sumamente vasto é importante, pero nos ceñimos á estas ligerísimas indicaciones, suficientes para completar el plan propuesto, y tambien para llamar la atencion hácia un estudio mas detenido de estas notables y bellísimas teorías.

LECCION LXVIII.

De la vision.—Descripcion del ojo humano.—Aplicacion de las lentes para los miopes y presbitas.

248. El órgano de la vision se compone de un globo ovoide colocado en una cavidad huesosa, llamada *órbita del ojo;* se halla rodeado por una membrana fibrosa, que se denomina *córnea opaca* en la parte posterior del órgano, y *córnea trasparente* en su parte anterior. La córnea opaca (*fig.* 126) es blanda, flexible y regularmente gruesa, afectando la forma de un segmento esférico, y la córnea trasparente ACB tiene tambien la forma de un segmento esférico, pero de un rádio menor. Una segunda membrana, llamada *coroides* ó *coroidea*, se halla unida á la cara interna de la córnea opaca hasta el punto de union de las dos córneas, desde donde continúa por la parte anterior del ojo sin adherirse á la córnea trasparente, y forma un diafragma AB teñido de colores diferentes, el cual se denomina *iris*, y se halla atravesado en su medio por una pequeña abertura, llamada *pupila*. Detras del iris se halla un cuerpo lenticular MN, sólido y trasparente, que ha recibido el nombre de *cristalino*, el cual se halla formado de capas diferentes superpuestas, de mayor curvatura y refringencia en el centro que en los bordes, y encerrado en una membrana particular, llamada *cápsula cristalina*, que se une á la coroides en todo su contorno. La cápsula cristalina divide el ojo en dos cavidades, de las que la anterior está llena de un licor llamado *humor acuoso*, y la posterior de otro líquido denominado *humor vítreo*. Por último, otra membrana llamada *retina* se encuentra aplicada sobre la pared interna de la coroides, cuya membrana es semi-trasparente y está formada por la expansion del nervio óptico.

En la marcha de los rayos luminosos en el ojo no hay nada que no esté conforme con las leyes explicadas en la refraccion. El haz de luz que un punto luminoso envia sobre la córnea trasparente sufre una disminucion de divergencia refractándose en el humor acuoso, una parte de esta luz refractada va á caer sobre el iris, donde se refleja irregularmente y envia al exterior el color de esta membrana; la parte que pudiéramos llamar central atraviesa la pupila, cae sobre el cristalino, se refracta y va á formar sobre la retina la imágen del punto ó cuerpo luminoso. Las imágenes se presentan invertidas y sin iris alguno, lo que prueba el acromatismo del órgano de la vision.

La estimacion del tamaño y de la distancia de los objetos es un resultado de la costumbre y de la comparacion; así es que juzgamos distantes los objetos vistos bajo un ángulo visual pequeño, de lo cual se saca partido en la perspectiva y en el dibujo en general.

El aplanamiento ó disminucion de curvatura de la parte anterior del ojo, defecto que generalmente se produce con la edad, hace que las personas que se hallan en este caso, y que se denominan *presbitas*, no perciban con distincion los objetos próximos en razon á que el foco del ojo debe hallarse mas allá de la retina; así que tienen necesidad de separarse ó alejarse de los objetos que pretenden examinar: este defecto se corrige colocando lentes convergentes delante de los ojos, las cuales producen la convergencia suficiente para que el foco se halle sobre la retina. El defecto opuesto, y que se encuentra en individuos de todas edades, es el de una demasiada curvatura, que hace que solo se distingan con exactitud los objetos próximos, pues que para los distantes el foco se halla situado antes de la retina; los que se encuentran en este caso, y á los cuales se denomina *miopes*, corrigen esta falta por medio de lentes cóncavas que separan los rayos lo suficiente para compensar la demasiada convergencia que el órgano por sí produce.

Las curvaturas que son necesarias para este uso varían para cada individuo, y aun en uno mismo con el tiempo. Con el objeto de dar mas libertad al ojo, para distinguir objetos que se hallen en una direccion oblícua respecto al eje, se ha ideado emplear lentes cavo-convexas, que sabemos pueden ser convergentes ó divergentes, segun la relacion entre las curvaturas, las cuales se han llamado *periscópicas*, y producen muy buen efecto siempre que estén bien construidas.

En alguna ocasion en el curso de estas lecciones hemos expuesto, aunque anticipadamente, que la sensacion duraba en la retina $\frac{1''}{10}$; y ahora, que ya conocemos la marcha de la luz en el ojo, podemos experimentalmente convencernos de esta verdad. Tómese un carbon encendido y hágasele girar con rapidez describiendo una circunferencia, y tendremos la ilusion de una circunferencia entera de luz, no obstante que sabemos que el carbon no puede hallarse á un mismo tiempo en todos los puntos; lo mismo sucede con los soles que se imitan en los fuegos artificiales, y todo prueba que la impresion producida en la retina dura un tiempo que la observacion ha estimado en la cantidad que dejamos expuesta.

LECCION LXIX.

Instrumentos de óptica.—Cámara oscura.—Daguerreotipo.—Cámara lucida.

249. La *cámara oscura* es un sencillo aparato de óptica, que se forma siempre que se deja un aposento á oscuras sin mas luz que la que puede entrar por una pequeña abertura practicada en la ventana; en cuyo caso las imágenes de los objetos exteriores que suponemos bien alumbrados, se pintarán invertidas en el fondo

del cuarto. Con la mira de hacer portátil este aparato, y de un uso fácil y cómodo, se compone (*fig.* 127) de una caja rectangular de madera ó carton, con un tubo en una de sus paredes laterales, en el cual lleva una lente para recoger un mayor número de rayos, los que se dirigen á un espejo plano inclinado 45°, sobre el que se reflejan y van á pintar la imágen en un vidrio sin pulimento colocado en la parte superior. En vez del espejo puede emplearse un prisma triangular de vidrio, dispuesto de modo que la luz sufra la reflexion total sobre una de sus caras; y mejor si la cara de entrada es convexa, la de reflexion plana, y cóncava la de salida, en cuyo caso se obtienen ventajas de consideracion respecto al campo que abraza el aparato.

Se puede disponer (*fig.* 128) de modo que la luz llegue á un espejo plano convenientemente inclinado, desde el que se reflejarán sobre una lente horizontal, en cuyo foco se cruzarán los rayos é irán á pintar la imágen en un papel colocado sobre una mesa, en la que por medio de un bastidor suponemos que se sostenga el aparato. El objeto de la cámara oscura es el de dibujar la vista de un edificio, de un campo etc., si bien cuando la extension es grande presenta el inconveniente de que si se pintan bien los objetos próximos, lo verificarán mal los lejanos; y al contrario, si estos se dibujan bien, se presentarán aquellos con poca exactitud, lo que proviene de que el foco de la lente es uno, y no puede pintar con igual precision objetos que se hallen á distancias diferentes.

Hace bastantes años que se pensó en sacar partido de la propiedad que posee el cloruro de plata, de alterarse y ennegrecerse por la accion de la luz, para ver si seria posible que la imágen representada sobre el papel quedase allí fija, sin tener que seguir los contornos con el lápiz ni verificar operacion alguna; los ensayos verificados con este motivo dejaron mucho que desear; pero trabajando sobre esta aplicacion diferentes físicos, se ha llegado por fin al *daguerreotipo* que resuelve perfectamente la cuestion. El aparato, en cuanto al modo de pintar las imágenes, no es mas que una cámara oscura comun con una buena lente acromática; el plano en que se han de pintar las imágenes, es una chapa de cobre recubierta de plata, bien pulimentada, y que necesita ántes y despues de recibir la impresion de la luz sufrir varias operaciones. Suponiendo la plancha nueva y bien limpia, hay que empezar echando sobre ella una gota de alcohol y un poco de rojo, y frotarla con algodon en rama hasta que quede tersa y sin impresion extraña alguna; en este estado se la coloca al vapor del cloruro de iodo, hasta que tome un color débilmente morado, en cuyo caso, y preservándola cuidadosamente de la impresion de la luz, se la coloca en el foco de la cámara oscura, que se habrá situado convenientemente de antemano; allí permanecerá un corto rato, y en seguida se la sacará, cuidando que la luz no la impresione y se la colocará en una caja á propósito, donde recibirá el vapor del mercurio con una inclinacion de 45°; el metal se calentará por medio de una lámpara de alcohol, que se tendrá cuidado de apagar en cuanto se note que va apareciendo la imágen sobre la plancha en cuestion. En seguida se la lava con hiposulfito de sosa, para quitar las partes del cloruro no atacadas por la luz; y si aun se quiere hacer la imágen mas inalterable, se la recubre con cloruro

de oro, y se la calienta hasta que el cloruro desprenda vapores abundantes, se quita éste en seguida, se la lava con agua destilada, y la operacion se encuentra terminada.

La gran sensibilidad del cloro respecto de la luz, y la aplicacion notable de que acabamos de ocuparnos, dan lugar á espresar que un dia se halle, por modificaciones que tal vez se introduzcan en la operacion, un buen fotómetro que tanta falta hace en la ciencia.

250. La *cámara clara* ó *cámara lucida* se compone de un prisma ABCD de vidrio (*fig.* 129) que tiene el ángulo A de 90º y el C de 135º. Los rayos de luz F entran perpendicularmente por la cara AB, sufren la reflexion total sobre la cara BC, de donde se dirigen sobre la CD, en la cual sufren tambien la reflexion total para salir perpendicularmente por la AD, en donde el observador en O verá el punto F en la prolongacion de OH. El uso de este aparato no es muy cómodo, porque es necesario que media pupila se halle sobre la cara AD, y media fuera del prisma; si el ojo se adelanta, se verá con claridad la imágen, pero no la punta del lápiz que ha de seguir sus contornos; y si el ojo se atrasa, verá la punta del lápiz, pero no percibirá la imágen del punto F; razon por la que es indispensable que la posicion sea la que arriba dejamos expuesta.

LECCION LXX.

Microscopios.—Anteojo astronómico.—Idem terrestre.—Telescopios.

251. Los *microscopios* son aparatos destinados á ver los objetos amplificados para poder apreciar todos sus detalles. Sabemos que se juzga del tamaño de los objetos por el ángulo visual bajo el cual se nos presentan, y por lo mismo, cuando tratamos de distinguir con precision un objeto pequeño, le aproximamos cuanto es posible al órgano de la vista; pero tambien sabemos que si le acercamos demasiado, los detalles desaparecen, y solo percibimos una confusa imágen del cuerpo considerado. Esta confusion que resulta, y cuya causa es la gran cantidad de rayos luminosos que se precipitan sobre la retina con toda suerte de inclinaciones, cesaria en cuanto interceptásemos los rayos que llegan con demasiada oblicuidad para quedarnos únicamente con los que podremos llamar eficaces. La contraccion de la pupila cumpliria perfectamente con esta condicion si nos fuera posible llevarla hasta el puuto que para esto es necesario; y por lo mismo hay necesidad de emplear un medio artificial que nos permita conseguir lo que deseamos.

Este medio es una lámina metálica taladrada con un pequeño agujero, por el cual pasan solo los rayos eficaces, siendo detenidos por la opacidad de la plancha los que llegan con mucha oblicuidad, ademas y con el objeto de aumentar el número de estos rayos eficaces, se coloca en la abertura una lente de un foco corto, y tenemos con esto construido el *microscopio simple*. Llama la atencion á primera vista que las lentes convergentes presenten las imágenes amplificadas; pero nada

tiene de extraordinario el que así se verifique. Sea para esto una lente bi-convexa AB (*fig.* 130), y sea P un cuerpo cualquiera; los rayos que éste emite atravesarán la lente refractándose y reuniéndose en el foco O, en el cual suponemos el ojo del observador, éste referirá la posicion del objeto á la prolongacion de los rayos que penetran hasta la retina, y por consiguiente le verá en Q amplificado puesto que el ángulo visual es mas grande. Esto justifica el nombre de *vidrios de aumento* que vulgarmente se da á estas lentes.

252. El *anteojo astronómico* se compone de un tubo con una lente convergente en cada una de sus extremidades, de las cuales recibe el nombre de *ocular* aquella por la cual inmediatamente se mira, y el de *objetiva* la que se halla vuelta al objeto. En este aparato la pérdida de luz es poca; pero las imágenes se presentan invertidas, lo cual no es de importancia alguna respecto de los cuerpos celestes.

Si se quiere que las imágenes aparezcan derechas, no habrá mas que poner otras dos lentes que producirán una nueva inversion de la imágen; pero entonces la pérdida de luz es ya considerable: este es el *anteojo terrestre*, llamado vulgarmente *anteojo de larga vista*. En estos aparatos hay que corregir la *aberracion de refrangibilidad* y la *aberracion de esfericidad*; la primera se corrige por medio del acromatismo, y la segunda colocando en lo interior del tubo diafragmas ó anillos que, situados en la distancia focal de las lentes, solo dejen pasar los rayos centrales y detengan los excesivamente oblícuos; ademas se dispone lo interior del tubo recubierto de un barniz negro y sin pulimento, á fin de que sean absorvidos los rayos que lleguen sobre estas paredes.

El *microscopio compuesto* no es otra cosa que una modificacion de estos aparatos, hallándose formado por dos ó mas lentes, de las que la objetiva tiene un foco muy corto y presenta una amplificacion diferente, segun el número y calidad de las lentes empleadas.

Otra modificacion del anteojo astronómico es el *microscopio solar*, que se compone de un tubo con dos lentes fijo en una ventana, y dispuesto de modo que un rayo de luz solar pase por el eje del mismo; los objetos se colocan siendo trasparentes en el foco de la lente objetiva y van á pintarse amplificados sobre un plano convenientemente dispuesto. Si los cuerpos que se han de examinar son opacos hay que situarlos fuera de la ventana, iluminarlos fuertemente por medio de espejos ó de lentes, y disponerlos de manera que la luz que reflejan sea la que atraviese por el tubo; el aparato en este caso recibe el nombre de *megáscopo*.

Si en vez de la luz solar se emplea la de una lámpara, como sucede si el tubo se fija á una de las paredes de una caja, dentro de la cual se sitúe la lámpara con su treflector correspondiente, tendremos la *linterna mágica* ó la *fantasmagoría*, segun que el aparato permanezca fijo, ó pueda tomar un movimiento para variar la dimension de las imágenes.

El *anteojo de Galileo* se halla tambien compuesto de dos lentes, pero no presenta las imágenes invertidas; la lente objetiva es convexa y la ocular cóncava, dispuesta de modo que la máxima distancia entre ambas no exceda de la distancia focal de la objetiva. Este aparato es el que se emplea en el teatro por la poca pérdida de luz que produce y por no tener dimensiones exageradas.

253. Los *telescopios* están esclusivamente destinados á observaciones astronómicas, y el mas sencillo, aunque tambien el mas moderno, es el de *Herschell*, que se compone de un gran tubo abierto por uno de sus extremos y con un espejo cóncavo metálico en su fondo; las imágenes se pintan en el foco del espejo, y allí las examina el observador armado del ocular correspondiente.

El *telescopio de Newton* (*fig.* 131) se compone de un gran tubo con un espejo cóncavo metálico en su fondo C, y otro espejo plano D ó un prisma, para que la reflexion total se produzca, inclinado de 45° al eje del aparato. Los rayos enviados por un objeto A llegan al espejo del fondo, del cual son reflejados sobre el espejo plano D y dirigidos á un ocular E, donde el observador en O ve la imágen amplificada del objeto A situada en B. Este aparato tiene el inconveniente, ademas de la pérdida de luz que produce, de presentar la imágen formando un ángulo de 90° con el objeto.

El *telescopio Gregoriano* (*fig.* 132) está formado por un tubo, en cuyo fondo hay un espejo cóncavo metálico taladrado en su vértice, en cuyo sitio se coloca el ocular E, y en frente de este espejo D otro mas pequeño C, tambien cóncavo metálico. Los rayos enviados por un cuerpo A se reflejan sobre el espejo cóncavo D, desde el cual van á sufrir una nueva reflexion en C para dirigirse al ocular E, donde el observador situado en O verá la imágen amplificada en B. Con la mira de corregir la aberracion de esfericidad se ha ideado el hacer que el espejo C fuera convexo, en cuyo caso se tiene el *telescopio de Cassegrain*.

DEL MAGNETISMO.

LECCION LXXI.

Magnetismo.—Fluido boreal y austral.—Polo norte y polo sur.—Atracciones y repulsiones.—Verificacion de sus leyes.

254. Se encuentran en el seno ó en la superficie de la tierra algunos cuerpos que tienen la propiedad de atraer al hierro y de ser atraidos por éste. Estos cuerpos, cualquiera que sea su forma y composicion, reciben el nombre de *imanes naturales*, para distinguirlos de las barras ó agujas de acero, á quienes se han comunicado las propiedades magnéticas por procedimientos que indicaremos mas adelante, y por cuya razon se llaman *imanes artificiales*.

La fuerza que produce los fenómenos magnéticos no es como la gravedad una propiedad inherente á la materia ponderable, sino que depende de la existencia

de un agente particular llamado magnetismo ó fluido magnético, que reside en toda la masa del iman, y cuyas propiedades desaparacen por una elevacion de temperatura, sin que por esto haya variado sensiblemente su peso. Esto pues nos manifiesta que puede considerarse el magnetismo como un fluido imponderable, siendo ademas necesario suponerle compuesto, por las razones que despues indicaremos, de otros dos fluidos elementales que residen á la vez en el mismo iman, y que se distinguen con los nombres de fluido *austral* y fluido *boreal*.

La atraccion mútua del iman y del hierro no solo se ejerce en el contacto y á distancia, sino que tambien al traves del vacío, del aire, del carton y de todas las sustancias que no son magnéticas, aun cuando, como todas las fuerzas atractivas disminuye á medida que la distancia aumenta.

255. La experiencia nos enseña que la accion del iman sobre el hierro no es la misma en todos los puntos de su superficie. Para esto se toma un péndulo magnético compuesto de una esferilla de hierro, suspendida á la extremidad de un hilo delgado, y haciendo variar de posicion al iman, colocado siempre á la misma distancia del péndulo, observaremos que existen dos regiones opuestas, en las cuales se manifiesta una accion muy marcada, en tanto que es casi nula en el intervalo que las separa. Este fenómeno es todavía mas sensible sirviéndonos de manes cuya forma sea cilíndrica ó prismática.

Los dos puntos de la superficie donde parece concentrada la atraccion magnética se llaman *polos*; y la línea que los separa, y en la que la atraccion es nula, recibe el nombre de línea *media ó neutra*. La palabra polo expresa tambien un punto ideal que se concibe en el interior de un iman, y al cual está aplicada la resultante de todas las atracciones ejercidas por toda la porcion del iman situada á un mismo lado de la línea neutra. Los nombres de polo *norte* y *sur*, con que se distinguen, han provenido de que cuando se suspende un iman de manera que pueda girar libremente alrededor de un centro en un plano horizontal, no se fija indiferentemente en todas las posiciones, sino que existe una á la cual vuelve tan luego como se la separa de ella. En esta posicion los dos polos están situados de tal modo que uno de ellos se dirige constantemente al norte y el otro al sur.

Por lo dicho anteriormente pudiera creerse que cada uno de los polos de un iman poseia exclusivamente uno de los dos fluidos, pero la experiencia nos enseña que cuando se divide un iman en dos partes, cada una conserva su línea media y sus dos polos, verificándose lo mismo aun cuando prosigamos la division tanto cuanto lo permitan los medios mecánicos, siendo por consecuencia imposible verificar la separacion de los dos polos de un iman.

256. El fluido magnético no existe solamente en los imanes, puesto que se encuentra tambien en las sustancias simplemente magnéticas, como el hierro. Se demuestra esta propiedad colocando en contacto de uno de los polos de una barra imantada (*fig.* 133) un cilindro de hierro, el cual, bajo la influencia del polo á que está sometido, se convierte en un verdadero iman, que atrae las limaduras y posee la línea media y los dos polos que caracterizan á los imanes naturales y artificiales. Este primer cilindro, una vez imantado por influencia, puede imantar y sostener