

rodaba alejándose de la pantalla, el objetivo se acercaba poco á poco á la media bola, la imagen aumentaba y la ilusion producida era tanto más completa cuanto que por medio de un diafragma movable la luz que recibia la imagen variaba en proporcion de su tamaño.

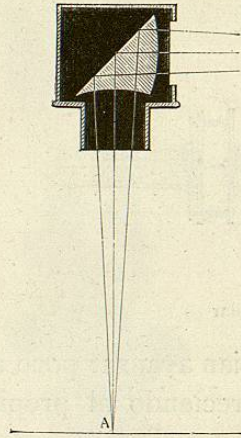


Fig. 252.—Lente-prisma de la cámara oscura

Robertson que, según parece, debía el secreto de esta invención á un pintor llamado de Waldech, tenia sumo cuidado de no dar paso á ninguna luz extraña y de evitar en lo posible el ruido del aparato, á cuyo fin habia forrado las ruedas de paño. Todo esto producía una ilusion que dicho físico procuraba aumentar imitando el fragor del trueno, el rumor de la lluvia, los gritos de los animales, etc.

En la figura 257 se ve que hay dos linternas y por consiguiente se puede proyectar en la pantalla, además de la imagen del espectro ó de cualquier otro personaje fantástico, la de un paisaje en armonía con la escena donde tiene lugar la acción del episodio.

El mismo aparato debe dar también las vistas *poliorámicas*, con cuya calificación se desig-

na los efectos de paisajes variados, la sucesión del día á la noche, de la bonanza á la tempestad, etc. Cada linterna está dispuesta de modo que proyecta cada doble vista en el mismo punto de la pantalla. Una de ellas está al principio

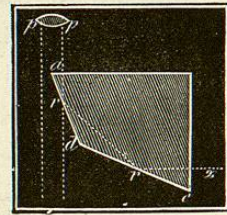


Fig. 253.—Cámara clara: marcha de un rayo luminoso en el prisma

cerrada y se ve el paisaje iluminado por el Sol; poco á poco va oscureciendo, llega el crepúsculo, se hace de noche é insensiblemente la segunda vista sustituye á la primera. Los niños, y aún también los mayores, se recrean en admirar esos cuadros y esos efectos de luz. Pero

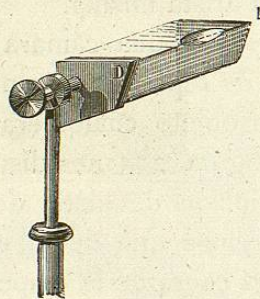


Fig. 254.—Cámara clara con su pié

como á nosotros nos interesa el principio físico más que los detalles discurridos para sacar partido de él, nos limitaremos á añadir que la cámara oscura, los megascopios, las linternas mágicas y los fantascopios están basados por igual en la formación de imágenes reales por medio de lentes convergentes.

CAPITULO IV

EL TELESCOPIO

I

LOS ANTEOJOS.—ANTEOJO DE GALILEO.—ACROMATISMO

El microscopio nos permite penetrar los misterios de lo infinitamente pequeño, poniendo al alcance de la vista humana los objetos más ínfimos, y haciendo ver de un modo distinto los mil detalles que envían á nuestros ojos

una luz demasiado débil para impresionar la retina.

Lo que el microscopio hace con los objetos que están á nuestro alcance, pero que son demasiado pequeños, lo realiza el telescopio con análoga potencia con los objetos que por su gran distancia son invisibles, cualesquiera que sean sus dimensiones efectivas. Sondea las pro-

fundidades del espacio y hace accesibles á la vista astros cuya existencia no hubiera sospechado siquiera el hombre sin su auxilio. Aproxima los que se pueden observar á la simple vista, y entónces revela á la ciencia los detalles de su estructura, multiplicando así para satisfacer nuestra curiosidad los objetos que la naturaleza ofrece á la observación, y con cuyo auxilio la inteligencia humana logra descubrir sus leyes.

El nombre de telescopio procede del griego como el de microscopio; uno y otro tienen por raíz común la palabra *skopeo*, yo miro; *mikros* significa *pequeño* y *teleléjos*. La etimología permite pues aplicar el nombre de telescopio á todos los instrumentos cuyo efecto consiste en amplificar los objetos remotos haciéndolos parecer menos distantes. En Francia se acostumbra reservar el nombre de *anteojos* á los telescopios exclusivamente refractores, forma-

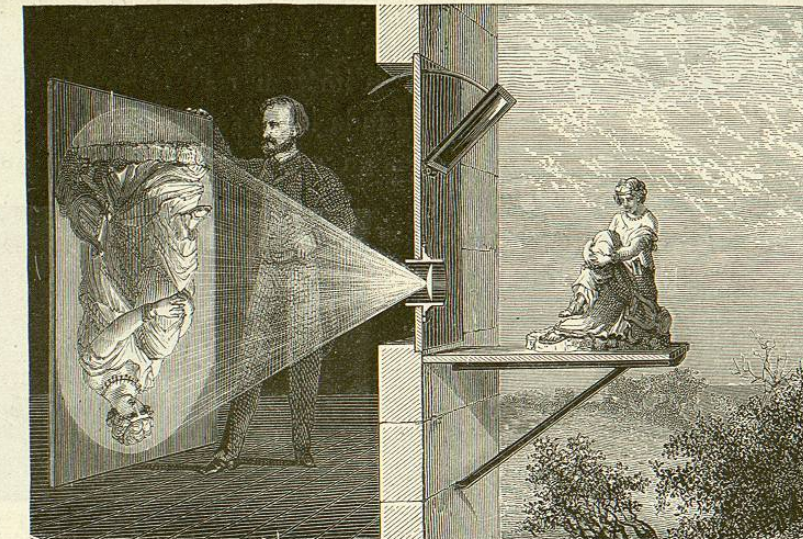


Fig. 255.—Megascopio

dos tan sólo de ciertas combinaciones de vidrios ó lentes, al paso que el de *telescopios* se aplica más especialmente á los instrumentos, en los cuales entra un espejo ó un reflector; á veces se dice de éstos últimos que son telescopios *catadióptricos*. Nosotros nos conformamos con el uso, por más que no esté muy justificado, y describiremos sucesiva y separadamente los anteojos y los telescopios.

¿De qué fecha data la invención de los anteojos? ¿Se sabe con toda certeza quién fué el inventor de este maravilloso instrumento de investigación terrestre y celeste?

Los eruditos sólo dan respuestas dudosas á estas preguntas, como sucede con tantos otros descubrimientos científicos. Pero en este asunto se puede tener la seguridad de que la pretensión de remontar el descubrimiento de los anteojos de aumento á la antigüedad y aún á la Edad media no tiene ningún fundamento sólido (1). La

primera mención de la posibilidad de combinar dos lentes, una cóncava y otra convexa, «para ver agrandados y distintos lo mismo los objetos próximos que los remotos», la hizo Porta á fines del siglo XVI. Pero quien realizó por primera vez esta combinación y construyó el primer antejo telescópico, fué Juan Lippershey, óptico de Middelburgo en 1606. Santiago Adrian Metuis en 1608 y Galileo en 1609 dieron á lo que parece con la solución del problema óptico indicado por Porta, mas hay que advertir que el gran físico y astrónomo de Florencia habia tenido ya noticia del descubrimiento de Lippershey, aunque sin conocer ningún detalle preciso sobre el instrumento construido por éste.

¿Cómo consiguió el óptico holandés este resultado? No se sabe de cierto; como lo prueba

pueda designar con exactitud su verdadero inventor. Según ciertos historiadores, lo fué un tal Salvino Armato de Florencia, en cuyo sepulcro se leía este epitafio:

Qui giace
Salvino d' Armato degli Armati
di Firenze
INVENTOR DEGLI OCCHIALI
Dio li perdoni a peccata
anno D. MCCCXVII

(1) Sólo nos referimos aquí á los anteojos compuestos. Los *simples* ó *antiparras* formados de un solo cristal para cada ojo, de una lente convergente ó divergente de largo foco, se conocían desde mucho tiempo antes. Se hace remontar su invención al siglo XIV, sin que se

el que hay dos versiones diferentes acerca del asunto. Véase cuáles son, según Arago.

«Jerónimo Sirturo, dice, cuenta que un desconocido, *hombre ó genio*, se presentó en casa de Lippershey, y le encargó muchas lentes convexas y cóncavas. El día convenido fué á

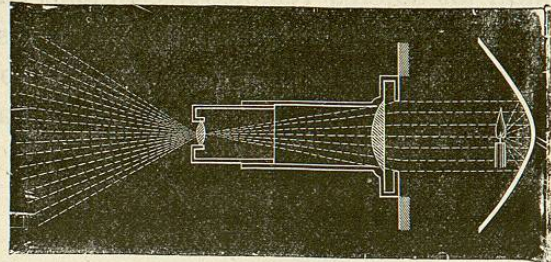


Fig. 256.—Linterna mágica

buscarlas, eligió dos, una cóncava y otra convexa, se las puso delante de un ojo, las separó poco á poco, sin decir si esta maniobra tenía por objeto examinar el trabajo del artista ó cualquier otra causa, pagó y partióse. Lippershey se puso al punto á imitar lo hecho por el desconocido, echó de ver la amplificación motivada por la combinación de las dos lentes, adaptólas á los extremos de un tubo y se apresuró á ofrecer el nuevo instrumento al príncipe Mauricio de Nassau.

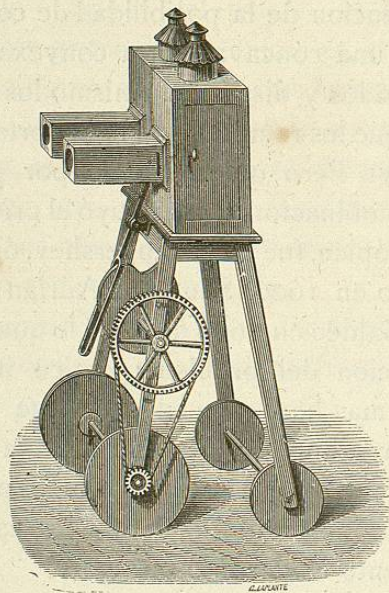


Fig. 257.—Fantascopio

»Según otra versión, hallábanse jugando los hijos de Lippershey en la tienda de su padre, cuando se les ocurrió mirar al través de dos lentes, una convexa y otra cóncava; puestos por casualidad estos cristales á conveniente distancia, les hicieron ver el gallo de la veleta del campanario de Middelburgo agrandado ó suma-

mente cerca. La sorpresa de los muchachos llamó la atención del padre, el cual para hacer la prueba con más comodidad, puso primero los cristales en una tablita, y luego los sujetó á los extremos de dos tubos capaces de entrar uno dentro de otro: desde aquel momento, *quedaba descubierto el anteojo.*» (*Astronomía popular*).

El anteojo se compone de dos partes esenciales, de dos sistemas de lentes: una de ellas, la más próxima al objeto que se examina, se llama por esta razón *objetivo*; por lo regular es una lente biconvexa, de largo foco, que produce una imagen real invertida del objeto. La segunda lente se adapta al ojo y se llama *ocular*: es en suma un anteojo de aumento simple ó

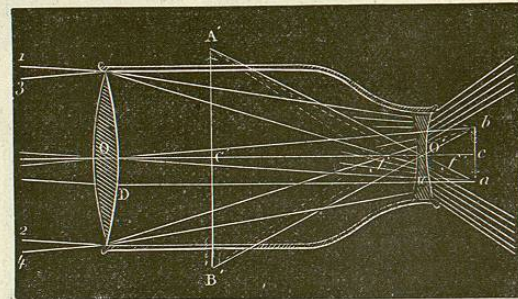


Fig. 258.—Marcha de los rayos luminosos en el anteojo de Galileo

compuesto, con el cual se examina la imagen que resulta agrandada hasta cierto punto.

El ocular de los primeros anteojos era, según hemos dicho antes, una lente bicóncava; la imagen invertida formada por el objeto resulta recta en este sistema, como puede comprenderse por la marcha de los rayos luminosos y la formación de las imágenes que representa la fig. 258. El objetivo O considerado aisladamente da en su foco, que es el principal de la lente para los objetos muy remotos, una imagen *ba* del objeto observado. Ya hemos dicho que esta imagen aparece invertida, de lo cual es fácil cerciorarse recibiendo en una pantalla. El ocular bicóncavo O', situado entre la imagen y el objeto, hace que diverjan los rayos luminosos antes de que se reúnan en el foco, impidiendo así la formación de la imagen real. Estos haces penetran en el ojo á su salida del ocular, pareciendo llegar de los puntos A' y B' situados en sus ejes ópticos en sus puntos de convergencia. De aquí resulta una imagen virtual recta A' B', que parecerá nítida si las lentes están dispuestas de modo que la imagen se forme á la distancia de la visión distinta.

Hay una diferencia esencial entre el aumento de los anteojos y el de los microscopios. En estos últimos instrumentos, la imagen agrandada es mayor en realidad que el objeto mismo, es decir, el ángulo subtendido por la imagen es

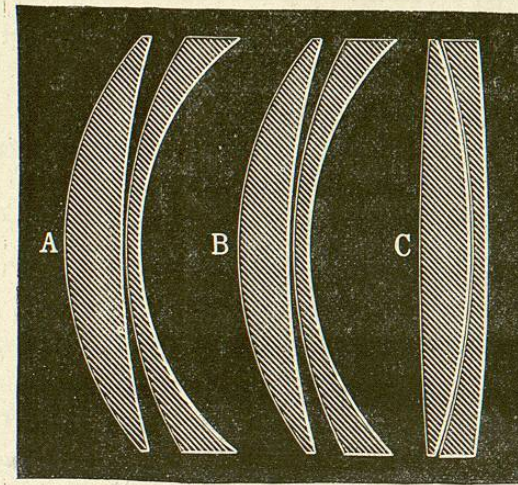


Fig. 259.—Lentes acromáticas. Objetivos de Gauss y de Herschel

mayor que el subtendido por el objeto, suponiendo que una y otro se hallen á igual distancia del ojo. En los anteojos, lo propio que en los telescopios de toda clase, la imagen es siempre inferior en dimensiones al objeto mismo, pero también mayor que la que se ve á la simple vista, consistiendo en esta amplificación el aumento dado por los anteojos.

Así pues, el anteojo que acabamos de describir y que ha recibido el nombre de *anteojo de Galileo*, permite ver con dos lentes solamente los objetos *derechos* á la vez que los acerca ó agranda.



Fig. 260.—Anteojo de teatro con objetivo y ocular acromáticos

Los primeros anteojos de Galileo daban un aumento muy pequeño, de 4 á 7 diámetros; el más poderoso que se construyó y que usó el ilustre astrónomo aumentaba 32 veces. Esto le bastó para hacer gran número de descubrimientos que á la sazón se consideraron, y con justo motivo, como maravillas; entre ellos las montañas de la Luna, las manchas y el movimiento de rotación del Sol, los satélites de Júpiter y las fases de Venus, la descomposición en estrellas de la gran nebulosa llamada Vía láctea, etc. El *Mensajero celeste* (*Nuntius siderens*) que pu-

blicó para dar á conocer á los hombres de ciencia los resultados de sus investigaciones, apenas bastaba para consignar estos descubrimientos, que en breve constituyeron una rama de la astronomía desconocida de los antiguos: la *astronomía física*.

Hoy casi no se usa el anteojo de Galileo para los estudios astronómicos, pues su aumento es muy escaso: pero se le utiliza como anteojo terrestre y sobre todo para examinar los objetos poco distantes; no es otra cosa sino los *gemelos de teatro*, muy cómodos porque á amplificación igual, son de mucha menor longitud que los anteojos de ocular convergente. Por lo demás, esta longitud debe poder variar según las vistas, es decir, según la distancia de la visión distinta para cada observador. Con este objeto, el ocular va adaptado á un tubo que puede salir y entrar en el que contiene el objetivo; con un botón que engrana con una barra dentada se puede variar poco á poco la distancia de los

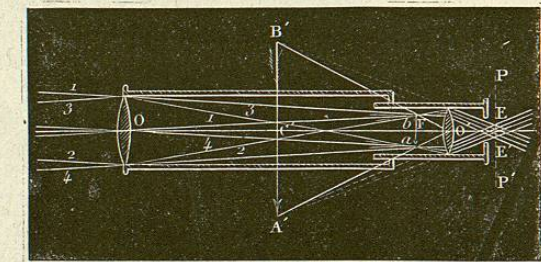


Fig. 261.—Marcha de los rayos luminosos en el anteojo acromático

vidrios y ponerlos de modo que se vea con toda claridad la imagen, lo cual se designa diciendo que se la *pone á foco*. Los míopes deben acortar el anteojo y los presbítes alargarlo para ver distintamente.

El aumento en los anteojos de Galileo es igual á la relación entre la distancia focal principal del objetivo y la del ocular.

El campo es poco dilatado, y como los rayos salen del ocular divergiendo, es preciso situar el ojo muy cerca del instrumento para no disminuir todavía dicha amplitud.

Creemos oportuno añadir algunas líneas acerca del perfeccionamiento introducido en la construcción de los anteojos á mediados del siglo anterior por el óptico alemán Dollond. Nos referimos al acromatismo de las lentes, del que ya nos hemos ocupado al hablar del microscopio.

Cuando una lente refracta un rayo de luz blanca, como los rayos de colores de que se