

por lo curiosos, por cuya razón no deja nunca de mencionárselos en las obras de física recreativa, siquiera presten á veces verdaderos servicios á la ciencia: en este número figuran la *cámara oscura*, la *cámara clara ó lúcida*, el *megascopio*, la *linterna mágica* y el *fantascopio*.

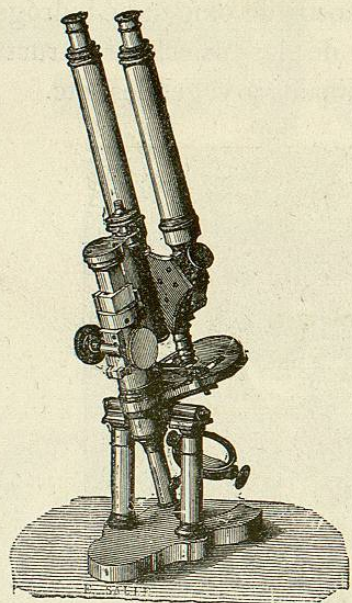


Fig. 247. — Microscopio bi-ocular

Al hablar de la propagación rectilínea de la luz dijimos que si se hace un agujerito en la madera de una ventana herméticamente cerrada, se forma la imagen de los objetos exteriores en una pantalla colocada dentro de la habitación. Esta imagen invertida no aparece clara y bien definida sino cuando reproduce los objetos distantes.

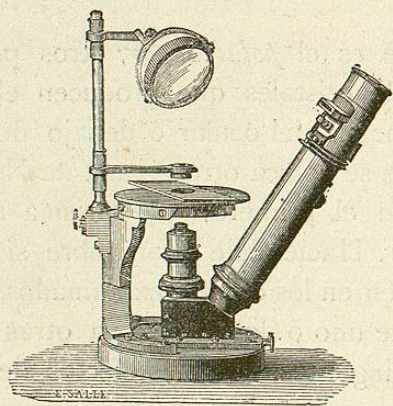


Fig. 248. — Microscopio de los químicos

Para remediar este inconveniente y dar más brillo á las imágenes, discurrió Porta, físico del siglo XVII, recibir la luz en un espejo esférico cóncavo que reflejaba los rayos y la imagen en una pantalla; pero consiguió resultados más sorprendentes adaptando al agujero de la ventana una lente convergente. La imagen de los

objetos exteriores se pintó entonces con nitidez en la pantalla cuya distancia al agujero de la ventana depende de aquella á que se encuentren los objetos, distancia fácil de determinar por medio de tanteos.

Los dibujantes se valen de la cámara oscura así perfeccionada para trazar en un papel los contornos del paisaje que quieren reproducir. En vez de una lente, se emplea un prisma (fig. 252) cuya cara vuelta hácia los objetos es convexa y que por la reflexión total sobre su cara plana, inclinada  $45^\circ$ , envía los rayos luminosos á la mesa en que está el papel para dibujar. La imagen se forma en éste con toda claridad, y el dibujante no tiene que hacer más sino seguir sus contornos con el lápiz. El óptico C. Chevalier fué quien introdujo esta modificación en la cámara oscura.

Dáse el nombre de *cámara clara ó lúcida* á un instrumento que proyecta en el papel la

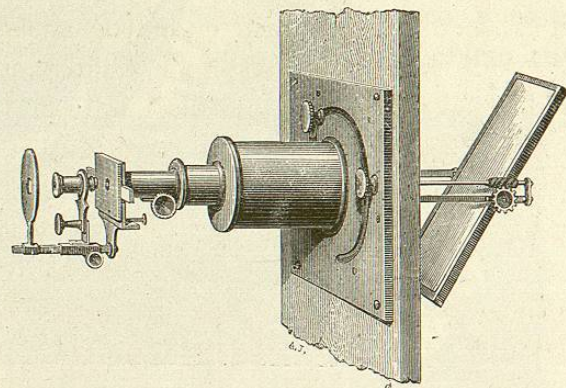


Fig. 249. — Microscopio solar

imagen de un objeto, de un paisaje por ejemplo. Vemos por esto que la cámara clara tiene los mismos usos que la oscura, por cuya única razón se le da casi igual nombre. Y en efecto, aquella se compone simplemente de un prisma refringente de forma cuadrangular, cuyo principio es el de la reflexión total de los rayos luminosos en su interior.

El ángulo  $b$  de las caras  $ab$  y  $bc$  es recto; el  $a$  y el  $c$  de  $67^\circ 30'$  y el  $d$  de  $135^\circ$  (fig. 253). Así, pues, si un rayo luminoso  $n$  atraviesa la cara vertical del prisma, y cae en  $r$  sobre la cara  $dc$ , su incidencia con la normal á esta última será de  $67^\circ 50'$ , es decir, mucho mayor que el *ángulo límite*; el rayo se reflejará pues totalmente, caerá en seguida sobre  $ad$  donde se reflejará del mismo modo, y por fin sobre la

cara superior horizontal, la cual atravesará en sentido perpendicular.

El ojo del observador situado en  $pp$ , á corta distancia del ángulo del prisma, recibirá así todos los rayos luminosos emanados de los objetos, y verá la imagen de estos proyectada

verticalmente. Poniendo un papel debajo del prisma le será fácil al observador ver á la vez en el papel la imagen virtual de los objetos exteriores y la punta de su lápiz con el cual podrá seguir todos los contornos de estos.

La figura 254 representa la cámara clara

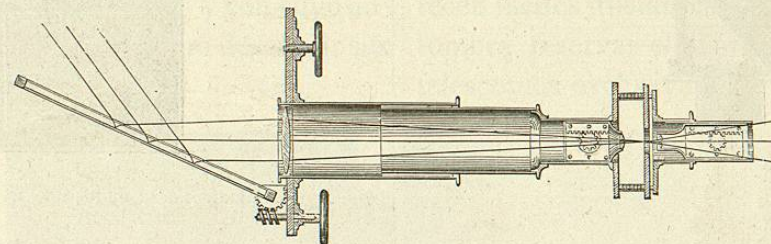


Fig. 250. — Sección horizontal del microscopio solar

puesta sobre un pié, mediante el cual se la puede fijar al borde del tablero que dibujante se coloca sobre las rodillas: en la arista  $DD$  se ve una muesca, gracias á la cual se puede aplicar el ojo á la arista misma.

El *megascopio* es una cámara oscura ideada con el objeto de reproducir en mayor escala la imagen de un objeto cualquiera, estatua, cuadro, etc. La figura 255 nos dispensará de hacer una descripción detallada del megascopio; solamente diremos que debilitándose el brillo de la imagen á causa de la dispersión producida por la amplificación, se hace uso de un reflector para dirigir los rayos del Sol sobre el objeto, obteniendo así la iluminación que se necesita.

La *linterna mágica* es un megascopio en el cual la luz de una lámpara de reflector ilumina los objetos. Con este aparato se proyectan sobre una pantalla las imágenes de los objetos pintados sobre cristal con colores transparentes. El tubo, á través del cual se colocan estas pinturas invertidas, contiene un sistema de dos lentes, una plano-convexa y la otra bicóncava, que reproducen una imagen recta en una pantalla colocada delante del instrumento.

Sirviéndose de la luz Drummond para alumbrar los objetos, se obtienen imágenes mucho más nítidas, y por lo tanto, apartando la pantalla y acercando las lentes, el aumento de éstas será bastante mayor.

A fines del siglo pasado, el físico belga Robertson alcanzó un éxito extraordinario dando funciones de apariciones de fantasmas que, en medio de la profunda oscuridad en que estaba

el salón, parecían avanzar poco á poco hasta la mitad de él, creciendo al propio tiempo. Lograba producir esta ilusión con un aparato llamado *fantascopio*, enteramente análogo á la linterna mágica, es decir, compuesto de una caja que contenía una lámpara de reflector y de un tubo con dos lentes que proyectaban la imagen de una pintura sobre una pantalla co-

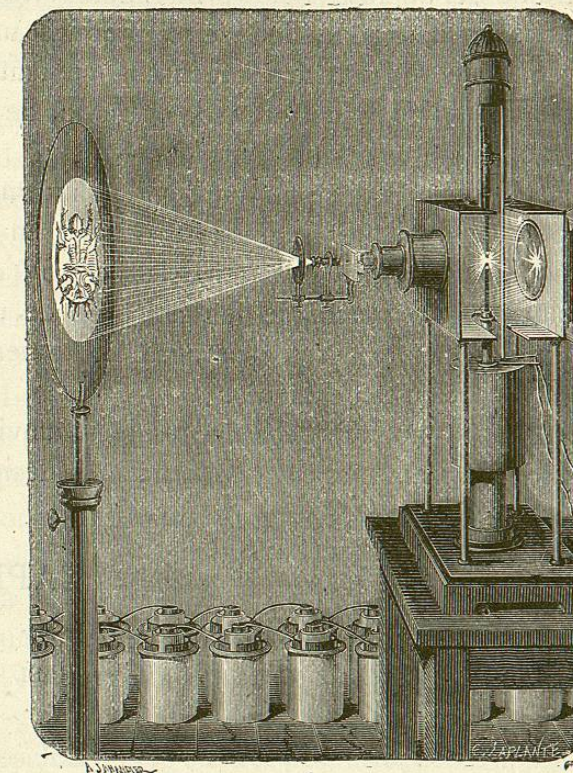


Fig. 251. — Microscopio foto-eléctrico

locada delante del instrumento. Solo que la linterna estaba sobre una mesa de ruedas, en uno de cuyos piés había una polea que comunicaba su movimiento al objetivo por medio de una excéntrica y una palanca. Cuando la mesa



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.

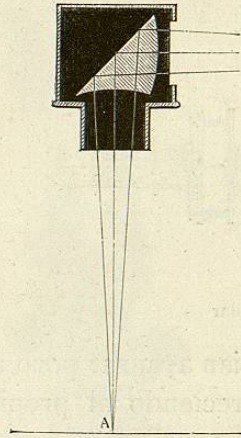


Fig. 252.—Lente-prisma de la cámara oscura

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

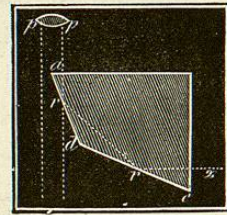


Fig. 253.—Cámara clara: marcha de un rayo luminoso en el prisma

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

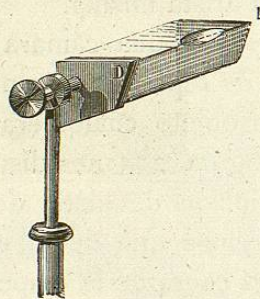


Fig. 254.—Cámara clara con su pié

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-

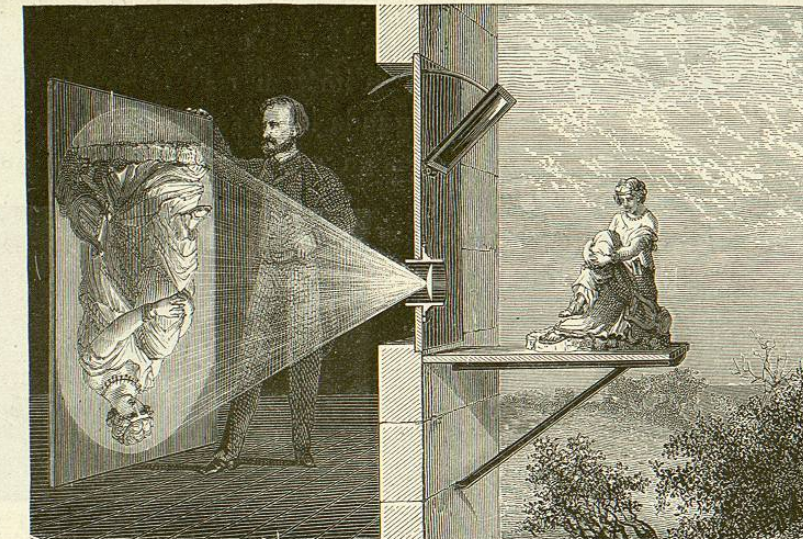


Fig. 255.—Megascopio

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