

la luz incidente; pero más bien debe atribuirse á que la luz transmitida por el hielo modifica completamente las leyes ordinarias de las sombras. La representacion estereoscópica de objetos brillantes, como el agua rizada por un ligero oleaje, produce tambien efectos asombrosos». (*Optica fisiológica.*)

Se construyen estereoscopos en los cuales los rayos emanados de las dos imágenes, ántes

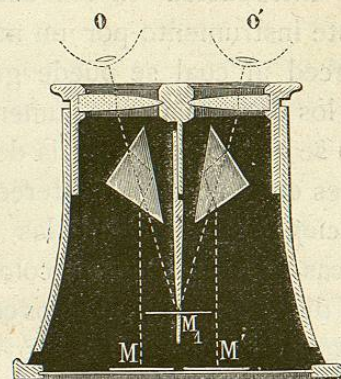


Fig. 282.—Seudóscopo.

de penetrar en los prismas ó lentes oculares, sufren la reflexion total al través de dos prismas en ángulo recto, cuya cara hipotenusa (figura 282) está situada paralelamente á la direccion de los rayos que llegan á ambos ojos. De esta disposicion resulta que las dos imágenes parecen simétricas de lo que son en la naturaleza; se sobreponen, pero de tal modo que la que está á la derecha se ve á la izquierda y recíprocamente. Las imágenes son pues inversas, y por consiguiente la perspectiva tambien lo es, ya por lo que hace á los relieves, ó ya á los huecos. Los objetos huecos parecen pues de relieve, y los de relieve, huecos. Sin embargo, las sombras proyectadas contrarian á veces esta ilusion, así como otras circunstancias que contribuyen no ménos que la perspectiva ó las sombras á comunicar á la vision la sensacion del relieve. Un ejemplo nos demostrará la razon de que el estereóscopo así dispuesto invierta las imágenes, y que por esta causa recibe el nombre de *pseudóscopo*.

Consideremos una pirámide truncada vista por encima y supongamos que la luz no da sombra proyectada; en este caso sólo habrá diferencia de brillo en las caras laterales. Las dos vistas estereoscópicas se deberán arreglar como lo indican los dibujos A' y A'' y entónces producirán en el estereóscopo el efecto del re-

lieve. Pero en el pseudóscopo los dos dibujos dan imágenes simétricas y producen el efecto que producirian las dos vistas estereoscópicas A' y A''. Mas estas imágenes, que se sobreponen por efecto del aparato, son vistas de una pirámide semejante á la primera, alumbrada por la misma luz, pero que seria hueca en vez de ser de relieve, puesto que la cara de la izquierda es la agrandada por la perspectiva en el ojo derecho, sucediendo lo contrario con la imagen que ha de ver el izquierdo.

Prodúcese naturalmente el efecto del pseudóscopo cuando se contemplan dibujos de sombras bien marcadas, como se representan las medallas: entónces tan pronto se ve el objeto de relieve como en hueco. Creemos haber notado que se obtiene como se quiera uno de ambos efectos, si se cuida de colocar convenientemente el dibujo á la luz del dia, de modo que las sombras estén hácia el lado en que estarian en realidad, si el dibujo fuese de veras saliente en un sentido ó en otro.

III

APARATOS BASADOS EN LA PERSISTENCIA DE LAS IMPRESIONES LUMINOSAS

En el capítulo XVII de la Primera parte de LA LUZ hemos descrito ciertos fenómenos dimanados de la persistencia de las impresiones luminosas en la retina. Dedicemos ahora unas cuantas líneas á ciertos juguetes basados precisamente en esta persistencia, y que no dejan de servir para el estudio del fenómeno mismo.

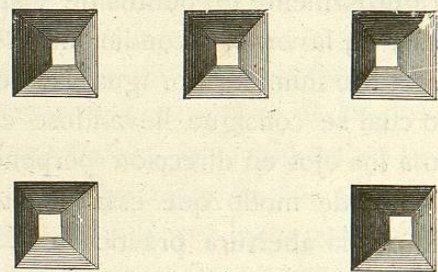


Fig. 283.—Vision estereoscópica directa é inversa. Relieve y hueco

El *taumatropo* es el más sencillo de todos. Consiste en un pequeño rectángulo de carton, movable al rededor de un eje que une los puntos medios de sus lados mayores, ó tambien en un disco que gira alrededor de uno de sus diámetros. En una cara del carton hay una jaula dibujada ó pintada; en la otra un pájaro pintado

tambien. Si se imprime al rectángulo un movimiento de rotacion bastante rápido, las dos imágenes persisten simultáneamente, y el pájaro parece encerrado en la jaula. Compréndese que hay mil modos de variar el experimento

reuniendo y combinando toda clase de figuras. Tambien se puede hacer con dos discos perpendiculares entre sí y giratorios alrededor de su diámetro comun; en este caso, sólo se figura una de las partes del dibujo en cada una de las

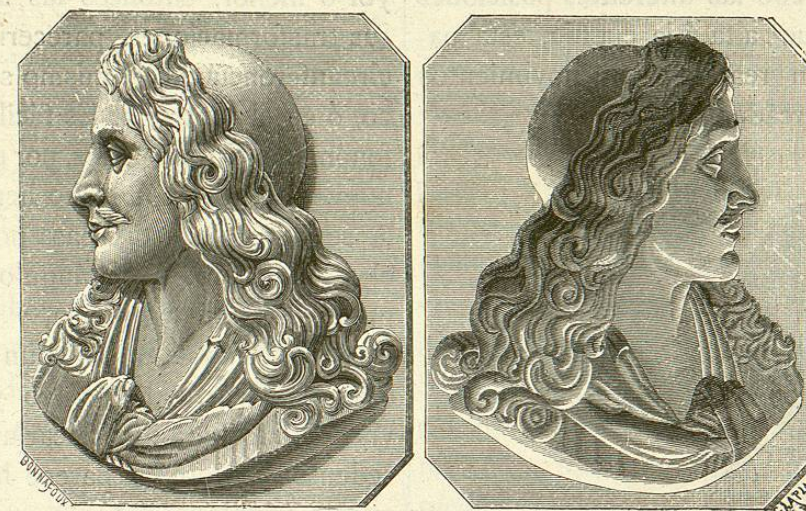


Fig. 284.—Vision en relieve y en hueco

cuatro caras, las cuales parecerán reunidas en un sólo dibujo durante el movimiento de rotacion de los discos. Es muy sencillo hacer girar el carton; para ello se atan á los dos extremos del eje dos hebras de seda que se sujetan entre el índice y el pulgar de cada mano; y la torsion de las hebras en un mismo sentido produce la rotacion del rectángulo.

El taumatropo fué ideado por el doctor Paris.

Plateau ha dado el nombre de *fenakisticopio* (1) á un pequeño aparato cuyo juego se funda tambien en la persistencia de las impresiones luminosas.

Dicho aparato consiste en dos discos de carton fijos en un mismo eje, alrededor del cual pueden girar con igual velocidad. En la circunferencia de uno de los discos hay dibujado cierto número de figuras equidistantes. El otro disco lleva el mismo número de hendiduras equidistantes tambien, en direccion de los radios del círculo. El observador, sosteniendo el instrumento por el mango, hace girar rápidamente los dos discos, y aplica un ojo delante de las hendiduras, de modo que pueda ver al través de ellas las figuras del disco opuesto. Al pasar cada hendidura por delante del ojo, la figura del

disco situada delante de él se forma en la retina; pero en virtud de la persistencia de las impresiones luminosas, el observador está viendo aún la primera figura cuando aparece la segunda, luégo la tercera, y así sucesivamente. Si todas las figuras son idénticas, claro está que la sucesion de impresiones visuales, semejantes y muy juntas todas ellas, producirá el mismo efecto que una imagen sola y permanente, en cuyo caso el objeto representado pareceria inmóvil.

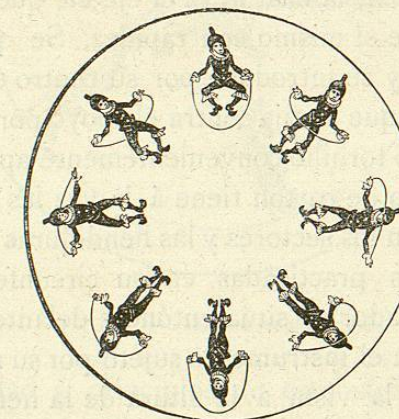


Fig. 285.—Disco del fenakisticopio

Pero si, por el contrario, las figuras sucesivas difieren entre sí representando varios aspectos del mismo objeto en movimiento, las sensaciones luminosas, confundidas siempre, sufrirán á la vista una modificacion continua, y el objeto representado parecerá á su vez en movimiento.

(1) Poco despues de la invencion del fisico belga, el aleman Stampfer ideó un aparato muy parecido, al cual dió el nombre de *discos estereoscópicos*.

Supongamos que los dibujos representan un cuadrante ó esfera con una aguja que ocupa las posiciones sucesivas que le daría un movimiento de rotacion; la vista creeria percibir que la aguja se mueve. Si se representan, como en las figuras 285 y 286 las diferentes posiciones de una persona que salta á la cuerda, esta parecerá efectuar en realidad los movimientos cuyas fases ha marcado el dibujante.

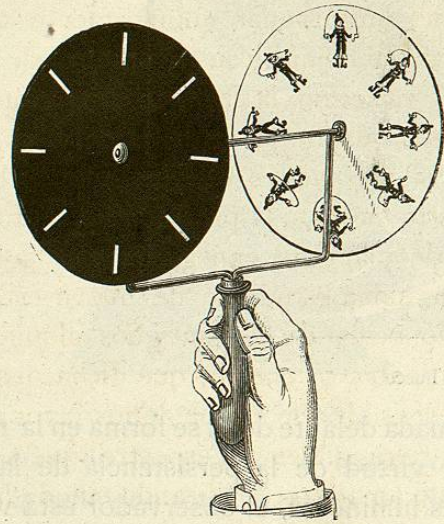


Fig. 286.—Fenakisticopio de doble disco

En lugar de dos discos puestos frente á frente puede bastar uno sólo; entónces se da al fenakisticopio la forma que indican las figuras 287 y 288, y que consiste en una varilla acodada dos veces en ángulo recto *tg*, provista de un mango *m*, la cual lleva el eje *ab*, que puede girar sobre sí mismo con rapidez. Se quita el tornillo *v* y se introduce por su centro el disco de carton que se fija contra el apoyo por medio del mismo tornillo convenientemente apretado.

El disco de carton tiene á la vez las figuras trazadas en los sectores y las hendiduras correspondientes practicadas en su circunferencia. El observador se sitúa entónces delante de un espejo con el instrumento sujeto por su mango, y fijando la vista á la altura de la hendidura superior, mira en el espejo las figuras del disco reflejadas en él. Imprimiendo entónces por

medio del boton *p* un rápido movimiento de rotacion al disco, se reproducen los fenómenos ya descritos.

Hemos supuesto hasta aquí que el número de figuras era igual al de discos. Si fuese mayor ó menor, entónces las figuras, aparte de sus trasformaciones, parecería moverse en la circunferencia, en el mismo sentido que el disco, ó en el contrario. Es fácil comprender este fenómeno. Supongamos, por ejemplo, que haya nueve figuras y sólo ocho hendiduras. Cuando la segunda de estas pasa por delante del ojo, el disco ha girado un ángulo igual á la octava parte de la circunferencia, y la segunda figura no dista de aquel más que un ángulo igual á la diferencia entre un octavo y un noveno; la vista se inclina á identificarla con la figura precedente, y el objeto parece haber avanzado el mismo ángulo.

Se da también otra figura al fenakisticopio: la de un cilindro hueco que gira alrededor de un pié montado en el eje de un cilindro (fig. 289). Las hendiduras están practicadas en el borde superior de una especie de vasija y los dibujos pegados debajo de ellas, pudiendo iluminarlos por transparencia. Como se ha hecho uso de un aparato de esta clase para reproducir los movimientos de los animales, por ejemplo, los del caballo al paso, al trote y al galope, se le da también el nombre de *zootropo*.

Para que todos estos aparatos produzcan ilusion por efecto de la persistencia de la impresion luminosa, es menester que los dibujos que representan el objeto en movimiento estén hábilmente combinados, de modo que representen las fases verdaderas, los cambios que sufre el objeto á consecuencia del movimiento mismo. Más adelante veremos los servicios que ha podido prestar por este concepto la fotografía instantánea, suministrando series de imágenes de irreprochable fidelidad, y cómo lo que en un principio no era más que un juguete ha llegado á convertirse en un precioso medio de estudios.

CAPÍTULO VI

FOTOGRAFIA

I

PRIMEROS ENSAYOS PARA FIJAR LAS IMÁGENES DE LA CÁMARA OSCURA.—DESCUBRIMIENTOS DE NIEPCE Y DE DAGUERRE.

Cuando se reciben en una pantalla blanca, situada en el foco de la lente convergente de la cámara oscura, los rayos luminosos emanados de los objetos exteriores, se forma segun



Fig. 287.—Fenakisticopio

hemos visto una imagen maravillosamente fiel de estos objetos; es un verdadero cuadro en miniatura del paisaje que se tiene á la vista, con todos sus matices de coloracion y de luz, y los detalles más minuciosos; pero es una imagen fugaz, ideal si se nos permite la calificacion, ó mejor dicho, toda la realidad de esta imagen consiste en el movimiento de las ondas luminosas, segun las leyes de su propagacion al través de los diversos medios que separan nuestra retina de los objetos mismos. Ciérrase la abertura que da paso á dichas ondas y al punto desaparece la imagen.

Más de un observador, desde Porta, inventor de la cámara oscura, hasta Niepce y Daguerre, inventores de la fotografía, han debido concebir el deseo de retener y fijar en la pantalla esas imágenes tan exactas, y de tener por colaboradora, en el arte de la pintura ó del dibujo á la naturaleza misma. ¿Qué se necesi-

ba para conseguir tal resultado? Conocer otra propiedad de la luz, la que los rayos luminosos poseen de impresionar químicamente ciertas sustancias, de dejar en su superficie una huella visible de su accion, la cual suele ser tanto más viva cuanto mayor la intensidad de los rayos luminosos. Verdad es que Scheele habia ya descubierto en 1770 la propiedad que tiene el cloruro de plata de ennegrecerse á la luz, ó más bien, habia estudiado de nuevo esta propiedad conocida de los antiguos alquimistas. También habia reconocido que dicha sustancia era más sensible á la accion de los rayos azules (los más refrangibles del espectro) que á la de los rojos ó amarillos. Utilizando sin duda esta

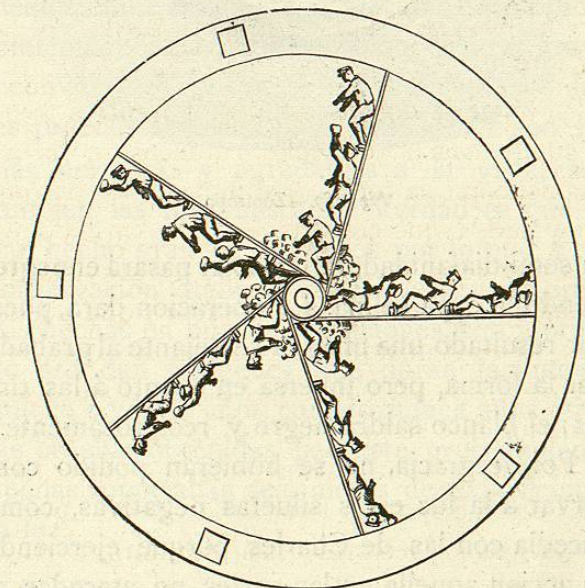


Fig. 288.—Disco del fenakisticopio

propiedad á principios de este siglo el hábil físico francés Charles, consiguió estampar siluetas obtenidas por la accion luminosa que enseñaba en su cátedra. ¿Cómo las producía? Se ignora; pero el procedimiento de que se valía debia de tener cierta analogía con el que Arago describe en los términos siguientes, y con el cual se pueden sacar pruebas negativas de un grabado: