

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.

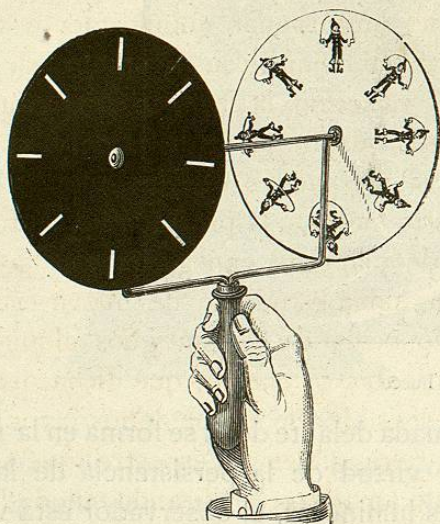


Fig. 286.—Fenakisticopio de doble disco

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

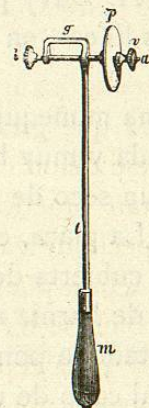


Fig. 287.—Fenakisticopio

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

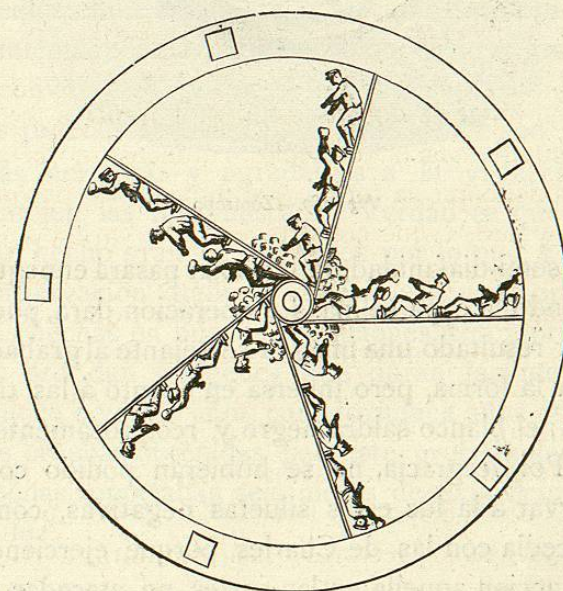


Fig. 288.—Disco del fenakisticopio

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:

«Póngase un grabado sobre un papel impregnado de cloruro de plata y expóngase todo á la luz solar, estando el grabado encima. Los trazos negros del grabado interceptarán los rayos: las partes correspondientes de la capa clorurada ó sea la que dichos trazos tocan y cubren, conservarán su blancura primitiva. Por el contrario, allí donde el agua fuerte ó el buril no han llegado, donde el papel ha conservado

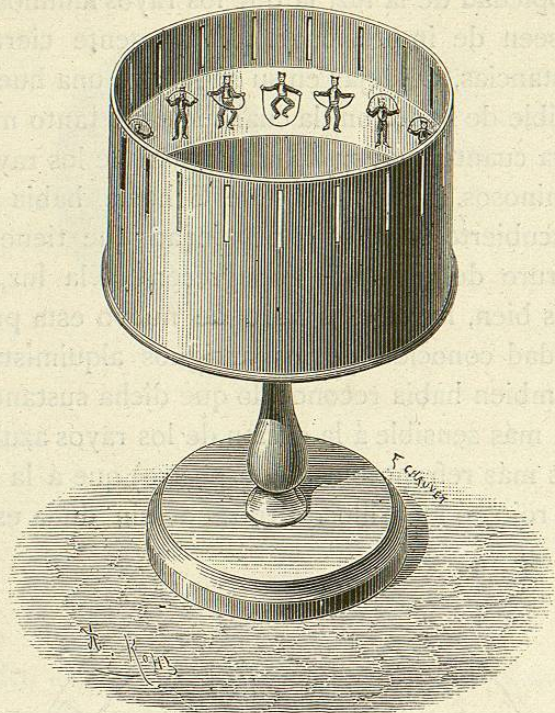


Fig. 289.—Zootropo

su semi-diafanidad, la luz solar pasará ennegreciendo la capa salina. La operacion dará, pues, por resultado una imágen semejante al grabado por la forma, pero inversa en cuanto á las tintas; el blanco saldrá negro y recíprocamente.»

Por desgracia, no se hubieran podido conservar á la luz estas siluetas negativas, como sucedia con las de Charles, porque ejerciendo su accion aquella en las partes no atacadas al principio, habria acabado por cubrir la hoja clorurada de un color negro uniforme.

Wedgwood consiguió reproducir en 1802, en pieles ó papeles dados de nitrato de plata, las pinturas de los ventanales de iglesia, así como copiar grabados; pero no creyó posible aplicar su procedimiento á la aplicacion de las imágenes de la cámara oscura. Hacia la misma época, H. Davy logró sacar imágenes de objetos diminutos colocándolos á corta distancia de la lente del microscopio solar.

Por lo demás estas tentativas eran incompletas, por cuanto ni Wedgwood ni Davy dieron con el medio de fijar las imágenes obtenidas, de impedir que desaparecieran á la luz del día. Unos doce años despues, el francés Nicéforo Niepce, que dedicaba sus ratos de ocio á estudios científicos, abordó el problema de la reproduccion fotogénica de las imágenes de la cámara oscura. Pero tras un gran número de ensayos infructuosos, hubo de renunciar á sacar vistas naturales, monumentos ó paisajes á causa del mucho tiempo que invertian en recibir la accion luminosa las sustancias de que se valia. Hasta 1829, época de su asociacion con Daguerre, Niepce se limitó á la *copia fotográfica de grabados*; en cambio, logró fijar completamente las imágenes, problema que ni Charles, ni Wedgwood, ni H. Davy pudieron resolver. Hé aquí, en pocas líneas, en qué consistia su procedimiento.

Extendia con una muñequilla, sobre una placa de cobre plateada y muy bruñida, un barniz compuesto de betun seco de Judea disuelto en aceite de lavanda. La placa, calentada un tanto, quedaba entónces cubierta de una capa uniforme y blanquecina de barniz adherente á su superficie. En tal estado la ponía en el foco de la cámara oscura, y al cabo de un rato, aparecian en ella algunos indicios de la imágen. Para hacer más perceptibles aquellas líneas tenues, ocurriósele á Niepce la idea de meter la placa en una mezcla de aceite de lavanda y de petróleo; y en efecto, pudo notar que las regiones de la capa de barniz que *habian estado expuestas á la luz* quedaban casi intactas, al paso que las otras se disolvian rápidamente y dejaban en seguida descubierto el metal. Despues de lavar la placa con agua, se tenia la imágen formada en la cámara oscura, correspondiendo los claros á los claros y las sombras á las sombras (en una palabra, una *imágen positiva* del grabado). Los claros estaban formados por la luz difusa procedente de la materia blanquecina y sin brillo del betun; las sombras por las partes bruñidas y desnudas de la placa, pero con tal que estas partes *se reflejasen* en objetos oscuros; con tal que se las colocara en tal posicion que no pudiesen enviar *especularmente* al ojo una luz un poco viva. Las medias tintas, cuando las habia, podían resultar de la parte de barniz

el método de anotacion gráfica, M. Stanford pensó en valerse de la fotografía, y para ello se dirigió á M. Muybridge.

«M. Stanford, dice éste, me consultó con tal objeto y resolví secundarle en su tarea, encargándome de hacer una serie más completa de experimentos. A este fin hemos construido treinta cámaras oscuras de obturador eléctrico que deberán estar colocadas á 12 pulgadas unas de otras para fotografiar caballos. Nos proponemos reproducir todas las actitudes imaginables de atletas, caballos, bueyes, perros y otros animales cuando se estén moviendo.»

Los mismos experimentadores se proponen

reproducir tambien, si es posible, el vuelo de las aves, si bien temen tropezar por esta parte con mayores dificultades que las que puedan ofrecerles los demás animales. Miéntras tanto, los resultados que han obtenido fotografiando los movimientos y pasos del caballo son sobremanera notables. En las pruebas fotográficas de M. Muybridge se ve un caballo enganchado á un tilburí y corriendo á razon de 715 metros por minuto, y otro galopando con la considerable rapidez de 1142 metros por minuto. Las otras fotografías representan al mismo caballo fotografiado á intervalos sumamente cortos de $\frac{1}{20}$ de segundo por el primer paso y de $\frac{1}{30}$ por el segundo.

CAPÍTULO VIII

HELIOGRABADO—FOTOLITOGRAFIA

I

IMPRESION CON SALES DE ORO Y PLATA, Y CON GELATINA BICROMATADA

Desde la invencion de la fotografía, todos los esfuerzos de los investigadores se han encaminado hácia la solucion de este doble problema: obtener pruebas positivas inalterables; multiplicar el número de pruebas. Y en efecto, una vez obtenido el cliché ó negativo, el objeto que se ha de lograr es la impresion. Por este concepto, lo mismo sucede con la fotografía que con los demás medios de reproduccion, como grabado, litografía y tipografía.

Dejamos ya descrito el procedimiento de impresion de las pruebas positivas mediante las sales de oro y de plata (1), así como los

(1) El agente de esta clase de impresion es la luz, cuyas radiaciones, que ejercen, segun hemos dicho, acciones reductoras y oxidantes en ciertas sustancias, son el principio mismo de la foto-química, ó, lo que es igual si consideramos las aplicaciones de esta rama de la física, el principio de la fotografía. Completemos cuanto llevamos dicho acerca de este asunto.

La luz tiene la propiedad de descomponer ó reducir en sus elementos ciertas sales, como el nitrato de plata, los cloruros, bromuros y yoduros de los metales ménos oxidables, plata, oro, mercurio, platino, etc. Esto en cuanto á las acciones reductoras. El oxígeno y los cuerpos halógenos, iodo, bromo, etc., que propenden á abandonar los metales cuyos compuestos se hallan expuestos á la luz, tienen en iguales circunstancias cierta propension á fijarse en varias materias orgá-

medios empleados para la fijacion. Este procedimiento, además de ser costoso, tiene el grave inconveniente de que se alteran con facilidad las pruebas sacadas; pero como estas son las más hermosas y agradables á la vista, son tambien las más buscadas. Verdad es que se han hecho grandes progresos por lo que á su conservacion atañe, y tanto que hoy las pruebas hechas en buenas condiciones con cloruro de oro dan imágenes que duran fácilmente quince ó veinte años, cuando quince años atrás las pruebas obtenidas por este procedimiento apenas soportaban seis meses de exposicion á la luz.

nicas y combinarse con ellas: en este caso hay oxidacion. Sobreponiéndose los efectos de estos dos modos de accion, es decir, estando sometidas á la luz las materias orgánicas impregnadas de materias salinas, la influencia de estas resulta por lo mismo activada. Pero no es menester que los dos elementos de la mezcla se hallen expuestos simultáneamente á la luz; basta que uno de ellos reciba el efecto de esta para que se produzca la imágen, pero ésta no se revela sino cuando se hace intervenir el tercer elemento. Entónces aparece la prueba negativa; por lo que respecta á la positiva, claro está que se la debe al mismo modo de accion de la luz.

Añadamos una observacion interesante, y es que por lo regular hay reciprocidad entre las sustancias impresionables y las reveladoras. Por ejemplo, si se expone primero á la luz un papel impregnado de nitrato de plata, el ácido gálico ó sulfato de hierro revelará la imágen. Pero si por el contrario se pone al sol un papel impregnado de ácido gálico, el nitrato de plata servirá en seguida de sustancia reveladora.