

emitió la suya cuando se hizo público el descubrimiento de Daguerre, la acción de la luz debe ser puramente mecánica, y su efecto el de levantar ó resquebrajar la capa de yoduro de plata, á consecuencia de lo cual el mercurio se pone en contacto con la placa metálica, mientras que el yoduro no resquebrajado continúa impermeable. Examinando con el microscopio la capa mercurial depositada después de la tercera operación, reconoció el célebre químico que se compone de gránulos de mercurio muy irregulares, de un diámetro igual á la 800.<sup>a</sup> parte de un milímetro. Las partes blancas ó luminosas están cubiertas de estos gránulos; las sombras no tienen casi ninguno; las medias tintas tienen menos que los claros; en una palabra, los gránulos de mercurio aparecen depositados en cantidades proporcionales á las erosiones del yoduro de plata.

Otros físicos suponían lo contrario. En su concepto, la acción de las ondas luminosas descomponen en parte el mercurio, transformándolo en sub-yoduro que, puesto en contacto con el proto-yoduro de mercurio, da origen á yoduro rojo y á mercurio metálico. Según esta teoría, formulada en 1843 por Choiselet y Ratel, "los claros son producto de un polvillo sumamente tenue de amalgama de plata depositado simplemente en la placa, siendo el tono de aquéllos tanto más vivo cuanto más abundante y rico en plata es dicho polvo; por lo que respecta á los oscuros, son resultado del depósito de una plata extraordinariamente dividida, mezclada mecánicamente con una escasa cantidad de mercurio procedente del lavado."

Por lo demás, cualquiera que sea la verdadera teoría, y ya estén formados los gránulos de amalgama ó bien de mercurio metálico, su depósito sobre la superficie de la placa forma un conjunto inestable, siendo igual en ambos casos la necesidad de preservarlos de las alteraciones exteriores. De aquí resulta la importancia de la operación de dar fijeza á la imagen, cuya fijeza se conseguía en las pruebas daguerreotípicas, según hemos visto, extendiendo sobre ellas una tenue capa transparente de una sal de oro.

## CAPITULO VII

### FOTOGRAFÍA SOBRE PAPEL Y CRISTAL.

#### I

##### FOTOGRAFÍA SOBRE PAPEL. — INVENTO DE TALBOT. — SISTEMA BLANQUARD-EVRARD

Así como los nombres de Niepce y de Daguerre van indisolublemente unidos á la primera invención de la fotografía sobre placa metálica, así también los de Talbot y Blanquard-Evrard caracterizan el descubrimiento de la fotografía sobre papel: á los primeros les corresponde la gloria de haber concebido la idea; á los segundos la de haber realizado prácticamente y perfeccionado el procedimiento del inventor.

Aún no habían transcurrido dos años desde que Gay-Lussac y Francisco Arago presentaron á las Cámaras de los diputados y de los pares sus dictámenes sobre la invención del daguerreotipo, cuando Biot leyó en la Academia de Ciencias una carta de un sabio inglés, de Talbot, dando á conocer los medios que había descubierto para reproducir directamente sobre papel las imágenes de la cámara oscura. He aquí en qué consistía el sistema de Talbot:

"Con una solución de nitrato de plata en agua pura se lava una cara de una hoja de papel, haciendo en ella alguna señal para poder reconocerla, y se la deja secar. En seguida se la sumerge por espacio de dos minutos en un baño de yoduro de potasio. Luego, mezclando una solución de nitrato de plata con otra saturada de ácido pirogálico al cual se añade un poco de ácido acético, se forma *galonitrato de plata*, con el cual se lava el papel yodurado. Sumérgese en agua el papel humedecido de esta suerte, se le seca con papel secante, y se tiene ya el papel *calotipo*. Poniéndolo en el foco de la cámara oscura, bastará un minuto para que quede impresa en él la imagen, invisible todavía, pero que aparece con todos sus detalles cuando, después de lavar el papel con galonitrato de plata, se le somete á un calor suave. Para fijar la imagen, es preciso humedecerlo con una solución de bromuro de potasio, lavarlo otra vez y secarlo. Los dibujos fijados de este modo son transparentes, y se pueden sacar copias de ellos valiéndose de otra hoja de papel *calotipo* que se extiende sobre la imagen, exponiéndola así á la luz."

En este procedimiento volvemos á encontrar los mismos principios físicos que en los de Daguerre y Niepce. Se extiende sobre una hoja de papel una capa *sensible, impresionable* á la luz, y se la somete á su influencia en el foco de la cámara oscura; pero invisible aún la imagen al salir de ésta, necesita la acción de una substancia especial, de una operación que la *revele*, y luego, para preservarla de cualquier causa de destrucción ulterior, resta otra operación, la de *darle fijeza*.

Todos los procedimientos sucesivos de fotografía, y por cierto que son muchos, están basados en los mismos principios y requieren las mismas operaciones fundamentales.

¿Qué progreso, pues, marcaba en el nuevo arte el procedimiento de Talbot, que en un principio daba pruebas defectuosas por muchos conceptos? Vamos á verlo. Las placas de Daguerre eran costosas, incómodas yendo de viaje, de manejo nada fácil, y necesitaban mucho tiempo para reproducir la imagen. Esta, á pesar de su admirable limpieza y de lo fino de sus detalles, tenía el defecto de que su examen era difícil y de que no se la veía sino poniéndola á la luz de cierto modo: por último, no daba más que una prueba, siendo menester repetir la operación tantas veces cuantas eran las copias que se querían sacar de un mismo objeto. Por todas estas consideraciones, pero sobre todo por la última, la de la reproducción de copias con una misma prueba, el sistema de Talbot iniciaba un gran progreso en el arte de la fotografía, progreso que se ha realizado efectivamente en muy pocos años.

Primeramente el francés Blanquard-Evrard de Lila modificó el procedimiento de Talbot, logrando hacer pruebas sobre papel cada vez más perfectas, y á la par que perfeccionaba los resultados, hallaba medios de salir airoso con seguridad en sus trabajos, lo cual estaba muy lejos de suceder con el procedimiento antes descrito. Describamos sucintamente su método.

Lo propio que el de Talbot, este método comprende dos operaciones principales: en primer lugar, se obtiene con la cámara oscura una prueba *negativa* de la imagen que se reproduce, es decir, una imagen inversa, estando figurados los claros por *negros* ó sombras, y las sombras por *claros*, y todas las medias tintas por mezclas en proporción exacta de estos colores extremos; con esta prueba negativa se sacan pruebas *positivas* en que la imagen recobra su apariencia normal y que pueden ser tantas como se quiera.

La prueba negativa se hace sobre papel sensible, consistiendo sobre todo en la pre-

paración de este papel el progreso realizado por Blanquard-Evrard. En lugar de extender la capa sensible por la superficie únicamente, impregnaba todo el papel de yoduro de plata; ponía la hoja, húmeda todavía, entre dos cristales, y la colocaba así en el foco de la cámara oscura. He aquí, por lo demás, cómo preparaba el papel fotogénico. Escogía papel de cola, delgado, liso y bien homogéneo, poniéndolo por una de sus caras sobre una solución de nitrato de plata, cuidando de que el líquido no mojase la otra cara y de que el contacto se efectuase sin que se interpusiera ninguna burbuja de aire. A los pocos minutos extendía el papel sobre un cristal, con la cara húmeda hacia arriba, y lo dejaba secar en la obscuridad. Una vez seco el papel, lo sumergía en una solución de yoduro y de bromuro de potasio, y operándose en él una doble descomposición química, formábase á la vez yoduro y bromuro de plata, sustancias impresionables ambas que penetraban todo el espesor del papel.

Empleando el fotogénico cuando está húmedo todavía, se obtiene rápidamente la imagen, cosa indispensable principalmente para reproducir objetos animados, y en especial para hacer retratos. El papel seco requiere más tiempo de exposición á la luz, y se hace uso de él, en viaje, para fotografiar paisajes y monumentos.

Cuando se saca el papel de la cámara oscura, no se ve nada en su superficie, como en las pruebas daguerreotípicas. Pero aquí el *revelador* es una solución de ácido gálico ó pirogálico, en la cual se sumerge la hoja de papel. Este ácido orgánico reduce las sales de plata dondequiera que la luz ha ejercido su acción, y las partes impresionadas por ella se cubren de una tinta negra de galato de plata tanto más marcada cuanto más viva ha sido la acción de la luz. La prueba es, pues, negativa. Para que la luz no la altere, se la lava en una solución de hiposulfito de sosa ó en un baño de bromuro de potasio, con lo cual desaparecen las sales de plata que no han sido descompuestas y la imagen queda fija.

Con la imagen negativa hecha de este modo se sacan pruebas positivas, lo cual se consigue por un procedimiento análogo al que servía primitivamente á Niepce para copiar grabados. Se impregna de cera la prueba negativa para dar al papel diafanidad y aun transparencia. Basta entonces poner esta prueba sobre una hoja de papel sensible, y colocar una y otra entre dos cristales, exponiéndolas á la luz directa del Sol, ó á la difusa. La influencia de la luz hace que la hoja de papel sensible resulte impresionada bajo los blancos de la prueba negativa, de suerte que en la superficie de aquel se forma una imagen positiva, la cual es al principio invisible, pero que no tarda en aparecer merced al ácido pirogálico, lo propio que apareció la prueba primitiva.

## II

## FOTOGRAFÍA SOBRE CRISTAL ALBUMINADO

La fotografía sobre papel se popularizó con rapidez, y si en un principio eran sus pruebas mucho menos finas que las placas daguerreotípicas, si los detalles minuciosos de las pruebas sobre metal desaparecían á causa del grano y de la textura fibrosa del papel, en cambio las nuevas imágenes eran más apreciadas por los artistas. Por lo demás, en esta segunda fase del arte fotográfico, los progresos se multiplicaron con asombrosa rapidez.

Primeramente se hicieron pruebas sobre papel encerado, gelatinado, en cuya tersa superficie se reproducían los más diminutos detalles. Pero un descubrimiento hecho por

Niepce de San Víctor, sobrino de Nicéforo, imprimió á la fotografía una nueva marcha, que es la que generalmente se sigue. En lugar de valerse, como Daguerre, de una placa metálica, ó como Talbot y Blanquart-Evrard, de una hoja de papel para extender en él la capa sensible, Niepce de San Víctor logró depositar la substancia impresionable sobre una placa de vidrio, sobre un cristal muy terso, sacando con él una prueba negativa. La transparencia del cristal, su inalterabilidad, la tersura de su superficie, su baratura, todos estos motivos han inducido poco á poco á los fotógrafos á sustituirlo á las placas metálicas de Daguerre y al papel sensibilizado. Pero antes de pasar á ocuparnos del sistema usado después, la fotografía sobre colodión, describamos en pocas líneas el procedimiento de Niepce de San Víctor.

La capa sensible de que cubría la placa de cristal era un líquido compuesto del modo siguiente: albúmina hecha con claras de huevos bien batidas; yoduro de potasio, 1 por 100; agua, 25 por 100. Después de extender con uniformidad una capa de esta mezcla sobre el cristal, lo ponía á secar en la obscuridad, lo cual requería casi un día. Entonces la sumergía en una solución de acetato de plata, y tenía ya una placa apta para recibir la acción de la luz, bastando una exposición de quince á treinta segundos en el foco de la cámara oscura.

Obtenida la prueba negativa, se sacaban pruebas positivas, como lo hemos dicho anteriormente, sobre papel, y aunque se advertía en ellas el inconveniente del grano, mediaba la diferencia considerable de que, estando exenta de él la prueba primitiva, la finura de los contornos, de los rasgos y de los matices es perfecta, y de que esta finura no sufre alteración más que una vez en lugar de dos.

Por lo demás, también es fácil evitar este inconveniente sacando pruebas positivas sobre cristal albuminado, y así se hace sobre todo con las que se destinan á los estereoscopios, pues la transparencia es una condición para el examen estereoscópico por la luz transmitida.

## III

## FOTOGRAFÍA SOBRE COLODIÓN Y GELATINO-BROMURO

Schœnbein descubrió en 1846 un producto que llamó sobre manera la atención de los sabios y del público. Creyóse por un momento que esta substancia, conocida con los nombres de *fulmicoton*, *algodón-pólvora* ó *piroxilina*, destronaría la pólvora común. Se prepara la piroxilina de un modo muy sencillo, mojando durante medio minuto algodón cardado en ácido nítrico monohidratado, lavándolo luego con agua pura y secándolo al aire. Se disuelve en una mezcla de alcohol y éter.

Esta disolución, empleada en cirugía y en medicina, es lo que se llama *colodión*. El fotógrafo inglés Archer consiguió en 1851 sustituir el colodión á la albúmina en la preparación de las placas de cristal que servían para sacar pruebas negativas. El papel que desempeñan la albúmina y el colodión es el mismo, pero las fotografías hechas con el segundo necesitan menos tiempo que con la primera y se obtienen efectos instantáneos, por decirlo así. Por lo tanto, es posible reproducir vistas en que haya seres animados, copiar la expresión de la fisonomía en los retratos, representar cuerpos en movimiento, como las nubes impelidas por el viento, las olas de un mar agitado, los animales, etc.

Los procedimientos de fotografía sobre colodión se han variado de mil modos: indi-

cando lo más esencial de uno de ellos, haremos comprender los demás, pero debemos advertir que en este sistema, lo mismo que en el daguerreotipo y que en la fotografía sobre papel y sobre cristal albuminado, hacemos caso omiso del detalle de las manipulaciones, por más que no carezca de importancia, pues con frecuencia es condición indispensable del buen éxito. Como no nos proponemos escribir un manual, ni siquiera en extracto, de fotografía, sino dar á conocer los principios físicos de este arte tan generalizado hoy día, el lector sabrá apreciar los motivos de nuestra reserva.

He aquí una fórmula de colodión normal, es decir, tal cual se le prepara antes de mezclar las substancias que deben contribuir á la producción de la capa sensible:

Eter sulfúrico rectificado. . . . .	600
Piroxilina. . . . .	12
Alcohol á 40 grados. . . . .	300

El licor yodurado es una solución alcohólica de yoduros de potasio, cadmio, amonio y de bromuros de los mismos metales, á los que se añade un diminuto fragmento de yodo. El líquido formado con la mezcla de estas dos soluciones se extiende sobre un cristal muy limpio, como se hace con la albúmina. Poco antes de que se seque esta capa, se sumerge rápidamente el cristal en un baño de nitrato de plata. La formación de yoduro y bromuro de plata que de esto resulta produce una capa de apariencia blanquecina y opaca, que es la capa fotogénica. Esta operación se hace siempre en la obscuridad.

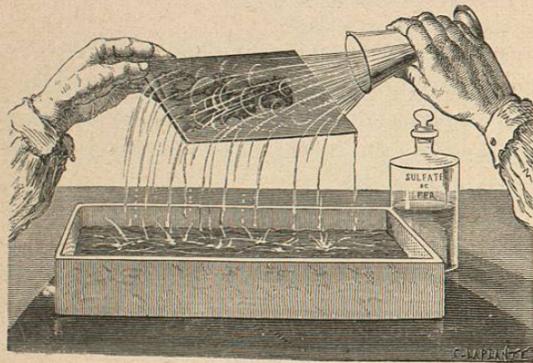


Fig. 698.—Aparición de la imagen

Entonces se pone la placa en el bastidor de la cámara obscura, y se puede ya operar, es decir, exponerla á la acción de la luz. En pocos segundos (1) se produce la impresión, y sólo resta someter la prueba á las operaciones de desarrollo y fijación de la imagen, lo cual se consigue con una disolución acuosa de sulfato de hierro mezclado con unas cuantas gotas de ácido pirogálico, y lavándola en seguida con hiposulfito de sosa: esta última operación quita del negativo el excedente de nitrato de plata que de lo contrario se ennegrecería á la luz y alteraría la imagen.

Albuminando previamente la placa antes de extender sobre ella la capa de colodión, se puede operar muchos días después de la preparación. Este es el procedimiento de Taupenot con colodión seco.

Obtenida ya la prueba negativa, se procede conforme hemos dicho para sacar pruebas positivas.

La fotografía sobre colodión ha quedado hoy relegada á los procedimientos para la fototipia y el fotograbado, pues la mayoría de los fotógrafos emplean los negativos

(1) El tiempo ó el número de segundos que debe permanecer el cristal expuesto á la acción de la luz es sumamente variable y depende de una porción de condiciones que sólo puede apreciar el operador, de la vivacidad de la luz que da en los objetos que se han de reproducir, la calidad del colodión, los colores de los objetos, etc.

por el gelatino-bromuro de plata y los positivos por medio del carbón. Con los primeros se abrevia el tiempo de exposición, tanto que es instantáneo, y con los segundos se da á las pruebas obtenidas una fijeza permanente é inalterable no conseguida con ningún otro sistema.

Maddox fué quien hizo los primeros ensayos en 1871 para obtener placas sensibles con una emulsión de bromuro de plata en la gelatina, y Bennett en 1878 descubrió que mediante una ebullición prolongada esta preparación puede adquirir una sensibilidad extraordinaria, circunstancia apreciable que ha generalizado su uso.

Para preparar las placas por este método se las cubre en caliente con la emulsión de gelatina y bromuro de plata, dejándolas secar en completa obscuridad: en este estado se las puede guardar por tiempo indefinido sin que pierdan su sensibilidad. La fórmula más usada para esta emulsión es la siguiente debida á Davanne:

Agua. . . . .	100 gramos
Bromuro de amonio. . . . .	3 —
Nitrato de plata. . . . .	4'50—
Gelatina. . . . .	7 —

Como revelador se usa un compuesto de las dos soluciones siguientes:

Agua destilada. . . . .	1000 gramos
Oxalato negro de potasa. . . . .	300 —

ó bien este otro:

Agua destilada. . . . .	1000 gramos
Sulfato de hierro. . . . .	125 —

Se fijan las pruebas con hiposulfito de sosa como las otras, y luego se las tiene diez minutos sumergidas en una disolución de alumbre al 10 por 100, lavándose en seguida con cuidado para eliminar todo residuo de hiposulfito.

El procedimiento con carbón está basado en la insolubilidad de la gelatina bicromatada en los puntos impresionados por la luz. Más adelante nos ocuparemos de él.

#### IV

##### EL APARATO ÓPTICO DEL FOTÓGRAFO

Ahora que ya hemos dado una idea de los principales métodos de fotografía que se han sucedido desde la invención de Niepce y Daguerre, conviene tratar de un punto común á todos y entrar en algunos detalles sobre el aparato óptico, es decir, sobre la disposición de la cámara obscura con sus accesorios más esenciales.

La cámara obscura se compone de una caja rectangular de madera, que descansa sobre una tabla de rebordes salientes, y formada de dos ó tres cajones que encajan unos en otros, de modo que haciéndolos correr entre dichos rebordes se puede alargar ó acortar en sentido horizontal una de las dimensiones de la caja. En lugar de cajas de varios compartimientos, se hace mucho uso de cámaras obscuras cuyas paredes, á modo de fuelle, se alargan ó acortan con facilidad (fig. 701).

En la cara anterior de la cámara obscura (fig. 699) hay una abertura en la cual encaja el objetivo, es decir, el tubo AB que contiene los vidrios ó lentes que han de producir una imagen real de los objetos.

La cara posterior de la cámara oscura está hecha de modo que por una ranura puede introducirse el bastidor G en el cual se pone el papel ó la placa de cristal en la que la luz debe estampar la imagen. Pero antes de dar acceso á la luz hasta la placa

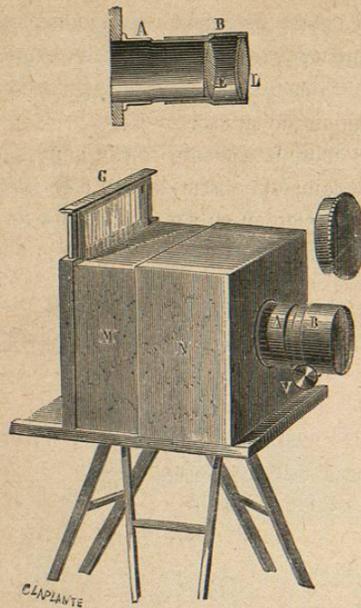


Fig. 699.—Cámara oscura fotográfica

sensibilizada, es menester cerciorarse de que la imagen está á foco, lo cual efectúa el operador poniendo ante todo en el bastidor un cristal deslustrado en cuya superficie se pinta la imagen, pudiéndosela ver por transparencia. Si esta imagen carece de nitidez, es prueba de que el cristal no está á foco, y entonces se corrige este defecto acercando ó retirando los cajones de la cámara oscura, según que sea preciso acortar ó alargar la distancia para encontrar el foco exacto: esto es lo que se llama *poner á foco*, operación semejante en todo á la que hemos indicado respecto del ocular de los instrumentos de óptica, microscopios ó telescopios.

La limpieza de la imagen depende de la bondad del objetivo, que debe ser acromático y sin la menor aberración de esfericidad.

Las figuras 702 y 703 representan el interior de varios objetivos, unos simples y otros de vidrios combinados. Los primeros necesitan tener un diafragma de escasa abertura para evitar la aberración de esfericidad, la cual cambiaría en

la imagen las líneas rectas del natural en otras más ó menos curvas. Siendo poca la cantidad de luz que pasa por una abertura reducida, este objetivo requiere mucho tiempo de exposición, haciéndose uso de él más especialmente para sacar vistas de paisajes y monumentos, reproducciones de objetos inanimados, de naturalezas muertas, como se dice en estilo artístico.

En el objetivo de vidrios combinados (figura 703), cuyo diafragma está situado detrás de las lentes, se puede introducir mayor cantidad de luz, y se usa con preferencia para retratar, porque no requiere tanto tiempo de exposición.

En el daguerreotipo, la imagen se formaba tal cual es, pero invertida, en la placa misma, y volviendo esta placa de arriba abajo para ver recta dicha imagen, resultaba ésta simétrica del objeto, es decir, todo lo de la derecha se veía á la izquierda y recíprocamente.

Para que la imagen saliera recta, se adaptaba al objetivo un espejo inclinado  $45^\circ$  ó un prisma en el que se efectuaba la reflexión total sobre la cara hipotenusa. La foto-

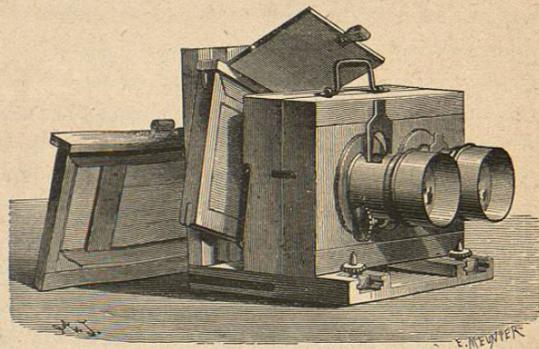


Fig. 700.—Cámara oscura de doble objetivo

grafía sobre cristal no exige esta precaución, puesto que la prueba negativa es la que resulta invertida y simétrica, y volviéndola para sacar la prueba positiva, ésta sale en su posición normal.

Durante los primeros años que siguieron al descubrimiento de Daguerre, los observadores más hábiles veían frustrados sus esfuerzos á pesar del cuidado que ponían al hacer las varias manipulaciones que constituían el procedimiento, y muy rara vez sacaban pruebas que tuviesen la nitidez de la imagen que acababan de observar en el cristal deslustrado. Creyóse en un principio que esto consistía en la dificultad de hacer coincidir rigurosamente el plano de la placa con el plano deslustrado del cristal. El fotógrafo Claudet procuró remediar este último inconveniente y lo consiguió, pero el resultado fué contrario á lo que se prometía, pues las pruebas que obtuvo fueron siempre confusas, mal definidas. A fuerza de investigaciones dió con la causa de este mal éxito: consistía en que el foco luminoso ó visual no coincide con el foco de los rayos químicos, con el foco fotogénico, falta de coincidencia que depende á la vez de la naturaleza de los objetivos, de la distancia de los objetos y de la intensidad de la luz.

El problema ha sido resuelto después prácticamente por los ópticos, que construyen objetivos en los cuales el foco fotogénico coincide con el foco visual. Cuando el objetivo,

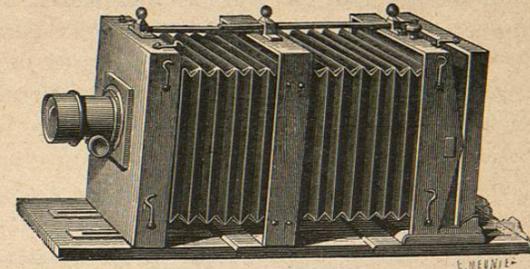


Fig. 701.—Aparato fotográfico de fuelle

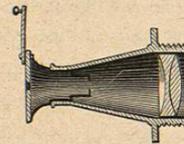


Fig. 702.—Objetivo simple

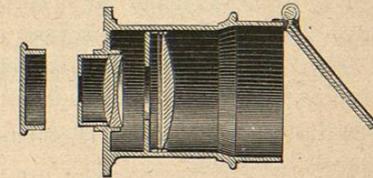


Fig. 703.—Objetivo compuesto

de un aparato no tiene esta propiedad, conviene que el fotógrafo le estudie con cuidado y que, á fuerza de probarlo, llegue á conocer la posición en que la imagen estampada en el cristal deslustrado coincide con el foco fotogénico, de suerte que produzca en el cristal sensibilizado la imagen más perfecta posible.

Antes de terminar, debemos decir que las cualidades de un buen objetivo deben variar con el empleo á que se le destina. "El objetivo es el alma del aparato, dice M. Davanne; para que fuese perfecto, debería reunir tantas condiciones, con frecuencia opuestas, que en un solo instrumento no caben todas, por cuya razón ha sido menester crear objetivos de varias clases, según los servicios que se había de exigir de ellos. Para los