

y de morado en el morado. La tinta rojiza pasa al púrpura, al rojo extremo y aun llega más allá de la raya A de Fraunhofer; la tinta morada continúa mucho más allá de H, debilitándose gradualmente. Dejando que prosiga la acción del espectro, las tintas se oscurecen y la imagen acaba por adquirir brillo metálico, desapareciendo entonces los colores.,,

Los colores obtenidos de este modo se conservaban algún tiempo en la obscuridad, pero desaparecían al herirlos la luz del día y Becquerel no consiguió fijarlos.

Cosa curiosa: la luz blanca se imprimía en negro en la placa; pero, recociendo la placa á una temperatura de 80 á 100 grados, dicha luz producía una impresión blanca.

Becquerel puso sobre la placa clorurada un grabado iluminado, y teniéndola bastante tiempo expuesta á la luz solar, obtuvo la reproducción de los colores de la imagen; pero era preciso interponer una pantalla de sulfato de quinina para impedir la acción de los rayos ultra-morados, que habrían dado á toda la imagen un color ceniciento.

Entre las tentativas hechas con el mismo objeto que la de Becquerel, debemos hacer mención de las de Poitevin, que ha reproducido la mayor parte de los colores del espectro, principalmente el rojo, el anaranjado y el amarillo, en un papel impregnado de una sal de plata y cubierto de una capa formada por una solución de un bicromato alcalino, mezclada á su vez con una disolución saturada de sulfato de cobre y otra al 5 por 100 de cloruro de potasio. El papel así preparado, expuesto 10 minutos al sol al través de una pintura sobre cristal, reprodujo los colores de ésta.

Por desgracia estos resultados, que ofrecen gran interés bajo el punto de vista científico, no han podido entrar en la práctica del arte fotográfico. Los colores dados por la luz no subsisten en la placa sensible sino mientras se los conserva en completa obscuridad; no se los puede observar sino muy de prisa, y si les da la luz del día, se disipan al punto. Cuantos esfuerzos se han hecho hasta aquí para fijarlos han fracasado.

No pudiendo resolver íntegramente el problema, se ha apelado á otros medios. Inspirándose algunos físicos en las operaciones de la cromolitografía, han tratado de obtener separadamente los colores cuya combinación es susceptible de reproducir los colores de los objetos. Con tres pruebas, una de las cuales dé el rojo, otra el amarillo y otra el azul, se podría por superposición ó reunión obtener los colores compuestos. Los fotógrafos Cros y Ducos du Haurón indicaron cada uno de por sí esta solución.

Según el *Anuario fotográfico* de M. Davanne, el procedimiento de M. Ducos consiste en lo siguiente:

Se hacen ante todo tres pruebas negativas, una de las cuales ha de servir para el positivo rojo, otra para el amarillo y la tercera para el azul. "Para hacer el negativo azul, es preciso eliminar todas las tintas azules simples ó compuestas del objeto que se ha de reproducir para que no ejerzan acción alguna en la capa sensible: con este fin se sacará la prueba al través de un cristal rojo-anaranjado. Después de un tiempo de exposición que sin duda debe ser bastante largo, se obtiene una imagen en la cual el color azul y sus compuestos ejercen solamente una acción muy débil en la capa sensible, al paso que el amarillo sale muy marcado. El clisé que representa el negativo del rojo se obtiene eliminando los rayos de este color con un cristal verde, y para el amarillo se saca la prueba interponiendo un cristal morado.

„Cada uno de estos tres clisés sirve para hacer una prueba positiva que se puede sacar con mezclas de gelatina y bicromato de potasa añadiendo á ellas la materia colorante necesaria, ya sea una mezcla roja, ya amarilla ó bien azul. Dispuestas las superfi-

cies gelatinadas sobre soportes transparentes, se las impresiona bajo los clisés correspondientes. El que se obtiene con el cristal azul morado se pone sobre la capa amarilla y por medio del lavado resulta una prueba monocroma amarilla; el que se saca con el cristal verde se coloca sobre la gelatina roja, y el hecho mediante la interposición del cristal rojo anaranjado, sobre la gelatina azul. Después de la exposición á la luz, desarrollo y desecación de las imágenes, sobreponense éstas y dan la prueba policroma, con toda la serie de las degradaciones de tintas.,,

Las pruebas hechas por Ducos du Haurón demuestran que todo sucede conforme lo indican las ideas teóricas que le han inducido á formular su procedimiento. Es, como se ve, un resultado interesante, pero aún falta mucho para que el verdadero sistema de dar fijeza á los colores naturales quede resuelto.

El sistema de M. Cros no difiere en principio del que acabamos de describir: consiste en sacar tres clisés de la pintura que se quiere reproducir, el primero al través de una pantalla *verde*, el segundo al través de una *morada*, y con una *anaranjada* el tercero. Las pantallas son cubetas planas ó cristales que contengan las indicadas sustancias coloradas. A fin de compensar el desigual poder actínico de estas luces, el inventor impregna las placas sensibles de ciertas sustancias colorantes orgánicas, como la clorofila, la cartamina y la cúrcuma. La capa sensible está constituida á su vez por un colodión que contiene 3 por 100 de bromuro de cadmio, metido en un baño de 100 partes de agua y 20 de nitrato de plata. Después del lavado, se sumerge en una solución de bromuro de potasio y la capa queda entonces impregnada de la sustancia orgánica.

La imagen heliocromática definitiva se obtiene en seguida tirando con los tres negativos hechos de este modo los tres colores rojo, amarillo y azul cuya superposición debe dar las diferentes tintas coloradas del cuadro.

## CAPÍTULO IX

### APLICACIONES DE LA FOTOGRAFÍA

#### I

#### APLICACIONES DE LA FOTOGRAFÍA Á LAS ARTES Y Á LAS CIENCIAS FÍSICAS Y NATURALES

Tales son, en sus caracteres más esenciales, los procedimientos de este arte nuevo, que constituye una de las aplicaciones más singulares de las leyes de la física combinadas con las de la química. Tales son los principales progresos realizados desde la época de Daguerre. Por supuesto que aquí nos hemos limitado á dar una idea de los varios métodos que constituyen la práctica fotográfica, procurando relacionarlos con los principios de la ciencia; pero no queda explicado todo cuanto se refiere á las reacciones originadas por la influencia de las ondas luminosas, incumbiendo á los físicos y químicos más bien que á los fotógrafos de profesión, por hábiles que sean, la tarea de disipar la obscuridad que todavía reina sobre este punto.

La fotografía, tal cual es, ha prestado ya eminentes servicios á las artes y á las ciencias, y aun, por más de un concepto, es á su vez un arte que exige raras cualida-



des de habilidad técnica por parte de cuantos lo cultivan. La elección de asuntos, lo mismo en los retratos que en los paisajes, el arreglo de las actitudes y posiciones, el estudio de la iluminación más favorable para una reproducción verdaderamente artística, suponen facultades que la educación puede desarrollar si el sentimiento íntimo preexiste, pero de que no están dotados todos los prácticos, por familiarizados que estén con las manipulaciones fotográficas.

Por lo que atañe á los servicios prestados por la fotografía á las artes y á las ciencias, repetimos que son incontestables. Gracias á ella, se han reproducido con irreprochable fidelidad los productos del arte en todos los países del mundo, y tanto por lo que respecta á las vistas de monumentos arquitectónicos como á las obras de escultura.

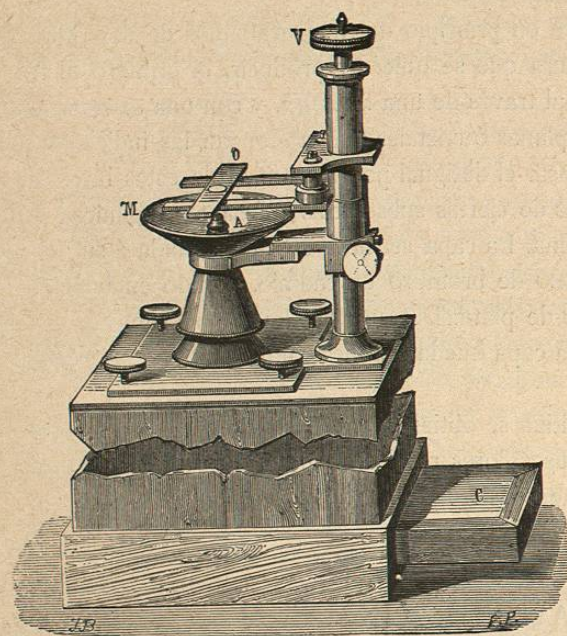


Fig. 710.—Microscopio fotográfico

Todos los objetos de relieve salen con una limpieza en sus detalles y en su conjunto, con una exactitud en el dibujo con la que apenas puede competir el grabado, y que nunca podrá sobrepujar. Por otra parte, las vistas fotográficas de esta clase son los más útiles auxiliares del dibujante, pintor ó grabador. No podemos decir otro tanto por lo que se refiere á los cuadros pintados, porque los colores de éstos no ejercen la misma acción fotogénica en las sustancias impresionables; así es que los azules salen mas claros, los amarillos y verdes resultan negros por lo común, de suerte que la reproducción de una pintura al óleo, buena por el dibujo, es por lo común mediana en cuanto al color, pero también es

cierto que las copias de esta clase son tan exactas que las copias pintadas jamás podrán competir con ellas en lo relativo á la fidelidad del dibujo y del conjunto (1).

La fotografía reproduce admirablemente los facsímiles de los grabados antiguos ó raros cuyas planchas originales se han perdido ó deteriorado, y por este concepto presta y seguirá prestando siempre á los artistas y aficionados grandes servicios.

Si pasamos ahora á las aplicaciones de la fotografía á las ciencias positivas, físicas y naturales, la cuestión es distinta que considerada desde el punto de vista puramente artístico.

La geografía, la etnología y la antropología son las primeras que se aprovechan de ella. La reproducción de sitios pintorescos, de las montañas y su perfil, de sus disposiciones naturales, la de ciudades, monumentos, puertos, habitantes de diferentes países,

(1) Los artistas empiezan á apreciar todas las ventajas con que les brinda la fotografía para la vulgarización de sus obras, y ahora son ya muy pocos los que acuden para ello al grabado en madera. Aquel medio les proporciona en efecto muchos recursos, con una rapidez de ejecución de que no es capaz el grabador. Así es que ahora se envían á las galerías fotográficas cuadros, dibujos á la pluma, al lápiz, al esfumino, y según el gusto ó las intenciones del artista, salen reproducidos por los varios sistemas fotográficos. (Davanne.)

y sus trajes, objetos de toda clase, utensilios, armas, etc., no tienen ya nada que temer de la poca destreza de un dibujante, de la falta de veracidad, unas veces involuntaria y otras voluntaria, de los narradores y de los viajeros, pues el procedimiento no admite exageración alguna, ni lisonja ni menoscabo. ¡Qué recurso tan precioso, sobre todo para los antropólogos que han podido reunir los tipos verdaderos de las razas humanas y de sus innumerables variedades!

La historia natural, la medicina, la anatomía y la fisiología no deben tener menos interés por las aplicaciones de la fotografía á causa de los infinitos recursos que ésta puede proporcionarles para sus estudios especiales. Las preparaciones que no se pueden conservar sino á costa de grandes dispendios, las anomalías vegetales ó animales ó hu-



Fig. 711.—Una pulga. Copia de una fotografía microscópica

manas, reproducidas por la luz con sus verdaderas formas, con sus más minuciosas particularidades, multiplicadas así para los sabios, multiplicarán á su vez los asuntos de estudio, sirviendo de segura base para la discusión de los hombres de ciencia. Gracias á la fotomicrografía y á los procedimientos de amplificación, el estudio de los tejidos animales y vegetales, el de los seres infinitamente pequeños revelados por el microscopio, recibe y recibirá un socorro inmenso, por razones que juzgamos innecesario aducir. Lo que hemos dicho respecto del hombre y de las razas humanas podemos decirlo también de las innumerables especies animales y vegetales, que saben sin duda reproducir algunos dibujantes de rara habilidad, pero á costa de tiempo y de trabajo. Además éstos dibujantes de talento son muy escasos. No es posible que cada explorador, cada viajero de cuantos cruzan por esas comarcas no exploradas, ó poco conocidas, posea ese arte difícil. Provistos en cambio de un aparato fotográfico con las sustancias convenientes, pueden reunir con muchísimo menos tiempo y trabajo una considerable colección de documentos cuyo principal mérito consistirá en la fidelidad del agente que los ha proporcionado, fidelidad que no puede ponerse en duda.



## II

## LA FOTOGRAFÍA APLICADA Á LA ASTRONOMÍA

La fotografía ha podido pasar de lo infinitamente pequeño á lo infinitamente grande; los fenómenos celestes no se han eximido de su acción. Se ha fotografiado el Sol y sus manchas, la Luna y sus montañas, los eclipses y las particularidades físicas que han presentado, y se han hecho ensayos fotográficos respecto de los planetas y de las constelaciones.

Todavía no podemos calcular los servicios que la astronomía puede reportar de tan maravilloso arte; pero cualquiera que sea la importancia de los que éste le ha prestado ya, tal vez no siempre se ha comprendido la verdadera misión de la fotografía astronómica y la influencia que puede ejercer en los progresos de la ciencia misma. No todos los astrónomos están de acuerdo acerca de este punto, y creemos que se leerán con interés las observaciones y reservas hechas por un astrónomo de tanto saber y experiencia como modestia, el autor de la *Selenografía*, el venerable Mædler. Añadiremos á estas observaciones un breve resumen de los progresos realizados por la fotografía celeste en tan corto espacio de tiempo, y así podrá el lector formarse una idea del camino que resta aún por recorrer para que se realicen las esperanzas concebidas.

„La mayoría de las personas que me escuchan, dice Mædler, recordarán tal vez que inmediatamente después del descubrimiento de la fotografía se concibieron esperanzas únicamente comparables con las concebidas por Descartes y sus contemporáneos á raíz del descubrimiento de los anteojos astronómicos. La gente se condolía entonces de los pobres sabios que habían pasado toda su vida observando, midiendo y dibujando sin tregua ni reposo. Suponíase que no tan sólo se debería hacer lo mismo sin trabajo y en mucho menos tiempo, sino también obtener resultados mucho más exactos, mucho más detallados que antiguamente. La determinación de la superficie de la Luna, tarea que me ha costado siete años, debería hacerse mejor en siete segundos.

„Treinta años han transcurrido ya desde el descubrimiento de Daguerre: ¿hasta qué punto se han realizado tan ambiciosas esperanzas?

„Warren de la Rúa en Inglaterra, William Cranch Bond en América, y otros, han acometido animosamente la empresa: han adaptado poderosos anteojos astronómicos á aparatos fotográficos, y conseguido simultáneamente dar á sus aparatos, durante el corto intervalo de tiempo que se necesita para hacer los clisés, el mismo movimiento que los cuerpos celestes cuya imagen se proponían observar. De este modo se han fotografiado las diferentes fases de la Luna; pero sus detalles han sido muy inferiores á los que puede determinar un observador hábil. Bond se ha ocupado de las estrellas fijas, y disponía de un anteojo astronómico con el que podía ver estrellas de 14.<sup>a</sup> magnitud; pero no ha podido sacar sino imágenes muy débiles, apenas visibles, de estrellas de quinta magnitud.

„Verdad es que podría citar preciosos cuadros que debemos á la fotografía astronómica; pero no son los detalles del cielo estrellado los que podremos reproducir y conservar de este modo, sino los fenómenos relativos á los objetos conocidos hace ya mucho tiempo y que reflejan una fuerte luz.

„Citaré, en primer lugar, las manchas del Sol, cuya fotografía sólo requiere una pequeña fracción de segundo, y que se han reproducido con gran nitidez. Con todo,

aun en esta circunstancia no se consigue fijar los detalles que pueden reproducir los buenos observadores acostumbrados á estos fenómenos; pero sí se obtiene una imagen del Sol para un momento determinado, y, si se nos permite valernos de una expresión de sir John Herschel, se obliga al Sol á escribir su propia historia.

„Estos experimentos serán, ó hablando con más propiedad, han sido ya muy útiles, particularmente en los eclipses totales de Sol. No hay dibujante, por listo que se le suponga, que pueda hacer en dos ó tres minutos, duración ordinaria del fenómeno, lo que Warren de la Rúa ha hecho en España cuando el último eclipse de Sol, porque, suponiendo que todo esté ya preparado, se pueden hacer, no tres, sino doce ó quince foto-



Fig. 712.—Fotografía celeste. Circus lunares

grafías de un fenómeno que tan rápidamente desaparece. Para los planetas, aun para los mayores, la fotografía no está muy en uso y nos enseñará pocas cosas nuevas. El experimento será todavía menos útil cuando se le aplique á las estrellas. Se ha fotografiado el grupo de las Pléyades y de Orión, pudiéndose conocer bien estas constelaciones en la fotografía hecha; pero una persona de buena vista, sin necesidad de recurrir á anteojos ni telescopios, veía más cosas en el cielo de las que aquélla le mostraba.

„Nos damos el parabién por el nuevo medio de estudio que muchos observatorios, entre los cuales citaremos el de Wilna, poseen de un modo completo ó poco menos; pero sin creer á pesar de ellos que su auxilio pueda ensanchar la esfera de acción de la astronomía práctica, ni que el descubrimiento de la fotografía llegue á causar en el arte de las observaciones una revolución tan grande como la que en él ocasionó el invento del anteojo astronómico.

Por las fotografías publicadas á la sazón de algunas porciones de la Luna, se podía juzgar de la exactitud de las apreciaciones de Mædler, á lo menos en la época (1868)



en que dió la conferencia de la que acabamos de reproducir un fragmento; comparando un facsímile de la carta selenográfica dibujada por tan ilustrado astrónomo con una reproducción de una hermosa fotografía lunar ampliada, hecha por Warren de la Rúa, veíase que en ésta el contraste de luces y sombras marcaba admirablemente el relieve de la superficie, pero sin distinguirse una porción de detalles topográficos de sumo interés que el astrónomo, auxiliado por instrumentos de gran alcance, había trazado con claridad y que hacen de su magnífica carta de la Luna un precioso monumento para los futuros estudios de selenografía.

Esto no obstante, gracias á los perfeccionamientos introducidos posteriormente en los aparatos, se ha podido sacar fotografías de la Luna mucho más precisas, aun cuan-

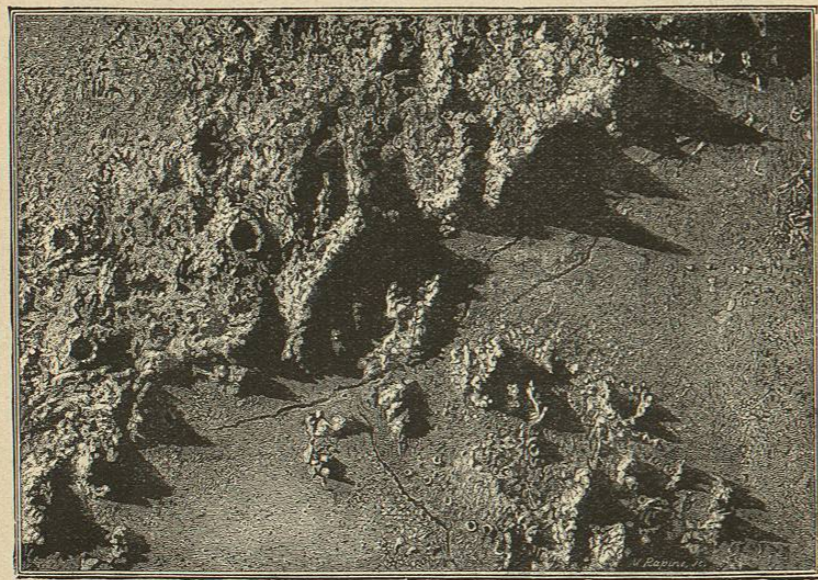


Fig. 713.—Fotografía celeste. Montañas lunares

do, según observa con razón M. Faye, no dispensen ni del auxilio de un mapa de la Luna bien hecho, como el de Beer y Mædler ó también el de Schmidt, ni del estudio de dicho astro por medio de poderosos telescopios. El astrónomo americano Rutherford ha hecho hermosas fotografías del disco lunar con un objetivo acromático de 13 pulgadas de diámetro, al cual iba unida una tercera lente cuya densidad y curvatura habían sido calculadas de modo que dieran al conjunto el acromatismo químico.

El objetivo de Rutherford, adaptado á un anteojo ecuatorial movido por un excelente aparato de relojería, dió un negativo de unas 4 pulgadas (101 milímetros) de diámetro, del cual se sacó una prueba positiva del mismo tamaño. El tiempo de exposición, de un cuarto de segundo en el plenilunio, fué de dos segundos en los cuartos creciente ó menguante. Por último, expuesto el positivo en un aparato de amplificación á la luz solar convergente, dió las magníficas fotografías de la Luna que conocen hoy todos los astrónomos y que nos hacen ver á nuestro satélite con todos los detalles de su superficie. En estas fotografías el disco no tiene menos de 50 centímetros de diámetro. Las grandes manchas oscuras á las cuales se ha convenido en dar el nombre de *mares*, las escabrosidades de sus contornos, algunas de las cuales son tan extensas, tan escarpadas y de tanta elevación que se designan con el nombre de *cordilleras*, esa multitud de cavidades de todas dimensiones que acribillan el suelo de las regiones más bri-

llantes de la Luna; por último, los puntos luminosos, las fajas en forma de arcos de grandes círculos que surcan la superficie, todo ello se ve con tanta claridad, con un relieve casi tan marcado como si se contemplara el astro con un telescopio. Cierto es que faltan todavía muchos detalles, los cuales aparecen con mucha exactitud en las grandes cartas á que hemos hecho referencia, y que no se pueden ver sino con los instrumentos ópticos. Sin embargo, la excelente fotografía lunar, tal cual es, puede servir de mucho; las sombras proyectadas pueden facilitar la medición de alturas; el estudio de las varias formaciones de las tierras lunares, de los diversos accidentes de la superficie, de las relaciones de forma y posición será con ella mucho más fácil y permitirá que se

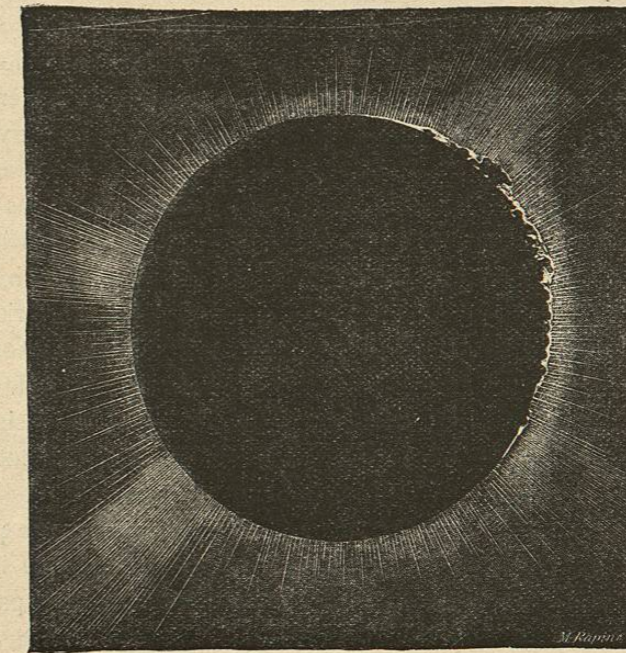


Fig. 714.—Copia fotográfica de un eclipse de Sol

aborden provechosamente las cuestiones de geología comparada que interesan á la constitución física de la Luna, siempre controvertida.

Hay una de estas cuestiones que quizás se llegue á resolver comparando las fotografías de la Luna hechas después de mediar largos intervalos de tiempo entre una y otra; cuestión que se agitó hace algunos años con motivo de haber creído observar ciertos astrónomos algunos cambios ocurridos en un cráter situado en medio de la mancha que se llama *Mar de la Serenidad*. El cráter *Linneo*, que es al que aludimos, marcado claramente en la carta de Mædler (1837) y observado por Schmidt en 1841, pareció haber desaparecido en octubre de 1866; á lo menos sólo quedaba de él un rastro apenas visible en medio de una mancha blanca. Esta diferencia de aspecto ¿implicaba una verdadera mudanza? ¿Habría habido, por efecto de la influencia de fuerzas físicas, volcánicas ú otras, una erupción cuyos regueros de materias ígneas hubiesen cegado la cavidad anteriormente observada y dibujada?

Largo tiempo se estuvo discutiendo el pro y el contra de esta cuestión, y harto se comprenderá cuán preciosos hubieran sido en esta circunstancia algunos documentos impersonales, como las fotografías, sobre todo tratándose de averiguar si había habido ó no desaparición de objetos previamente representados.