

tada por el ocular (que actúa, no como los oculares ordinarios, sino como un nuevo objetivo flojo, pues da una segunda imagen real de otra real), se obtendrá fácilmente dividiendo la distancia existente entre la imagen y el ocular por la longitud focal del objetivo, y multiplicando el cociente por el número del ocular. Sea, por ejemplo, 3 milímetros la distancia focal del objetivo, 600 milímetros la de proyección de la imagen, y 4 el número del ocular, tendremos:  $A = \frac{600}{3} \times 4 = 800$ . Por lo demás, esta regla sólo es suficientemente exacta para los grandes aumentos:

## CAPÍTULO IV

### ACCESORIOS DEL MICROSCOPIO

#### Cámaras claras. — Microfotografía.

A tres medios puede recurrir el micrógrafo para obtener reproducciones de las imágenes del microscopio: al dibujo directo, á la cámara clara y á la microfotografía.

**Dibujo directo.** — Exige hábito de copiar del natural y gustos artísticos que no siempre concurren, desgraciadamente, en los dedicados á las ciencias naturales. El material lo forman lápices Faber de números distintos, colores á la acuarela y papel marquilla ó cartulina. Sólo el trazo de lápiz reproduce suavemente el vago contorno de las células y el incierto graneado de los protoplasmas. La pluma es menos fiel y muy dada á la dureza; no obstante, nos será imprescindible cuando queramos (lo que se hace diariamente en la ilustración de los libros histológicos), convertir un dibujo á mano en una fotozincografía destinada á la impresión con el texto. Esta clase de dibujos debe ejecutarse con tinta china bien negra, y con pluma fina, como la que emplean los litógrafos. Así y todo, conviene que la reproducción fotozincográfica encomendada al grabador, sea de menor tamaño que el dibujo, á fin de obtener mayor finura y disimular la irregularidad de las líneas.

Si se desea obtener en el dibujo original un modelado de fino grano, semejante al de las litografías, se usará un papel especial, graneado, en el cual se trabaja con lápices grasos litográficos. Los fondos de líneas paralelas ó cruzadas se lograrán fácilmente dibujando en el papel xilotipo, muy usado actualmente para los grabados de las ilustraciones. Los diseños en papel xilotipo, ó en el de grano, tienen la ventaja de poderse transformar fácilmente en bloques fotozincográficos de impresión. El micró-

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Abdo. 1625 MONTERREY, MEXICO

11263

grafo no debe ignorar todos estos procedimientos que le serán imprescindibles en sus publicaciones científicas.

**Cámaras claras.**—Son aparatos cuyo objeto es la proyección de la imagen microscópica sobre el papel en que se diseña; de tal suerte, que el observador percibe al mismo tiempo la preparación, el papel y el lápiz, y le es muy fácil trazar el contorno de las células y marcar las dimensiones y distancias relativas.

Existen muchos modelos de cámaras claras; pero nosotros indicaremos solamente los usados más comunmente.

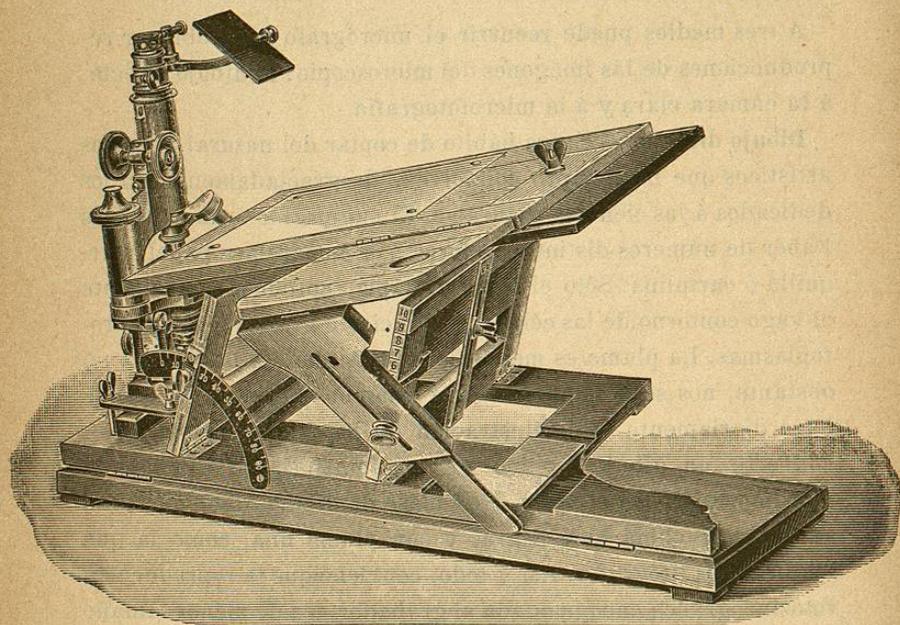


Fig. 32. — Pupitre de Bernhard para dibujar con la cámara clara.

**Cámara clara de Nachet** (fig. 33). — Trátase de un paralelepípedo de cristal alojado en una caja metálica que se coloca encima del ocular. La figura 33 muestra claramente la marcha de los rayos luminosos, y da idea del mecanismo. El rayo R, procedente del papel y del lápiz, situados á un lado del microscopio, aborda el paralelepípedo, sufre en M una primera reflexión total, una segunda en N, y se hace, finalmente, vertical, penetrando en el ojo en la misma dirección que el rayo O emanado

del microscopio. Este último rayo no experimenta ninguna desviación, gracias á que en la cara correspondiente del paralelepípedo, se halla pegado con bálsamo un pequeño prisma que transforma este paraje en un cristal de superficies paralelas. El observador ve reunidos en el interior mismo del microscopio la preparación, el lápiz, el papel y la mano que dibuja.

**Cámara de Abbe.**—Consta esencialmente de dos partes: un espejo plano situado lateralmente (fig. 34, E) y un cubo de cristal montado en una armadura situada encima del ocular (A). El cubo de cristal se compone de dos prismas pegados con bálsamo del Canadá; la cara adherente de uno de ellos está azogada, menos en el centro, donde el espejito tiene una perforación para el libre paso de los rayos luminosos llegados del microscopio.

El mecanismo aparece claramente en la figura 34. Los rayos  $S_2$ , emanados del papel y lápiz, son reflejados primeramente en el espejo plano E, y después en la diagonal azogada del cubo (c), en donde adquieren curso vertical, marchando confundidos y en igual dirección que los rayos del microscopio (o). Estos pasan sin desviación por la perforación de la capa azogada del sistema de prismas, y el observador ve en la platina las imágenes de la preparación, del lápiz y del papel.

Para graduar bien la intensidad luminosa de la imagen del papel, se colocan en el paraje por donde los rayos de éste penetran en el cubo de cristal, vidrios ahumados ó de colores oscuros.

**Cámara de Zeiss** (fig. 36). — Semejante en su disposición á la de Nachet, consta de dos prismas, situados de tal modo, que los rayos luminosos que llegan del papel, después de sufrir una primera reflexión total en el prisma externo y otra en el interno,

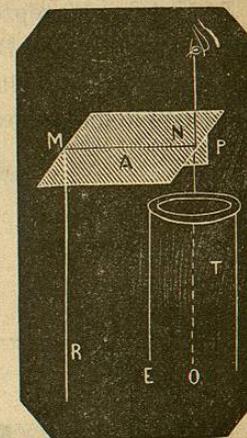


Fig. 33. — Esquema de la cámara de Nachet: T, tubo del microscopio; A, el paralelepípedo de cristal; R, rayo que llega del papel; O, rayo emanado del microscopio.

adquieren la misma dirección que los emanados del microscopio. La armadura del aparato posee, en el punto correspondiente al ocular, un agujero cuya mitad externa está ocupada por el prisma interno, y cuya mitad interna queda libre para el tránsito directo de los rayos del microscopio, que penetran, unidos á los del papel, en la misma pupila del observador.

En la figura 32 reproducimos un pupitre de dibujar muy cómodo imaginado por Bernhard y construido por Zeiss. Merced á un ingenioso mecanismo, la mesita de dibujar puede alzarse é inclinarse lo que se desee.

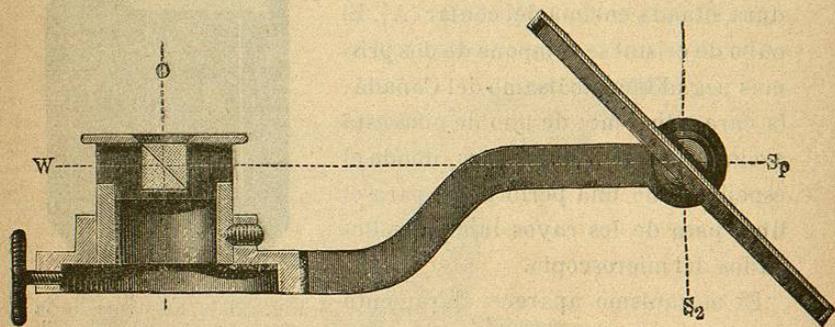


Fig. 34. — Marcha de los rayos luminosos en la cámara clara de Abbe;  $S_2$ , rayo emanado del papel;  $o$ , rayo llegado del microscopio; E, espejo; c, cubo de cristal.

**Microfotografía.**—La práctica microfotográfica exige el material siguiente: microscopio susceptible de inclinarse, objetivos apocromáticos y oculares de proyección, una cámara oscura fotográfica, un concentrador acromático, luz de petróleo, eléctrica ó solar (conducida ésta mediante un heliostato) y, finalmente, placas sensibles al gelatino-bromuro de plata con los demás accesorios de fotografía.

**Microscopio.**— Puede servir todo modelo susceptible de inclinarse. Si se desea obtener pruebas microfotográficas de corto aumento, será preciso usar un modelo especial (modelo microfotográfico de Zeiss, por ejemplo) que permita montar objetivos de foco muy largo (75 ó más milímetros). El pié del microscopio se fija, á beneficio de una barra y un tornillo, á una mesa ó al ban-

co especial que acompaña á los grandes aparatos microfotográficos (fig. 38). Si la proyección de la imagen se verifica á corta distancia, el enfocamiento durante el examen de aquélla en el cristal esmerilado se efectúa con la mano; pero en las proyecciones muy distantes será preciso enfocar mediante una larga palanca unida al tornillo micrométrico. Esta varilla no falta nunca en los aparatos microfotográficos *ad hoc*; su ausencia limita la microfotografía á la obtención de pruebas de corta ampliación.

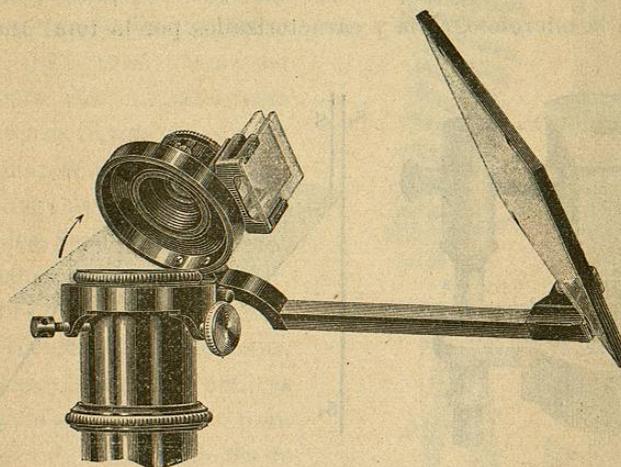


Fig. 35. — Cámara clara de Abbe, vista en posición oblicua para que se observe su modo de montaje sobre el ocular.

**Objetivos y oculares.**—Hace algunos años, se trabajaba preferentemente sin ocular y con un objetivo común, cuya imagen era proyectada dentro de la cámara oscura. En algunos casos, lográbanse por este método buenas microfotografías. El éxito dependía del empleo de objetivos *casualmente* corregidos del defecto llamado *diferencia focal*. Con los objetivos bien corregidos para la observación ordinaria, los resultados eran detestables; lo que dimanaba de dos causas: 1.º De que casi todos los objetivos comunes poseen diferencia focal, es decir, que en sus imágenes no coinciden en foco los rayos azules (que son químicamente los más actínicos) con los rayos más luminosos (rojo, ama-

rillo y verde); así es que al examinar la placa revelada, no se encuentran en ella los detalles de la imagen proyectada en el cristal esmerilado (el foco químico se halla delante del óptico). 2.º Los objetivos comunes están corregidos para dar el máximo de detalle en proyección á corta distancia, poco más ó menos al nivel del diafragma del ocular; por tanto, toda preyección á 40 ó 50 centímetros, es ópticamente mala.

En vista de estos inconvenientes, que hacían casi imposible la fotografía á grandes aumentos, se han construido por diversas casas (Leitz, Seibert, Reichert, etc.), objetivos especiales destinados á la microfotografía y caracterizados por la total ausen-

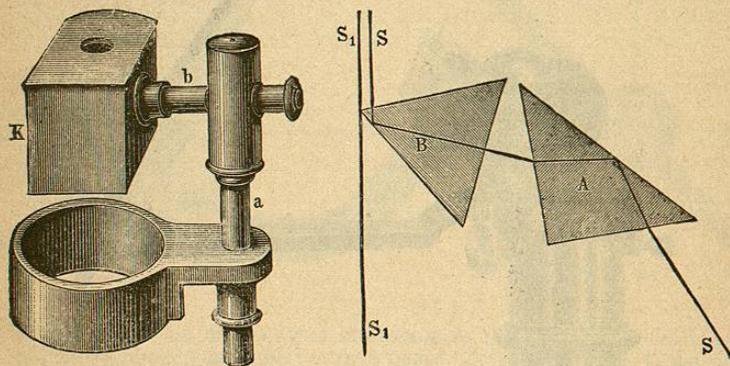


Fig. 36. — Cámara clara de Zeiss: á la izquierda se ve el aparato completo; á la derecha, su esquema; S, rayo dimanado del papel; S<sub>1</sub>, rayo llegado del microscopio.

cia de diferencia focal. Pero á todos hacen ventaja los apocromáticos de Zeiss, los cuales, como ya expusimos más atrás, dan imágenes donde coinciden focalmente los rayos violados, verdes y rojos. Estos objetivos deben usarse con los oculares de proyección, lentes expresamente construidas para dar excelentes proyecciones, á largas distancias, de la imagen microscópica.

*Luz y concentrador luminoso.* — Si se quiere fotografiar á cortos aumentos (de 50 á 300 diámetros), nos bastará, como fuente luminosa, un buen mechero de petróleo ó de gas (mechero Auer, por ejemplo). La linterna de proyección de tres mechas será igualmente muy útil. Pero el empleo de objetivos de inmersión

homogénea, y las proyecciones á larga distancia, exigen el uso de la luz eléctrica ú oxhídrica, y, mejor que todas, la solar.

En todo caso, debajo de la platina del microscopio se instalará un concentrador acromático, destinado á proyectar, en el espesor mismo de la preparación, una imagen muy pura del foco luminoso (disco solar, llama del mechero, etc.). La luz de esta imagen es la que sirve para iluminar el preparado y dar una limpia proyección de sus detalles. Semejante requisito, ya mencionado por Moitessier, y sobre el que insisten Koch, Van Heurck, Zeiss, Neuhaus, Pfeiffer y Fränckel, etc., es absolutamente preciso para el logro de buenos clichés de bacterias y de texturas celulares.

Con los objetivos apocromáticos y oculares de proyección, no es absolutamente precisa la luz monocromática; no obstante, algunos microfotógrafos la juzgan útil, á fin de aumentar el poder de resolución del microscopio. Se obtiene esta luz, haciendo pasar los rayos luminosos, antes de su entrada en el concentrador, por una cuba vertical de vidrio, llena de una solución colorante, que puede

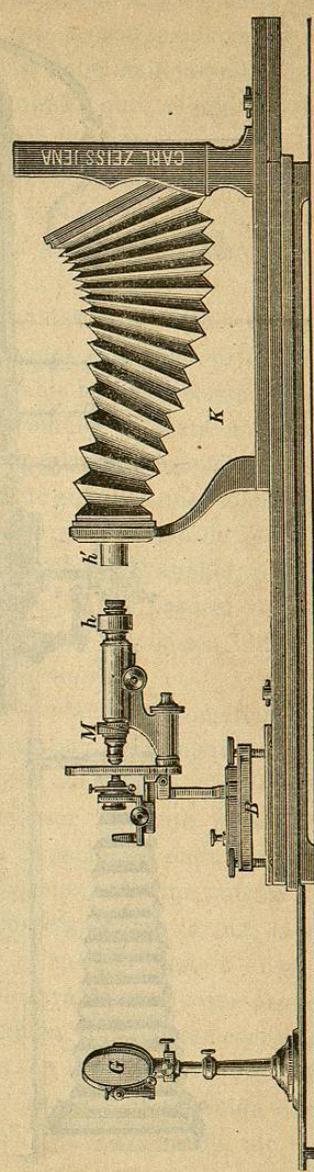


Fig. 37. — Pequeño aparato microfotográfico de Zeiss: G, lente concentradora de la luz; K, cámara oscura; B, pieza que sirve para mantener á la altura conveniente el microscopio.

ser el sulfato de cobre amoniacal (color azul), ó el filtro de

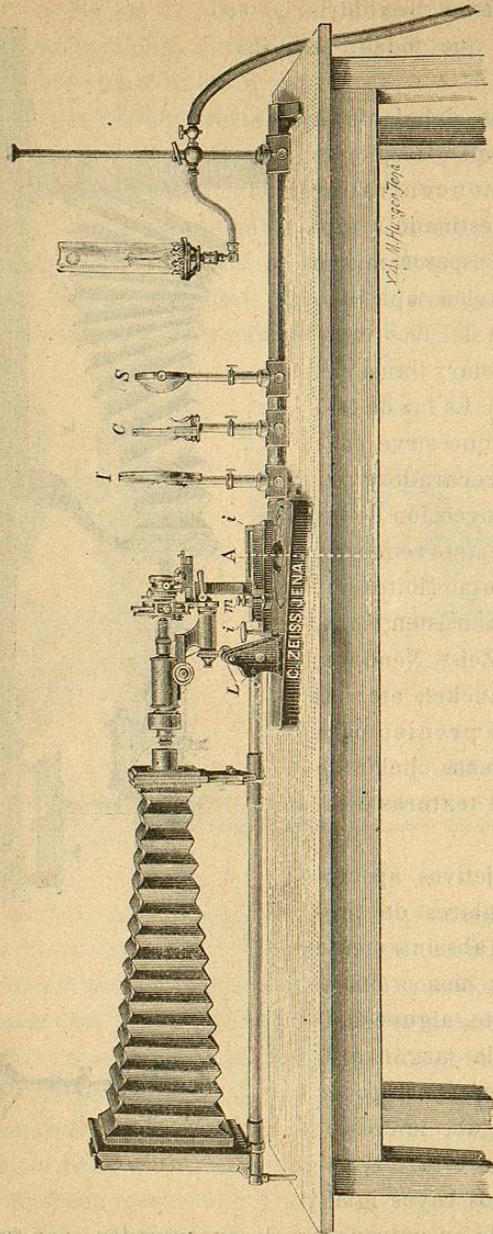


Fig. 38. — Gran modelo microfotográfico (Zeiss).

Zettnow (14 de solución de ácido crómico, 160 de nitrato de

cobre y 250 de agua) que da un color verde muy intenso.

Dicho se está, que la luz solar, usada en exposiciones que no sean instantáneas, como son las que se obtienen con los rayos filtrados por soluciones coloreadas, debe manejarse con un heliostato, por ejemplo, el de Plazmowski, que, siendo uno de los mejores, es, al mismo tiempo, uno de los más económicos.

*Placas fotográficas.* — Convienen las más sensibles, pues permiten exposiciones relativamente cortas, aun con la luz de petróleo. Las placas Lumière, marca azul, son excelentes á este objeto.

Recientemente, han sido introducidas en el comercio las placas llamadas *isocromáticas*, fabricadas según los principios establecidos por el Dr. Vogel. Este sabio ha descubierto, que si se mezcla á la película de gelatino-bromuro de plata un color de anilina soluble, la placa resulta especialmente sensible al color complementario; aunque éste sea de aquellos que, como el rojo, el amarillo y verde, no actúan sobre el bromuro de plata ordinario. El Dr. Neuhaus, así como Pfeiffer y Fränckel, recomiendan especialmente las placas sensibilizadas para el verde mediante una solución de *eritrosina*; estas placas son indispensables cuando se utiliza el filtro de Zettnow.

Los filtros coloreados, así como las placas isocromáticas, aprovechan especialmente cuando se trabaja con objetivos ordinarios provistos de foco químico. Se comprende que, en tales condiciones, las imágenes deben ser bastante puras, dado que están formadas de una sola especie de ondulación; por tanto, la imagen química y la óptica son una misma cosa.

*Modus operandi.* — Comienza por disponerse la luz, la cuba vertical con el líquido coloreado (si hubiese lugar á ello), y el concentrador Abbe, el cual se colocará de suerte que proyecte, en el mismo espesor de la preparación, una imagen correcta del foco luminoso. Póngase, á seguida, en la platina la preparación microscópica, que debe ser muy delgada y estar teñida con colores poco fotogénicos (rosa, amarillo, verde, pardo, etc.); luego se examina esta última con el objetivo microfotográfico y el ocular de proyección, á fin de elegir la zona reproducible, fijada la cual, no hay más que inclinar el tubo del microscopio y en-

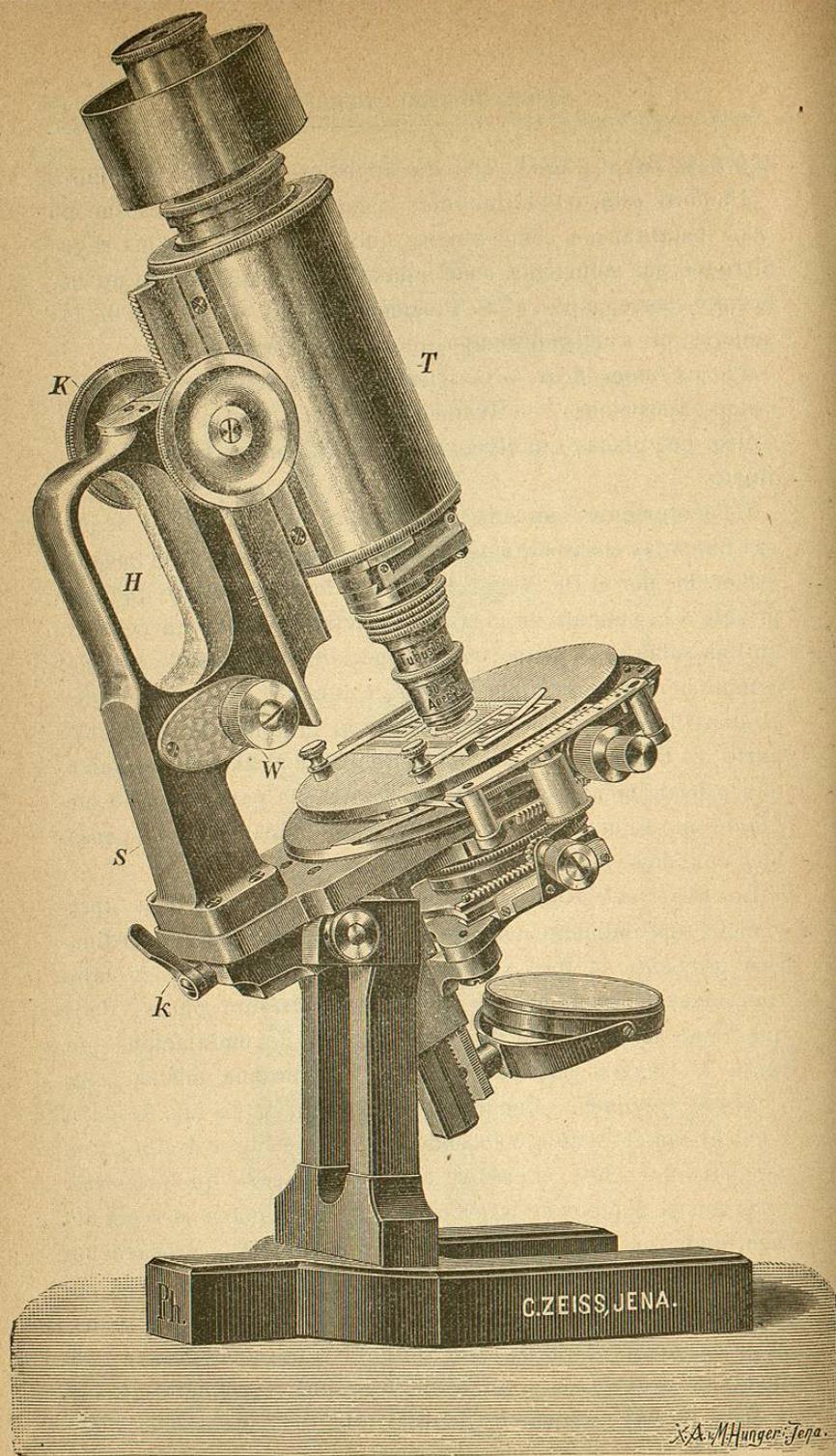


Fig. 39.—Gran modelo de microscopio microfotográfico, provisto de platina movable y de un tornillo micrométrico accionado á distancia y de exquisita finura.

chufarlo en el agujero de la cámara obscura. A beneficio de una lente, se observará si en el cristal raspado se dibuja la imagen con la debida corrección; se sustituirá dicho cristal con el chasis portador de la placa; se expondrá desde algunos segundos á algunos minutos (en relación con la sensibilidad de las placas, potencia del foco luminoso, ángulo de abertura del objetivo, distancia de proyección, etc.), y se procederá á la revelación y fijado de la negativa.

Consúltense para la revelación, fijado, refuerzo, tirada de positivas, etc., los Tratados de fotografía corrientes, tales como el de Audra, Monckhoven, Londe, Dillaye y Burton (1).

(1) Los que deseen conocer á fondo la microfotografía, deben consultar los siguientes modernos trabajos:

*Neuhaus*, Lehrbuch der Mikrophotographie. Braunschweig, 1890. (El mejor Tratado que se conoce).

*Pringle*, Practical photomicrographie. New-York, 1890.

*Zeiss* (R.), Special-Catalog über Apparate für Mikrophotographie. Jena, 1888. (Se contienen indicaciones detalladas acerca del empleo de los aparatos Zeiss y microfotografía general).

*Carl Fränckel u. Richard Pfeiffer*, Mikrophotographischer Atlas der Bakterienkunde. Berlin, 1892. (Este Atlas está precedido de un excelente estudio sobre microfotografía general).

*Henri van Heurck*, Le microscope, etc. 4.<sup>a</sup> édit., 1891. (Contiene un buen capítulo sobre microfotografía).

Se consultarán también con provecho las obras más antiguas de Moitessier, Stein, Gerlach, Benecke, etc.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Cado. 1625 MONTERREY, MEXICO