

7. Accesorios terminación centrado

Buscadores

Para apuntar cómodamente un instrumento cuyo campo es inferior a medio grado, es necesario un buscador. Describamos algunas disposiciones comunes fáciles de realizar y destinadas a los telescopios tipo Newton:

Con frecuencia uno se contenta con un simple visor (figura 64A) desprovisto de óptica, constituido por un diafragma de campo y un agujerito para mirar. Sobre el fondo del cielo nocturno la silueta del diafragma de campo no es visible si la corona no es bastante grande; se la puede pintar de blanco del lado vuelto hacia el observador e iluminarla muy débilmente en caso de necesidad con una lámpara que sirve para tomar notas. A menudo se utiliza pintura fosforescente; un aficionado americano ha descrito un anillo de campo formado por un tubo de vidrio con la materia fosforescente protegida y pegada contra las paredes interiores. En el comercio se consigue el "Telrad" que es un visor con un vidrio a 45° con círculos concéntricos iluminado a pilas.

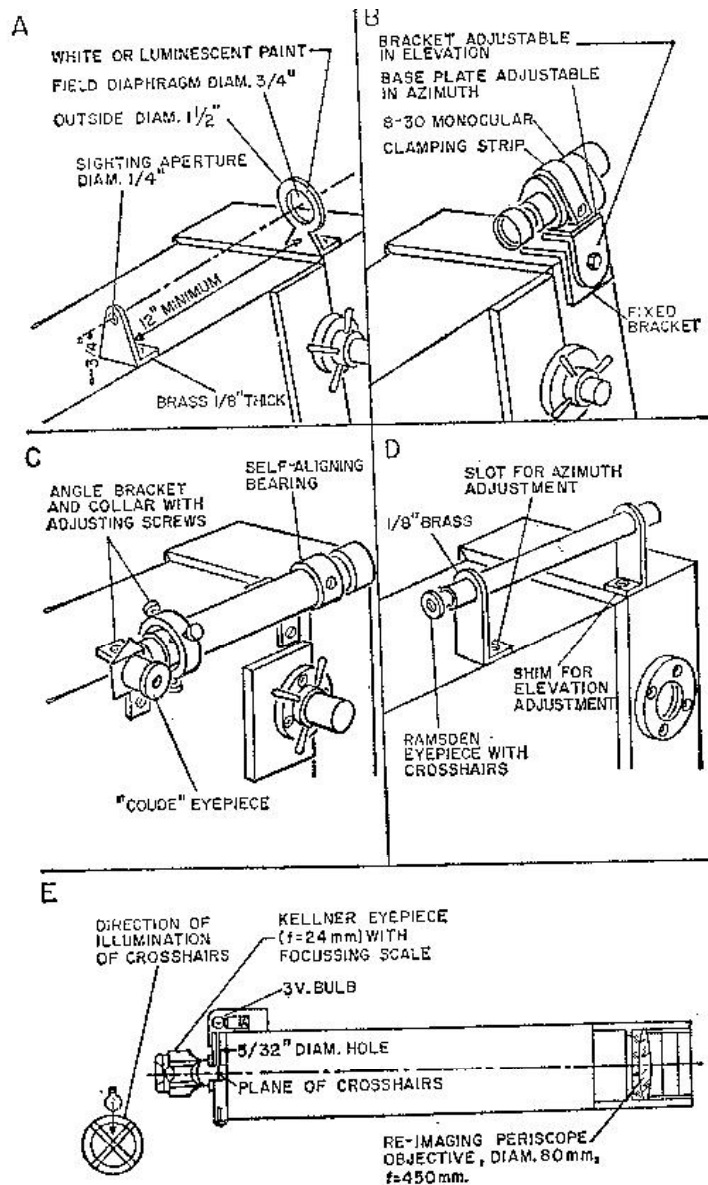


Fig 64. Algunos tipos de buscadores

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

A pesar de todo, estos visores son poco prácticos cuando el astro que debe apuntarse desciende a la 3^a ó 4^a magnitud. La acomodación del ojo no puede hacerse simultáneamente sobre la estrella y sobre el diafragma y resulta bastante dificultoso centrarla. Por lo tanto un verdadero buscador no es un lujo.

Muchas veces se posee un pequeño antejo de 20 a 40 mm de objetivo; los largavistas de varias secciones no son suficientemente rígidos y para garantizar la estabilidad del paralelismo de los ejes ópticos, deberá proveérselos de una pieza de refuerzo.

Por el contrario, puede lograrse un excelente buscador con un antejo monocular de prisma. El objetivo por ejemplo, puede tener un diámetro de 30 mm; el aumento corriente será de 8 y el campo de 6 ó 7° (figura 64B); generalmente el ocular es positivo (Kellner o derivado). Por lo tanto es fácil interponer justamente delante del lente de campo, una corona de cartón que lleve una cruz en hilos que debe estar a foco al mismo tiempo que la imagen. Para asegurar una posición invariable sin romper el monocular, puede usarse un collar y una plataforma provista de una V adecuada. El empleo de un antejo inversor de imágenes demuestra ser particularmente ventajoso, con poco aumento y un gran campo, para las comparaciones con las cartas del atlas que se tenga a mano. Existen monoculares a prismas mucho más potentes, tales como los antejos de artillería que generalmente tienen objetivos de 75 mm y 15 ó 20 aumentos, pero su peso y su precio son algo excesivos para un telescopio estándar.

La figura 64C representa el montaje clásico de un antejo de aproximadamente 40 mm montado sobre una base en ángulo y collar con tornillos de centrado. El tubo del antejo es a menudo reforzado al nivel de la base mencionada y provisto de un collar de refuerzo para el apoyo sobre la otra base. También es posible utilizar dos soportes iguales con collar y tornillos. Un ocular con unión giratoria y un prisma de reflexión total permiten utilizar cómodamente el buscador sin ser molestado por el tubo del telescopio. Nosotros preferimos los buscadores rectos para las comparaciones directas con los documentos de identificación que eventualmente deberían de invertirse (es decir girados 180°), mientras que con un ocular acodado el campo es simétrico y es necesario observar las cartas (estelares) por transparencia o por medio de un espejo. ¡Un buscador, como su nombre lo indica, debe servir también para buscar!

Un montaje más modesto se indica en la figura 64D. El pequeño antejo puede tener un objetivo de 20 a 30 mm de apertura y 200 a 300 mm de longitud focal. Será por ejemplo, un doblete acromático tipo Clairaut o el elemento frontal de un antiguo objetivo fotográfico aplanético. El ocular será un Ramsden de unos 30 mm de longitud focal, apuntando a una cruz de hilos de 50 a 100 µm de diámetro (hilo de cobre de bobinados eléctricos (# 40 ó más), lo que en caso extremo permite evitar su iluminación. Los soportes, soldados al tubo, serán bastante altos: de 80 a 100 mm para que permitan apuntar fácilmente al menos con un solo ojo; cuando uno no pueda servirse indistintamente del ojo derecho o del izquierdo, es necesario en consecuencia, elegir el emplazamiento del buscador. La figura 64 se refiere a instrumentos montados para el ojo izquierdo. El ajuste en azimut del buscador, puede lograrse por un agujero oval en uno de los soportes, mientras el ajuste en altura se hace por calzas de espesor variable. Puede preguntarse ¿cuáles son las características ópticas de un buen buscador? Un campo de 3 a 6° parece indicado. Tomemos la primera cifra: con un ocular de 50° de campo aparente, estaremos obligados a no exceder alrededor de 17 aumentos ($50/3 = 16,7$); para una pupila de 5 mm necesitaremos un objetivo de 85 mm de apertura. Puede construirse económicamente y bastante rápido un potente buscador de características muy parecidas por medio de piezas de óptica provenientes de sobrantes que se encuentran en ocasión (mercado de las "pulgas"). El que está montado en nuestro telescopio tiene 19 aumentos, un campo de 2° 45', una apertura de 80 mm y por consecuencia una pupila de 4 mm aproximadamente (figura 64E). No pesa más de 1500 gr. y permite hallar con la mayor comodidad objetos que figuran en el gran atlas de Argelander; la nebulosa de la Lyra ya es reconocible; se trata de un verdadero pequeño R. F. T. (Rich Field Telescope). La figura 64E muestra la disposición adoptada para iluminar los hilos sobre fondo oscuro: la luz enviada por un pequeño bombillo de linterna de 3,5 V y llega casi tangencialmente sobre los hilos y un pequeño cuadrado de 1,3 mm en el plano focal (aproximadamente 10') permite un apuntamiento preciso, evitando totalmente ocultar el astro apuntado.

Pintura del telescopio

Para proteger la madera de las variaciones del estado higrométrico del aire, capaces de provocar descentrados muy frecuentes, puede emplearse aceite de lino con secante y barniz. El empleo de una

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

pintura bien clara, con preferencia un esmalte blanco, asegura además cierta protección contra el calentamiento diurno, que siempre debe ser cuidadosamente combatido si se desea tener buenas imágenes al comienzo de la noche. El interior del tubo y las piezas metálicas cercanas al haz (portaocular, soporte del diagonal) deben ser de un negro muy mate. La mayor parte de los barnices del comercio son muy brillantes para este fin; es fácil preparar uno mismo un barniz suficientemente adherente, aun sobre el latón, incorporando un gran volumen de negro de humo a una solución diluida de gomalaca en alcohol desnaturalizado; el alcohol para lustrar es mejor que el alcohol de quemar ordinario.

Plateado o aluminizado de los espejos del telescopio

El plateado químico y el aluminizado por evaporación en el vacío son los dos procedimientos más empleados actualmente para metalizar un espejo de telescopio.

El antiguo procedimiento (Liebig – Drayton, 1843) de reducción de una sal de plata por un azúcar, permite obtener fácilmente plateados delgados (0,1 μm aproximadamente) sobre espejos de vidrio para telescopios (Foucault 1857). Actualmente el procedimiento conserva todo su valor: el poder reflector de la plata es muy elevado en el espectro visible (figura 9) y alcanza aun al 98 % en el infrarrojo. La operación es desde todo punto practicable y recomendada al aficionado aislado que no depende más que de sí mismo y no puede correr el riesgo de un transporte de espejos. Lo inconveniente del plateado son: desigualdades frecuentes en el espesor del depósito, que dependen principalmente del estado de la superficie del vidrio y no son jamás ópticamente despreciables; rápida sulfuración en presencia de hidrógeno sulfurado (cocinas) que hacen descender muy rápidamente el poder reflector, especialmente en el violeta y el azul y requiere repulidos cada 15 días y replatado dos veces por año si se desean espejos realmente en perfecto estado; no obstante, casi siempre uno se contenta para las observaciones visuales, con plateados viejos de varios años según los factores de alteración, a menudo muy reducidos en el campo, lejos de la fábricas y cuando el aire es muy seco; otro inconveniente, es la difusión debida a los millones de minúsculas rayitas producidas inevitablemente por el pulimento de la capa.

La aluminización por evaporación en el vacío, introducida por Strong en 1931, proporciona capas reflectoras realmente impecables sin pulimentado posterior; el metal reproduce sin difusión visible, el estado de la superficie del vidrio mismo. La uniformidad del espesor se obtiene con la adopción de precauciones elementales y con una precisión tal, que los exámenes ópticos más sensibles no muestran ninguna alteración de la forma. El poder reflector del aluminio en el espectro visible no pasa del 88%, lo que no constituye una grave desventaja con respecto a la plata, excepto quizá en lo referente a las radiaciones infrarrojas, que no son tan bien reflejadas y que hacen al espejo más sensible a los efectos térmicos, por ejemplo en el caso de observaciones solares. Por el contrario, en el ultravioleta, el poder reflector es mucho más elevado que el de la plata y esta ventaja se extiende también a las radiaciones visibles de corta longitud de onda (violeta, azul) cuando la plata comienza a sulfurarse. La resistencia de los aluminizados a la intemperie es muy grande; se forma una capa de alúmina transparente muy dura (corindón) que demora considerablemente los intercambios químicos, aun en el aire húmedo. Se estima que un aluminizado rinde un buen servicio durante 5 años. La principal causa de destrucción, como en el caso de la plata, proviene del polvo grasoso y de los inevitables depósitos sobre un espejo no protegido que terminan por provocar una luz difusa sensible. La superioridad del aluminizado, en este aspecto, es la de resistir bastante bien un lavado.

Plateado químico de los espejos

Las cuatro recetas más empleadas son las de Brashear, de Martin, al formol y a la sal de Rochelle.

Los procedimientos al formol descritos por Lumière y a la sal de Rochelle descrito especialmente por Draper, quizá puedan resultar un poco más fáciles, aunque el segundo brinda resultados mucho mejores; además, a causa de la formación muy lenta en el depósito se recomienda especialmente para los semiplateados.

El excelente procedimiento de Brashear, utilizado casi exclusivamente entre nuestros colegas americanos¹ fue el objeto de una detallada descripción en el bulletin por nuestro malogrado colega Ch. Boulet¹;

¹ Amateur telescope making, 4a edición, págs. 397 – 428. Exposición muy detallada.

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

nosotros preferimos no obstante, la receta llamada de Martin² que importa manipulaciones menos delicadas; este procedimiento ha sido también descrito en el Bulletin por A. Danjon³. Tomamos aquí la última receta dada⁴, que es más práctica aún, gracias al reemplazo del amoníaco puro, cuyo título de 22° Baumé es muy problemático, por el nitrato de amonio, fácil de pesar con exactitud.

El material necesario para platear un espejo comprende: un plato esmaltado un poco más grande que el espejo, un recipiente bastante grande y muy limpio para los enjuagues, un gran vaso de precipitación de un litro para la preparación del baño, una probeta graduada de 250 cm³, algodón hidrofílico y guantes de caucho. Se requieren al menos 5 litros de agua destilada que ofrezca todas las garantías (¡cuidado con el agua vendida a bajo precio por los farmacéuticos y ferreteros!) para la preparación de las soluciones y los lavados, El ácido nítrico fumante para la limpieza y todos los productos químicos que entran en las soluciones, deben ser muy puros y de reciente entrega si es posible. Todos los recipientes estarán bien limpios, al punto que la menor traza de sal de cocina, por ejemplo, bastaría para hacer fracasar la reacción⁵; los guantes de caucho bien limpios, protegerán totalmente las manos contra el ácido nítrico y la potasa cáustica y evitarán las trazas de transpiración que podrían contaminar el baño de plateado o el espejo.

Las cuatro soluciones a preparar son las siguientes:

- A. Nitrato de plata cristalizado60 gr.
Agua destilada hasta completar1000 cm³

Se conserva bien en un frasco color caramelo con tapón esmerilado. Mancha fuertemente los dedos de negro, igual que el baño de plateado.

- B. Nitrato de amonio cristalizado90 gr.
Agua destilada hasta completar1000 cm³

Frasco con tapón esmerilado.

- C. Potasa cáustica pura (hidróxido de potasio)150 gr.
O bien, Soda cáustica pura (hidróxido de sodio)105 gr.
Agua destilada hasta completar1000 cm³
Frasco con tapón de caucho. Deben tomarse precauciones cuando se trituran cilindros o pastillas de potasa o soda, productos muy cáusticos, protegiendo los ojos con gafas adecuadas.

- D. Azúcar blanca de mesa (sacarosa)100 gr.
Ácido tartárico5 gr.
Alcohol de 90°150 gr.
Agua destilada hasta completar1000 cm³

En una pequeña cacerola esmaltada y muy limpia, se disuelve el azúcar y el ácido tartárico con un poco de agua destilada; se lleva todo a ebullición; se la deja hervir a fuego lento durante 10 ó 15 minutos para la inversión del azúcar; se enfría con un poco de agua destilada antes de agregar el alcohol, que tiene el papel de conservador, y se completa finalmente el litro con agua destilada. Esta solución reductora debe estacionarse al menos una semana y mejora sensiblemente con el envejecimiento. Por el contrario, las soluciones B y C, si son de fabricación un poco vieja, dan resultados inciertos; deben prepararse poco tiempo antes del uso con productos recientemente extraídos del frasco (fundir la parafina de los tapones de los frascos de soda y de nitrato de amonio).

¹ L'Astronomie, t. 49, pág. 188.

² Probablemente debida a **L. Foucault**.

³ L'Astronomie, t. 38, pág. 255.

⁴ A. Danjon y A. Couder, *Lunettes et télescopes* (Anteojos y telescopios), § 118, pág. 551.

⁵ Es necesario en consecuencia, lavar todos los recipientes con agua destilada antes de su empleo.

Limpieza del espejo

La adherencia y la resistencia de la capa dependen ampliamente de la calidad del lavado. Es muy difícil limpiar perfectamente el vidrio; según el estado de la superficie, lo aplicado y la alterabilidad del vidrio, los resultados obtenidos serán muy distintos. Felizmente para un plateado, la experiencia enseña que muy a menudo basta una limpieza relativamente sumaria. Es cómodo disponer de una cubeta con paredes de caucho; en caso contrario se hará un pequeño cesto de madera con tacos laterales para poder frotar enérgicamente el espejo dentro de una pileta. Si el espejo está muy sucio, primero se eliminarán los restos de brea adheridos al dorso o sobre el canto con un trapo embebido en bencina o en nafta (gasolina); el rojo de pulir resiste de manera asombrosa a los agentes químicos comunes, siendo necesaria una acción mecánica; un buen método consiste en enjabonar el canto y el dorso y luego frotar con una goma abrasiva mojada (goma de máquina para escribir). Se termina por el bisel, cuidando mucho de no llegar a la superficie óptica; es necesario lavar cuidadosamente las partículas de goma, desde luego, sin frotar.

La limpieza de la cara óptica se hace con ácido nítrico fumante por medio de un gran hisopo de algodón y con la mano enguantada. El plateado viejo que eventualmente pueda quedar, es destruido instantáneamente y en este caso se lava con agua destilada y se reanuda la limpieza con hisopo y ácido nuevos.

El ácido nítrico concentrado es un enérgico agente oxidante; destruye las materias grasas y renovando 2 ó 3 veces el hisopo y el ácido, se termina por escuchar el ruido característico del hisopo de algodón sobre el vidrio limpio. Si el espejo estaba anteriormente aluminizado, antes de emplear el ácido nítrico es necesario quitar completamente el aluminizado con ácido clorhídrico o un poco de solución C (potasa o soda).

Por lo común uno se contenta con una sola limpieza con ácido, seguida de prolongados enjuagues y de una permanencia en agua destilada. Digamos algunas palabras acerca de limpiezas más completas que pueden ponerse en práctica en casos más difíciles. Un agente químico más enérgico o una acción mecánica pueden conducir al resultado deseado. La mezcla sulfocrómica es extraordinariamente eficaz, sobretodo en caliente, pero el peligro y además las dificultades de su uso, no alentarán a los aficionados a servirse de ella. Un buen procedimiento, ya utilizado por **León Foucault** consiste en emplear una papilla de carbonato de calcio amoniacal: se hace una pasta líquida con un poco de agua destilada, de amoníaco y de carbonato de calcio precipitado; se la extiende sobre toda la superficie del espejo y se la deja secar completamente; con varios hisopos de algodón (debe evitarse la contaminación por la transpiración o la grasa de las manos) se frota ligeramente la tiza y luego se insiste para eliminar por un frotamiento prolongado, el velo azul residual. Cuando la operación está bien hecha, el “empañado” que se obtiene con el aliento está constituido por un velo gris uniforme de microgotitas sin estructura o trazas de secado. La operación se repite 2 ó 3 veces si es necesario y se termina por una limpieza con ácido nítrico concentrado. El espejo bien limpio, no debe secarse; se lo mantiene bajo una capa de agua destilada.

De acuerdo con la opinión general, la aplicación de un mordiente es conveniente aunque no indispensable, porque mejora la adherencia y la calidad del depósito: después de la limpieza, se sumerge el espejo durante 5 minutos en una solución amoniacal de cloruro estañoso; es necesario enjuagar con agua destilada inmediatamente antes de pasar el espejo al baño de plateado.

Modos de platear

A. (figura 65). Cara arriba. Es la disposición más económica, sobretodo para un espejo grande, aunque no pueden evitarse por completo pequeños agujeritos en la capa. La superficie del espejo sirve de fondo a una cubeta improvisada cuyos bordes se forman por medio de una larga faja de papel de embalaje parafinado por inmersión y apretado contra el canto del espejo ligeramente vaselinado para asegurar un recipiente estanco, por medio de varias vueltas de cordón elástico.

B. (figura 65). Cara abajo. Es necesario un recipiente de fondo chato un poco más grande que el espejo; existen platos blancos esmaltados relativamente económicos. Para evitar el contacto del espejo con el fondo y poder producir cierta agitación por balanceo se pegan al fondo cuatro tacos parafinados de madera con un poco de resina según dos diámetros rectangulares, uno de ellos un centímetro

aproximadamente más alto. No deben utilizarse tacos metálicos, mucho menos de plomo, que podrían provocar por electrólisis, grandes anomalías locales en el espesor del depósito.

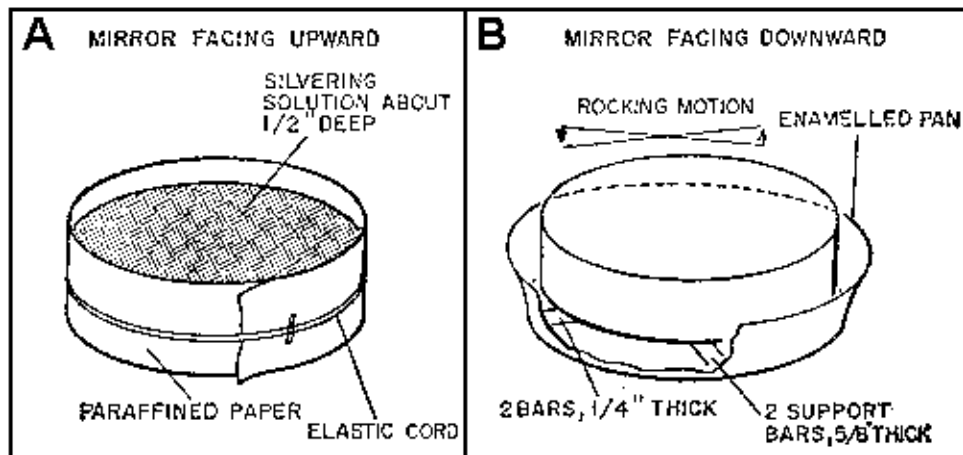


Fig 65. Modos de platear

Conducción de la operación

La temperatura es un factor esencial de éxito. Para trabajar en condiciones apropiadas debe operarse entre los 18 y 24°C; no obstante Ellison obtuvo buenos resultados por el procedimiento Martin en el clima tropical de Ceylan a más de 30° C. Es preciso verificar la temperatura ambiente, la temperatura de las soluciones y la del espejo en su agua de inmersión. Conviene determinar de antemano el volumen de baño necesario haciendo ensayo con agua corriente. Para la disposición espejo cara abajo, particularmente si el dorso del espejo está pulido, el líquido no debe pasar de la mitad del espesor del espejo; puede seguirse así directamente el progreso del plateado. Para evitar un inútil derroche de plata, se tomarán 50 cm³ de solución A por cada decímetro cuadrado de superficie del espejo a platear (aproximadamente 150 cm³ para uno de 20 cm). Se vuelca este volumen de A en un gran vaso de precipitación, se lava la probeta graduada y se mide un volumen igual de solución B que se incorpora progresivamente en A agitando vigorosamente con una varilla de vidrio; lavemos una vez más la probeta y midamos un volumen igual de solución C, que se incorporará con las mismas precauciones a A – B. En principio, las últimas gotas de solución C deben enturbiar ligeramente la mezcla; el aspecto a plena luz es un poco parecido a una ligera infusión de té; si la mezcla permanece límpida podrán agregarse inmediatamente algunas gotas suplementarias de C. Si por el contrario la mezcla se oscurece fuertemente, hay que detener el vuelco, puesto que en este caso el depósito será rápido, brillante, pero delgado. No exageremos la dificultad en lograr el punto de estabilidad de la solución; con el procedimiento Martin la tolerancia es bastante grande. La mezcla que acabamos de obtener debe utilizarse inmediatamente. Es necesario no dejar ninguna porción no reducida de esta solución expuesta al sol, por ejemplo, puesto que su concentración ocasiona la formación de fulminato de plata, explosivo muy inestable de deflagración espontánea. Si el volumen del baño obtenido es inferior al volumen determinado más arriba, necesario para alcanzar el nivel útil, se agregará en consecuencia agua destilada.

Saquemos el espejo del baño en que está depositado y pongámoslo en contacto con la mezcla preparada; agreguemos un volumen de solución reductora D igual a un tercio del volumen empleado de A. La reacción comienza inmediatamente; el líquido se enturbia y se vuelve negro por completo; se debe balancear irregularmente el espejo para igualar lo mejor posible el depósito.

Al cabo de 2 ó 3 minutos y a 20° C se ve aparecer sobre el vidrio un hermoso reflejo metálico; no hay que sacar el espejo para examinarlo. Una permanencia 5 veces más larga es necesaria para obtener un depósito opaco. El precipitado puede considerarse concluido, cuando el baño se aclara y se ven sobrenadar partículas barrosas. Si el espejo está cara arriba, es conveniente evitar los depósitos barrosos o removerlos pasando ligeramente un copo de algodón sobre la superficie sin sacar el espejo del baño. Se retira el espejo del baño y se lo sumerge nuevamente en agua destilada para lavarlo; enseguida hay que asegurarse de la opacidad de la capa; un plateado grueso apenas permite ver por transparencia el sol o el filamento de una potente lámpara. Aun cuando los contornos de un objeto bien recortado en pleno día

sobre el fondo del cielo sean perceptibles, el plateado podrá prestar un buen servicio. Si el plateado es muy débil, es necesario preparar inmediatamente un segundo baño para reforzar el depósito. El secado del espejo debe hacerse con rapidez; después de un breve escurrido se lo mantiene casi en forma vertical y se lo rocía con alcohol puro. Se recomienda el empleo de un ventilador o secador de pelo y es preciso recoger las gotas que podrían escurrirse durante largo tiempo por la parte inferior, por medio de un papel secante.

Bruñido de la capa

Casi siempre la capa está ligeramente velada; una vez bien seca se la aclara por bruñido con una muñeca de gamuza. Ciertos depósitos gruesos y mates no son susceptibles de bruñido y es necesario eliminarlos y comenzar de nuevo. Para un espejo chico, se hace una muñeca rellenando con algodón un trozo de cuero llamado de gamuza nuevo, bien desengrasado, con el lado de los pelos hacia afuera y cuidadosamente cepillado y revisado¹. La muñeca puede tener 4 ó 5 cm de diámetro. Se comienza por frotar un vidrio de prueba, de preferencia plateado, para verificar que no se dejan huellas. Hay que frotar toda la superficie del espejo con carreras en rizo, en tanto un cepillo de dientes servirá para eliminar las partículas de plata que podrían adherirse a la muñeca. Esta primera operación produce una suerte de abatanado de la capa que favorece el bruñido propiamente dicho. El cepillo de dientes es empleado en seguida para extender sobre la muñeca una muy pequeña cantidad de rojo óptico para pulir que terminará de repartir sobre el vidrio de prueba antes de pasar al espejo. Casi siempre estando todo bien seco, el espejo toma un reflejo negro uniforme en pocos minutos. Eventualmente, las manchas recalcitrantes se aclararán exhalándoles un poco de aliento antes de frotar. Debe frotarse lo menos posible, puesto que los millones de rayitas inevitables producidas por la muñeca sobre la blanda capa de plata, terminarán por producir cerca del haz, una difusión de luz tan grave como los débiles velos que son bien visibles en una dirección muy oblicua.

Aluminizado de los espejos

Nos limitaremos a una descripción superficial de esta técnica, solamente para satisfacer la curiosidad del lector constructor y evitarle algunos errores, aunque insuficientemente detallada como para permitirle emprender la operación que exige un material costoso².

La técnica debida en gran parte a John Strong³ consiste en evaporar en el vacío pequeños jinetes de hilo de aluminio muy puro, colocados sobre hélices de tungsteno y calentados por el paso de una corriente eléctrica. El aluminio funde a 660° C; se forma una gotita que “moja” el tungsteno sin peligro de caer; el aluminio se evapora en seguida sobre las partes más calientes del filamento (1200° C). Si el recorrido libre molecular medio es del orden de magnitud del diámetro del recinto en que se hace el vacío (lo que ocurre para un vacío elevado, del orden de 10⁻⁴ ó 10⁻⁵ mm de mercurio), la invisible niebla de átomos de aluminio alcanza directamente la superficie a tratar y se condensa bajo la forma de una delgada capa metálica que reproduce fielmente el estado de la superficie del vidrio ópticamente pulido, sin ninguna semejanza con el metal aluminio macizo pulido mecánicamente. Para fijar ideas, digamos que en el caso de pequeños espejos se obtiene una capa de espesor bien uniforme, colocando los evaporadores sobre una corona de diámetro igual al del espejo y distante en una cantidad igual al radio; las hélices de hilo de tungsteno de 0,7 mm son calentadas por una corriente de 10 a 20 V y algunas decenas de amperios. Un tiempo de evaporación de 10 a 20 segundos basta para obtener una capa opaca (0,1 μm).

¹ ¡Las pieles de oveja que se venden, están adelgazadas con muelas de carborundum!

² En los Estados Unidos muchos aficionados aluminizan ellos mismos sus espejos. En Francia, además de los laboratorios del Institut d'Optique y del Institut d'Astrophysique, la mayoría de las grandes casas de óptica poseen su equipo para la metalización y fluoración y existen varias casas especializadas que tienen una técnica al día. Citamos: la Société d'Optique para el tránsito, 50 avenida Claude – Vellefaux, Paris (X^e), que ha aluminizado la mayor parte de los espejos de la Commission.

³ J. Strong, (Solubilidad límite del tungsteno en los metales evaporados), y también (Aluminizado de los primeros grandes espejos astronómicos) vol. 46, págs. 18 – 26.

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

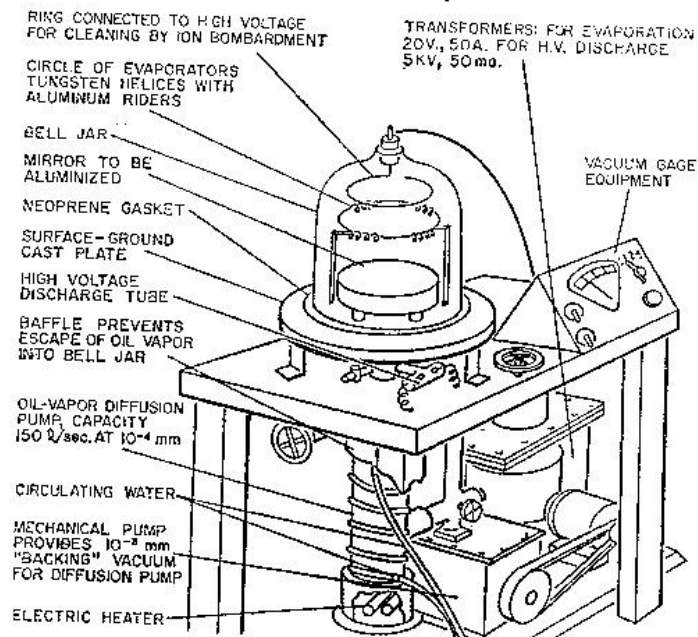


Fig 66. Esquema de una pequeña instalación de aluminizado

La primera dificultad reside en la perfecta limpieza de la superficie del espejo, absolutamente necesaria si se desea una capa durable. La operación es sensiblemente más delicada que para un plateado, puesto que es necesario obtener simultáneamente una superficie limpia y seca. Los velos grises uniformes de las figuras hechas con el aliento, de las cuales hemos hablado antes, muestran que subsiste uniformemente extendida, una capa en extremo delgada de ácidos grasos que pueden provocar después defectos notables. A causa de la afinidad de los iones alcalinos superficiales, la limpieza perfecta de ciertos vidrios es casi imposible. Un tratamiento químico enérgico, que comprenda la inmersión del vidrio durante 2 horas en la mezcla sulfocrómica hirviendo a 400° C¹ es eficaz, pero evidentemente imposible para un vidrio de óptica de precisión; Se recurre a la acción de iones en la campana de vacío durante el bombeo, haciendo una descarga de alto voltaje (5.000 a 10.000 voltios). Los técnicos saben que este procedimiento no está libre de sorpresas desagradables.

Las dificultades que entrañan los vacíos muy pronunciados son mejor conocidas y relativamente más fáciles de combatir. Es preciso descubrir y obstruir continuamente las pérdidas imperceptibles, pero que son siempre muy perjudiciales si no se dispone de potentes medios de bombeo. El escape de un solo milímetro cúbico de aire a la presión normal en un tiempo dado, requiere para ser compensado, una bomba que extraiga varias decenas de litros entre 10⁻³ y 10⁻⁵ mm de presión residual. Deben usarse deshidratantes, zulaques (mástico) y grasa para robinetes de muy débil tensión de vapor; las superficies que hayan absorbido gases necesitarán calentamientos previos, etcétera. Para una pequeña instalación de laboratorio uno puede contentarse con una bomba chica de paletas, como cebadora y de una bomba molecular Howleck o bien de una bomba de condensación a vapor de mercurio, de la cual existen modelos poderosos, pero que necesitan un artificio de aire líquido a causa de la tensión del vapor de mercurio (10⁻³ mm). El considerable desarrollo industrial de los procedimientos por evaporación, fue el que dio la solución práctica del problema, perfeccionando las bombas a difusión de vapor de aceite especial (Amoil, Octoil, Silicone) de muy débil tensión de vapor, gran resistencia a la oxidación y al sobrecalentamiento. En los Estados Unidos se utilizan corrientemente bombas a difusión, metálicas, a vapor de aceite, capaces de absorber muchos metros cúbicos por segundo a 10⁻⁴ mm de mercurio, ¡haciendo posible el aluminizado continuo de hojas en rollos! Por otra parte, sabemos construir bombas a difusión de aceite enteramente en vidrio, de tres etapas y cuatro calderas ¡magníficos exponentes del arte del soplador de vidrio, capaces de bajar la presión residual a 10⁻⁸ mm de mercurio!

¹ Merigoux, Recherches sur la contamination du verre par les corps gras.

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

Para apreciar el valor del vacío hasta 10^{-3} mm, puede bastar un simple tubo de descarga alimentado por una pequeña bobina de inducción. Para medir un vacío más elevado es necesario emplear un medidor generalmente delicado y costoso (medidor de Mac Léod, de Pirani, o de ionización). Si la superficie del vidrio está perfectamente pulida y el aluminizado bien hecho, el resultado es impecable sin ningún pulido posterior de la capa y no puede detectarse una difusión sensible, cualquiera que sea el ángulo del examen. Por el contrario, las menores picaduras de gris, despreciadas o inadvertidas al final del pulido son puestas de manifiesto despiadadamente. Con frecuencia los ópticos negligentes experimentan sorpresas en este aspecto: ¿es preciso decirles que no debe culparse al aluminizado y que toda tentativa de obstruir los agujeros con una muñeca de gamuza sobre el reciente aluminizado tendría consecuencias desastrosas? Al principio la capa es muy débil; el menor frotamiento provoca innumerables rayas; hasta debe evitarse quitar el polvo con un pincel. Al contacto con el aire se forma lentamente una delgada película de óxido de aluminio transparente: la alúmina, que gracias a su gran dureza constituye una buena protección al cabo de 6 semanas. Existen muchos procedimientos para acelerar la formación de una película de alúmina o para aumentar considerablemente su espesor, al punto de ofrecer gran resistencia no solo a la abrasión sino también a las alteraciones químicas normales, incluyendo las provocadas por el aire salino. Lo más perfecto parece ser la oxidación anódica¹, que exige en todos los casos capas muy adheridas y de doble espesor.

Los defectos más frecuentes del aluminizado son debidos a veces a la evaporación en un vacío insuficiente (escape, imprevista salida de gas), de lo que resulta una capa amarillenta y aun negruzca. Aun cuando el defecto sea muy poco pronunciado, se perderá la reflexión de radiaciones de cortas longitudes de onda. Para descubrir este defecto, simplemente puede compararse una hoja de papel blanco con su imagen vista muy oblicuamente por medio del espejo, la cual debe parecer también blanca. A veces, impurezas dentro del aluminio o por contaminaciones grasas puestas en movimiento por la descarga de limpieza, provocan grandes puntos negros sobre la capa. Pero el fracaso más frecuente es debido a las imperfecciones de limpieza; cuando el espejo sale de la campana está casi siempre impecable, pero el defecto de limpieza provoca generalmente, dentro de las 48 horas y a menudo sólo al cabo de una semana, una cantidad de micro intumescencias en forma de calotas convexas de algunos micrones de diámetro, que son bastante densas en ciertas regiones como para difundir bastante más luz que las picaduras grises. En este caso hay que volver a aluminizar.

Transporte de espejos aluminizados

Para no complicar inútilmente el trabajo de aluminizado, debe enviarse dentro de lo posible, un espejo limpio y bien pulido. La limpieza de la cara óptica es asunto de la persona que hará el aluminizado, pero uno se preocupará de eliminar con bencina todo rastro de brea; el rojo del dorso del espejo y los cantos se limpiarán con un jabonado y un borrador de tinta. Las asperezas de estas superficies, a menudo muy rudimentariamente desbastadas, pueden retener mucha sustancia capaz de desprender gases e impedir el logro de un buen vacío. Como el tratamiento para endurecer el aluminio en general se evita y jamás se espera la formación natural de un espesor suficiente de alúmina, el embalaje para transporte del espejo debe prever además de la protección del espejo, la protección de la frágil capa de aluminio en el viaje de retorno. La figura 67 da un ejemplo de caja conveniente. El espejo colocado en una caja interior bien limpia y pintada con gomalaca, tiene su cara óptica separada del fondo por varios milímetros gracias a cuatro tacos en las esquinas que lo soportan por el borde; el aluminio no debe tocar con nada. Es de desear que esta caja interior sea hermética al polvo, lo cual puede lograrse con una banda de tira emplástica sobre la unión de la tapa. Todo embalaje que implique el contacto directo del aluminio con papel de seda o algodón hidrófilo, no es aconsejable debido a las posibles trazas de cloro en estas substancias. Para los envíos por ferrocarril se requiere además, otra caja exterior aproximadamente 5 cm mayor en todos los sentidos, para el cuidadoso centrado con manojos de viruta de madera.

¹ Hass, Journal, Optical Society of America, tomo 39, No 7, págs. 532 – 540.

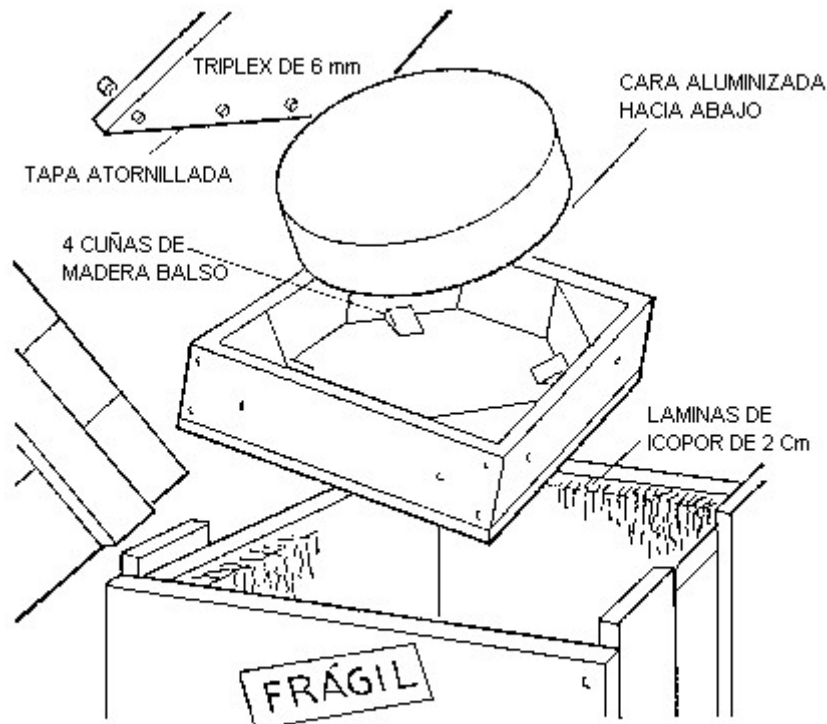


Fig 67. Doble embalaje para el transporte de espejos aluminizados

Cuidado del aluminizado

Aun después de las primeras seis semanas, es conveniente contentarse con una ligera limpieza con pincel y evitar especialmente todo frotamiento con un trapo o gamuza. Particularmente en el caso de un depósito de rocío o de vapor es necesario aguardar la evaporación después de la aclimatación del espejo sin tratar de frotar. El aluminizado resiste bastante bien la humedad, pero debe evitarse la repetición muy frecuente de un ciclo de condensaciones y evaporaciones, sobretodo en las cercanías del mar. El polvo es otra causa de destrucción; cuando el telescopio no se usa, una cubierta de vidrio que rodee el borde del espejo, constituye una buena protección; este medio es clásico para proteger los plateados; en el caso de un aluminizado uno se contenta frecuentemente, si el tubo del telescopio es completo, con una cubierta casi estanca en lo alto del tubo¹. Es conveniente dejar el instrumento con el tubo horizontal para evitar el polvo grasoso más pesado, que el pincel no haría sino extender. Después de uno o dos años de servicio, la superficie está por lo general, notablemente manchada y difunde bastante luz. No obstante, el aluminio conserva su poder reflector y permanece utilizable después de un lavado del espejo en agua jabonosa;² se sumerge por completo el vidrio en el agua; se pasa ligeramente y sin insistir un trozo de algodón impregnado de jabón de tocador (sin soda libre que atacaría inmediatamente el aluminio); se enjuaga cuidadosamente toda traza de jabón con un nuevo algodón dentro de agua pura; es necesario secar rápidamente. Al precio de ciertos cuidados, un aluminizado puede rendir un buen servicio durante cinco años. El poder reflector se mantendrá elevado si el espesor original del aluminio era suficiente para conservar la opacidad no obstante la formación de una película de alúmina cada vez más gruesa; sin embargo los depósitos difusores acabarán por resultar molestos, si se desea un instrumento realmente de primer orden.

¹ Para el tubo de madera del telescopio estándar, se puede construir una tapa de madera con bordes que se pueda quitar y poner fácilmente.

² Evidentemente es preferible el empleo de un detergente totalmente neutro como alguno de los distintos compuestos sulfonados de uso doméstico.

El centrado

El centrado de los espejos de un telescopio es una operación fácil que debe resultar familiar a quien lo utiliza. El dueño de un instrumento con tubo de madera expuesto a notables variaciones de grado higrométrico, no debe dudar en revisar periódicamente su centrado.

Por lo común, la operación se realiza en dos tiempos:

Un centrado preparatorio que puede hacerse en pleno día y en algunos minutos; es un simple centrado geométrico.

Un centrado exacto que consiste en buscar *empíricamente* la mejor imagen posible, observando una estrella con un ocular de foco muy corto.

Centrado preparatorio

El *centrado preparatorio* es extremadamente fácil; se dirige el telescopio con sus dos espejos metalizados y descubiertos sobre un fondo luminoso extenso y uniforme. Se mira a través del tubo portaocular después de haber quitado el ocular; se ve (figura 68, se describe de grande a pequeño) directamente el contorno exterior del espejo secundario diagonal que se proyecta bajo el aspecto de un círculo, de un octágono o de un cuadrado, poco importa; se ve también el contorno del espejo principal gracias a la reflexión sobre el secundario que, visto desde el plano focal, aparece un poco más pequeño que el espejo diagonal si este último es de dimensión bien calculada; por último, gracias a las dos reflexiones, se ve un tercer contorno mucho más pequeño, que es la imagen del espejo secundario plano que contiene la imagen del portaocular y la de nuestro ojo. Por lo común al comienzo, ambos espejos están muy descentrados. Se observa un aspecto parecido al de la figura 68A en la cual los tres contornos están netamente excéntricos. Se comienza por centrar el espejo secundario diagonal actuando sobre sus tornillos de centrado por encima de él, y girando el cuerpo que lo sostiene de modo de hacer concéntricas la imagen del espejo principal y el contorno del diagonal. El resultado obtenido es el que se representa en la figura 68B; para estar seguros de observar por el eje del portaocular, se puede montar provisionalmente un cuerpo de un ocular de foco muy corto, sin lentes. Los dos contornos observados son de diámetros poco diferentes y se tendrá una precisión suficiente sin accesorios, tanto más cuando en este momento un pequeño defecto de centrado del secundario no tendría gravedad (el campo de plena iluminación no estaría exactamente repartido en el campo del ocular). Observemos también que si el eje del portaocular, perpendicular al tubo por construcción, no visa exactamente el centro del diagonal como consecuencia de un error de instalación, se podrá centrar el telescopio, pero los oculares harán un pequeño ángulo con respecto al eje del haz. Algunas veces los portaoculares están provistos de tornillos calantes y resortes que permiten compensar esta inclinación, pero este dispositivo es un lujo que puede suprimirse. Los oculares ortoscópicos toleran un error de inclinación de varios grados sin inconvenientes, lo que representa un margen ampliamente suficiente para la colocación del portaocular.

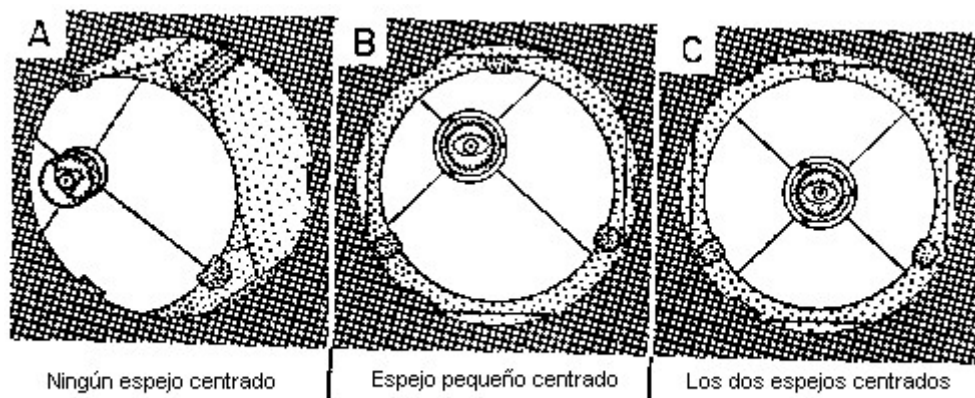


Fig 68. Centrado preparatorio en pleno día

Capítulo 7: Accesorios, terminación, centrado
Del libro: El telescopio del aficionado de Jean Texereau
Página mantenida por: Jorge López jorgealm22@yahoo.com
Visite mi página: www.geocities.com/jorgealm22
Actualizada el 03-sep-2003

Para el centrado preparatorio del espejo principal, consideremos ahora la pequeña imagen de la sombra del secundario, que es necesario centrar dentro del contorno de la imagen del espejo principal, actuando sobre los tornillos calantes (ref. 15, figura 57) del espejo. Si bien los diámetros de estos contornos son muy diferentes, tenemos la costumbre de evitar completamente todo el arsenal de diafragmas, pantallas y pequeños agujeritos descritos bajo diversas formas por muchos autores a los cuales remitimos al lector aficionado a los centrados geométricos¹. Para nosotros, estos procedimientos tienen poco interés puesto que postulan implícitamente que el espejo principal es exactamente de revolución. Es preferible no hacer ninguna suposición y fiarse únicamente del centrado sobre una estrella, que eventualmente podrá conducir a adoptar expresamente una posición fuera de eje si el espejo principal es ligeramente astigmático, por ejemplo.

Centrado exacto

El *centrado exacto* con una estrella, requiere más atención; pero no hay que exagerar las dificultades. Para fijar ideas, observemos que el defecto de centrado que muestra una coma bien perceptible con un espejo a $f/D = 6$ corresponde a una separación de 2,3 mm en el plano focal, lo que representa, con nuestros tornillos calantes de paso 100, aproximadamente un tercio de vuelta; en las mejores condiciones de rotación de un décimo de vuelta produce un resultado perceptible. Se elige una estrella de 3^{ra} ó 4^{ta} magnitud (para un 200 mm) bien alta en el cielo para aumentar la posibilidad de tener buenas imágenes y evitar perder el contacto dorsal del espejo por un tornillo calante que habría entonces que desatornillar (es preferible hacer los últimos ajustes atornillando los calantes). Como la inclinación del espejo principal todavía no es definitiva, el buscador no puede centrarse aún y, por lo tanto, no es utilizable; por consiguiente, es necesario primero emplear el ocular de foco más largo para hallar la estrella y colocarla en el centro del campo. La figura 69A presenta a título informativo un ejemplo de imagen compleja (combinación de coma, astigmatismo y difracción) que se observa lejos del eje de un espejo a $f/D = 6$. Pero aun el centrado preparatorio más torpe no dejará un descentrado tan considerable; pero de todos modos la coma domina e indica claramente en qué dirección se encuentra el eje, que está marcado sobre la figura. La parte superior de la figura 69 se refiere a manchas extrafocales observadas algunos milímetros atrás del mejor foco con un ocular medio, que basta para notar la excentricidad de los anillos y comenzar la corrección. La orientación del penacho indica si es menester actuar sobre el tornillo calante superior o sobre uno de los laterales. Si se trabaja solo, en lugar de hacer un razonamiento que muy probablemente nos inducirá a error, es mejor y más rápido hacer una tentativa cualquiera (atornillar o desatornillar) pero pensando bien en lo que se hace, y observar si la coma disminuye o aumenta. Cuando es posible obtener la ayuda de una persona que maneje los pernos de los tornillos de centrado, la operación es rápida; se dirige la maniobra de modo de ver la imagen desplazarse por el campo en el sentido de la coma (figura 69 abajo) y todavía podemos arreglarnos, al menos con un ocular no muy fuerte, para no perder la estrella del campo. Con un telescopio Cassegrain no muy grande, la operación es particularmente fácil, puesto que el mismo observador puede girar los tornillos calantes sin cesar de observar. Aproximándose al eje (figura 69B), el empleo de las manchas extrafocales con un ocular medio resulta un procedimiento no muy sensible y es preciso servirse del ocular más fuerte de que se disponga (3 mm) y visar la imagen focal exactamente puesta a foco cada vez. La figura 69B abajo, muestra la distribución desigual de la luz de los anillos de difracción en presencia de una débil coma (retocar aproximadamente con una media vuelta de tornillo) y en presencia de coma combinada con una flexión de simetría ternaria del espejo sobre sus tres tornillos calantes. Los últimos retoques se realizarán por un cuarto o un octavo de vuelta. Si se tiene la suerte de observar imágenes bastante calmas como para ver la imagen de difracción y los anillos de manera permanente, la operación es rápidamente concluida; en caso contrario, el pequeño defecto que podrá subsistir no será, a pesar de todo, perjudicial para las imágenes mediocres.

¹ En la actualidad existen en el comercio colimadores a rayo laser que se insertan en el portaocular.

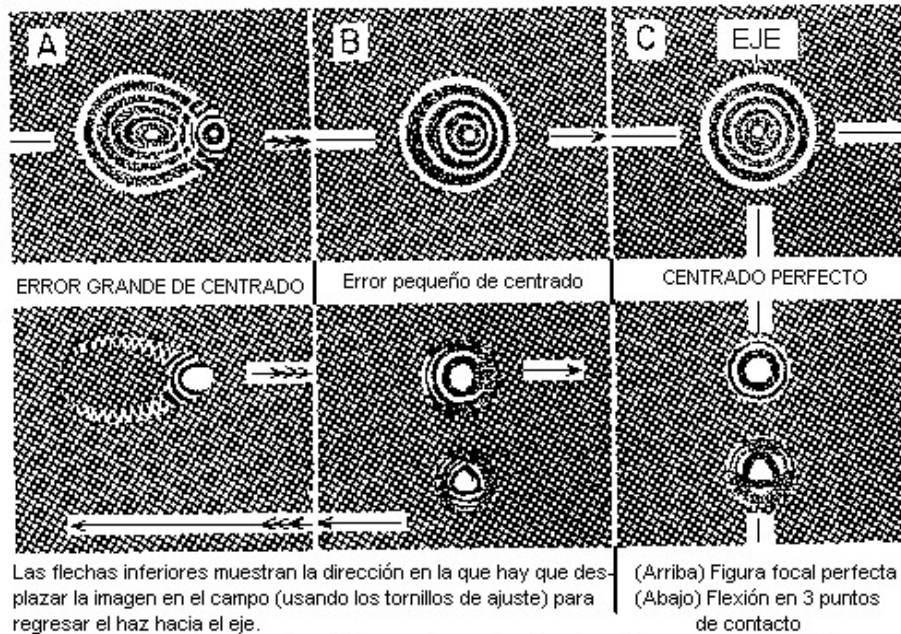


Fig 69. Centrado del espejo principal sobre una estrella

La figura 69C muestra un centrado perfecto; la figura inferior que se observa en presencia de flexión sobre los tres tornillos calantes muestra los anillos nudosos que se igualarán lo mejor posible en intensidad, desconfiando de la turbulencia, que produce aspectos análogos pero móviles.

No creemos necesario insistir; en el fondo, la operación es instintiva como lo es la puesta a foco, y es más fácil de hacer que de leer y comprender sobre la base de la mejor descripción.