



CURSO DE CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

(2004)

Objetivo: que el estudiante aprenda la teoría básica de la óptica y que sea capaz de entender el funcionamiento de un telescopio. El estudiante construirá su propio telescopio y aprenderá las técnicas de pulido de componentes ópticos.

TEMARIO de Antecedentes

I.- Historia de la astronomía

- Sistema solar
- Estrellas y constelaciones
- La vía láctea
- Galaxias

II.- La esfera celeste

- Movimientos aparentes de la Tierra
- Rotación
- Traslación
- Estaciones del año
- Precesión
- Nutación
- Desplazamientos de los polos terrestres

Sistemas coordenados

- Alta-azimutal
- Ecuatorial
- Eclíptico

- Transformación de sistemas coordenados
- Refracción, centelleo, paralaje y aberraciones atmosféricas
- Posiciones medias y verdaderas

III.- El calendario

- Tiempo
- Solar verdadero
- Solar medio
- Universal
- Local o husos horarios
- Los Calendarios



Tiempo Sideral

IV.- Naturaleza de la luz

- Velocidad de la luz
- Teoría ondulatoria de la luz
- El espectro
- Telescopios y radiotelescopios

V.- Telescopios

- Refractores
- Reflectores
- Desarrollo de los telescopios
- Conceptos de óptica
- Oculares
- Diferencia entre ellos
- Aberraciones

VI.- Otros instrumentos ópticos

- Interferómetros
- Espectrógrafo
- Fotómetro
- Cámaras CCD



Manufactura y construcción del Telescopio

Lecciones

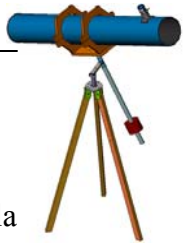
Primera Parte: ÓPTICA

Capítulo I. Materiales necesarios

- Un vidrio de forma circular con 15 cm de diámetro y 1.9 cm de espesor, puede ser de vidrio de ventana ordinaria y se puede comprar en cualquier vidriería bien surtida. Éste será nuestro futuro espejo, por lo que en el resto del artículo se le llamará como tal.
- Un vidrio del mismo diámetro que el anterior, pero de 1.3 cm de espesor aproximadamente, éste será la herramienta con la cual se dará la curvatura espejo.
- Polvos abrasivos o esmeriles: este material es básico para la fabricación de nuestro telescopio. Su función será la de ir desgastando la superficie de los vidrios con el objetivo de darle la curvatura deseada.
 - 500 gramos de abrasivo n° 80 (Carborundum)
 - 250 gramos de abrasivo n° 120
 - 100 gramos de abrasivo n° 320
 - 100 gramos de abrasivo n° 700
 - 100 gramos de abrasivo n° 1000 (o esmeril fino)
 - 250 gramos de pulidor para vidrio (Óxido de Cerio).
 - Mesa de trabajo
 - Franela
 - Agua

El Carborundum es óxido de silicio; el esmeril fino puede ser óxido de aluminio Alundum de 15 micras o Carborundum del número 303. El pulidor ya sea, óxido de cerio (rosa claro), óxido de titanio (blanco), óxido de hierro (rojizo) o Barnesita, se pueden conseguir en casas distribuidoras de materiales para óptica, o bien en las ópticas mismas si tienen taller. En México DF pueden conseguir estos abrasivos en: CGU Casa Galván (teléfono: 5583 3420).

Los utensilios auxiliares que se requieren son: una cuchara, cuatro frascos pequeños de vidrio, cuatro brochas de una pulgada de ancho (una para cada frasco), papel higiénico, una tabla cuadrada de madera de 30 cm por lado y 3 cm de espesor, tres tiras de madera de alrededor de 2 cm por lado y de 1 cm de espesor, martillo y clavos. Para el pulido será necesaria brea y chapopote.



Capítulo II. Esmerilado del espejo primario

El esmerilado es un proceso que consiste en provocar fracturas micrométricas a la superficie del vidrio, estas se producen al rodar los granos de esmeril entre los dos vidrios que se frota. Para comenzar a esmerilar los vidrios, previamente se clavan las tiras de madera en la tabla como se muestra en la **Figura 1**, y se coloca la herramienta de vidrio sobre ella. Después se pone agua en los frascos de vidrio, y se mezclan con un poco de esmeril de diferente grueso en cada uno (la proporción es de 3 de agua por 1 de esmeril, en volumen), debe tenerse mucho cuidado en no mezclar los esmeriles, esto puede provocar que las superficies trabajadas se rayen y se tenga que volver a comenzar. El lugar de trabajo debe escogerse con cuidado, procurando que en él no existan corrientes de aire que arrastren impurezas que también puedan rayar el vidrio.

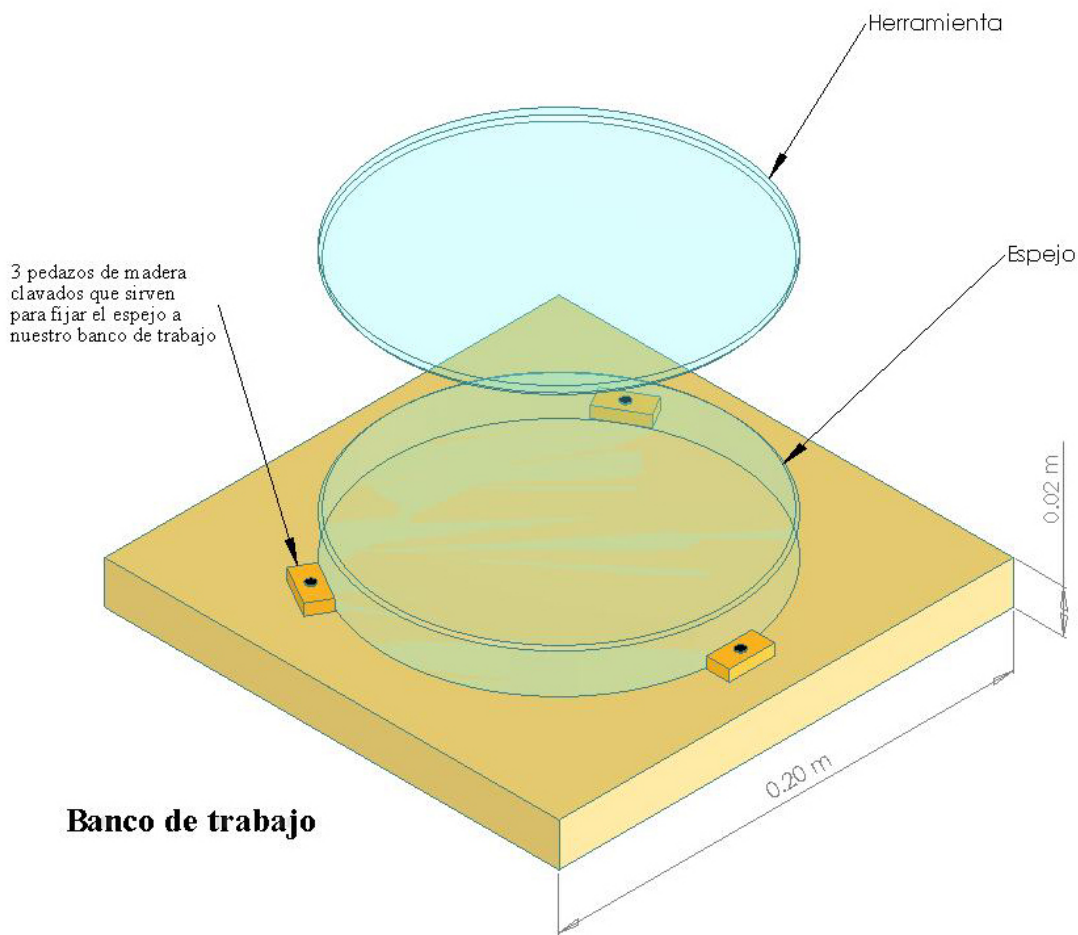
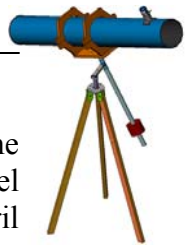


Figura 1 Banco de Trabajo



Los vidrios se tallarán a manos en un proceso que puede resultar incómodo si no se tiene una buena posición, al igual que repercute en la calidad y el tiempo de trabajo del esmerilado y pulido de los vidrios, por esto se recomienda que se trabaje sobre un barril metálico o mesa firme en una de sus esquinas con una altura superior a la cintura.

Tanto la herramienta como el vidrio para el espejo deben tener un cierto bisel (donde no existen filos en las esquinas de la superficie) para evitar que las superficies se formen mal, este biselado se puede dar con una lima fina alrededor de toda la periferia de las superficies **Figura 2**, o se puede pedir que lo hagan en cualquier vidriería.

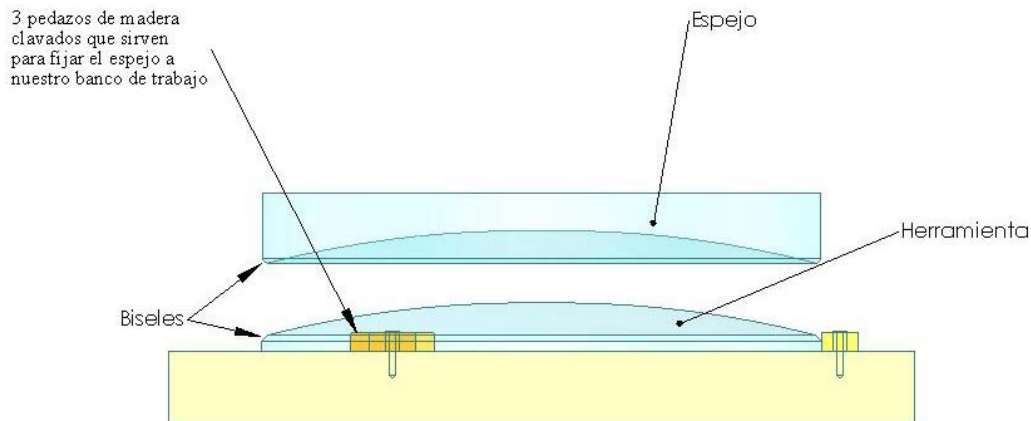


Figura 2 Detalle de los biseles

Comencemos a esmerilar: Se coloca la herramienta de vidrio sobre la madera, sujetándola firmemente con ayuda de las tres tiras clavadas, se remueve el frasco de esmeril más grueso (Carborundum del número 80) con una de las brochas, y se vierte con ayuda de ésta un brochazo de agua y esmeril sobre la herramienta.

Luego se coloca el vidrio para el espejo sobre la herramienta, y a continuación se realizan los tres siguientes movimientos combinados del espejo, sobre la herramienta, véase la **Figura 3**:

1. **Primero:** Movimiento circular, pasando el centro del espejo cerca de la orilla de toda la herramienta, pero sin llegar a ella.
2. **Segundo:** Movimiento de rotación del espejo sobre su propio eje, con el fin de dar un desgaste uniforme en toda la superficie. Este giro se realiza cada 6 a 10 movimientos circulares completos del primer tipo.
3. **Tercero:** Movimiento de rotación del vidrio herramienta sobre su eje, con el mismo fin de dar uniformidad al desgaste. Este se puede hacer de dos formas: con un movimiento muy lento del trabajador alrededor



del barril o mesa sobre la que trabaja, o bien girando cada minuto, por ejemplo, pequeños ángulos el vidrio herramienta que está fijo al lugar de trabajo. Este movimiento se realiza siempre en sentido contrario al del primer movimiento.

Los movimientos descritos deben hacerse a un ritmo relativamente lento, no más de 40 veces por minuto, ya que puede ser contraproducente. Además, no hay que intentar que los movimientos sean iguales del todo, no hay que buscar uniformidad del movimiento, sino del espejo.

Con estos tres movimientos el espejo comenzará a hacerse cóncavo, comenzando con una pequeña depresión en el centro, que se irá ampliando poco a poco como se muestra en la **Figura 2**.

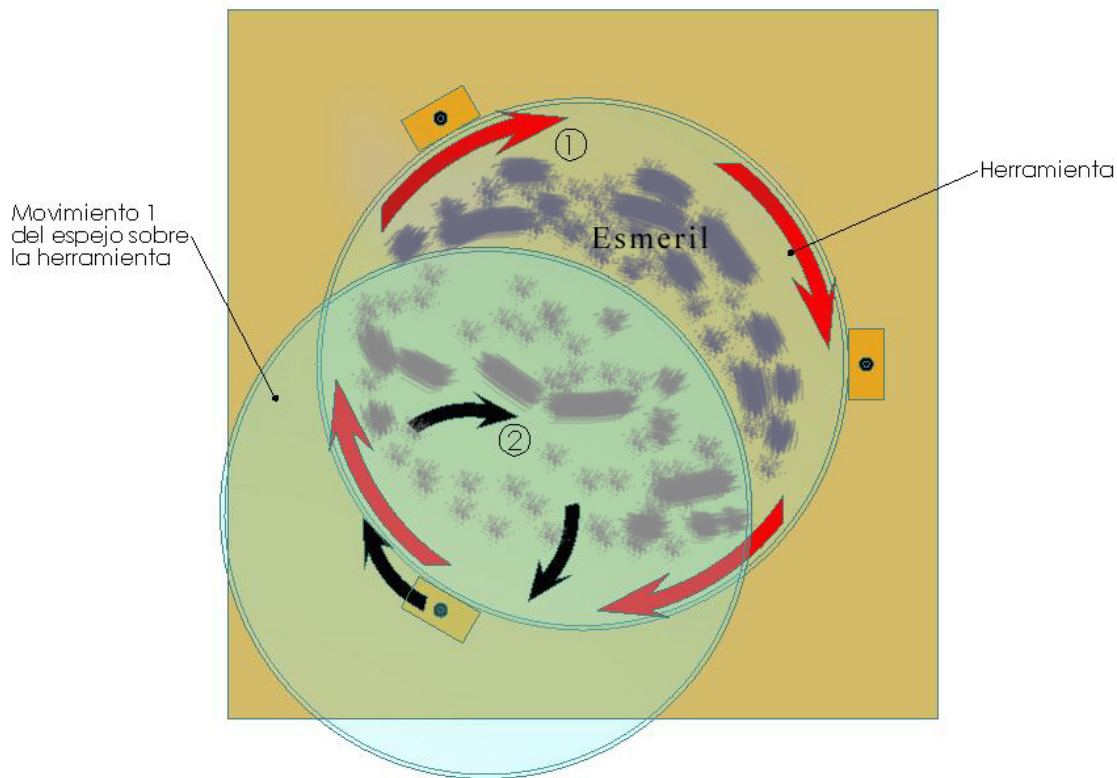
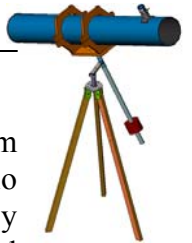


Figura 3 Movimientos para el esmerilado

Los granos de esmeril se fracturan y mezclan con partículas de vidrio, lo que provoca que adquieran una forma pastosa de color gris claro, que casi no tiene poder abrasivo. Esto nos indica que es necesario limpiar los vidrios con agua, para agregar de nuevo esmeril grueso con la brocha, para poder seguir trabajando.

La *distancia focal* de un telescopio es aquella a la cual va a concentrar la luz, y debe ser medida constantemente durante el proceso de esmerilado, a fin de obtener el valor



deseado. El espejo del telescopio tendrá aproximadamente una distancia focal de 135 cm (relación $f/9$, el nueve indica el número de veces que cabe el diámetro del espejo primario en la distancia focal). Para medir esta distancia, se hace con el vidrio enjuagado y mientras está mojado, reflejando la luz del Sol sobre una pared, la distancia entre el espejo y la pared debe variarse hasta lograr que la mancha luminosa sea lo mas pequeña posible, es entonces cuando la distancia del espejo a la pared es la distancia focal. Se recomienda hacer esta medida, para mantener nuestro espejo en el rango deseado, al principio cada hora y conforme se va avanzando en el esmerilado cada media hora.

La distancia focal disminuye rápidamente si el movimiento circular del espejo sobre la herramienta tiene un diámetro grande, casi del diámetro de la herramienta, este movimiento es con el que se empieza el tallado de los vidrios. Si el diámetro de este movimiento circular es pequeño (3 cm), la distancia focal no crece, y solamente le dará más precisión a la forma esférica, por lo que es muy conveniente hacerlo al final del esmerilado grueso. Para aumentar la distancia focal se intercambian las posiciones de la herramienta y el espejo, poniendo el espejo abajo y la herramienta arriba de él, este proceso no es necesario hacerlo más que en el caso de que la distancia focal sea menor de 135 cm.

Una vez que toda la superficie del vidrio para el espejo presenta esmerilado y que se ha logrado la distancia focal, se van a repetir las operaciones de esmerilado, con la herramienta abajo, usando un grano de esmeril más fino (el tamaño de grano del esmeril es menor mientras mayor es el número por el que se conoce), por ejemplo, si ya se usó el Carborundum 80 sigue el número 120, y así sucesivamente aumentando el número del Carborundum. La única diferencia, de los movimientos para el esmerilado más delgado, es que la amplitud del movimiento circular debe ser menor. Cuando se observe a contraluz la superficie del vidrio y presente un esmerilado uniforme sin ralladuras, es el momento de pasar al esmerilado fino (Carborundum 303 o Alundum de 15 micras).

Para poder empezar con el esmerilado fino, se debe limpiar meticulosamente el área de trabajo así como enjuagar muy bien los vidrios, ya que un solo grano del esmeril anterior que se mezclara con el esmeril fino causaría ralladuras en todo el trabajo ya hecho.

El primer movimiento circular ahora va a ser sustituido por un movimiento en *zigzag* o en forma de *W*, cuidando que la carrera total sea menor al diámetro del espejo (alrededor de 4 cm). Los otros dos movimientos de rotación se conservan iguales, a fin de lograr la simetría, al igual que de vez en cuando se debe poner de nuevo esmeril.

Este proceso de tallado durará hasta que se eliminen todos los rasgos del esmerilado grueso, dando así una textura más fina a la superficie del espejo, esto debe verificarse a contraluz.



PRECAUCIONES:

- * Escoger, para esmerilar, las mejores superficies tanto de la herramienta como para el espejo.
- * Biselar amabas caras de los vidrios.
- * Poner con un plumón una flecha, que indique las caras de tallado, a los costados de los vidrios, esto para evitar errores.
- * Evitar durante el proceso de esmerilado se sequen en contacto las superficies de los vidrios, ya que se puede generar vacío y es muy difícil despegar los vidrios.
- * Los vidrios, durante el movimiento de tallado, se deben sujetar con los dedos en la periferia y con las palmas de la mano presionar constante y vigorosamente.
- * Los vidrios son muy delicados y es necesario guardarlos y limpiarlos muy bien con agua cada vez que se vaya a dejar de trabajar con ellos.
- * Buscar con ayuda de la *Sección Amarilla* de tu ciudad las casas distribuidoras de los materiales mencionados.