

# Proyecto sextante

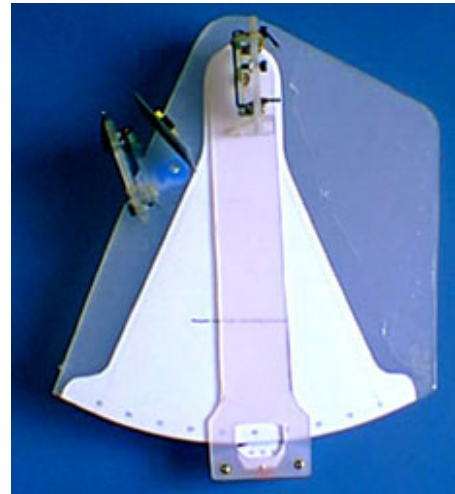
*Construya su propio sextante, aunque sea un/a patoso/a*

Este proyecto trata sobre la construcción de un **sextante** (en realidad, un octante). No es necesaria una especial habilidad, ni tampoco unas herramientas muy avanzadas. El diseño es simple y puede hacerse con herramientas de mano corrientes.

Los detalles de diseño que se muestran aquí son quizás un poco pobres. El autor afirma que, en las pruebas realizadas, este octante difería en menos de 6' con un sextante Davis de los de verdad. Globalmente, los resultados son bastante buenos. Ojala que estas ideas te inspiren a realizar tu propio diseño del aparato.



*Componentes del octante ...*



*.. Componentes ensamblados*

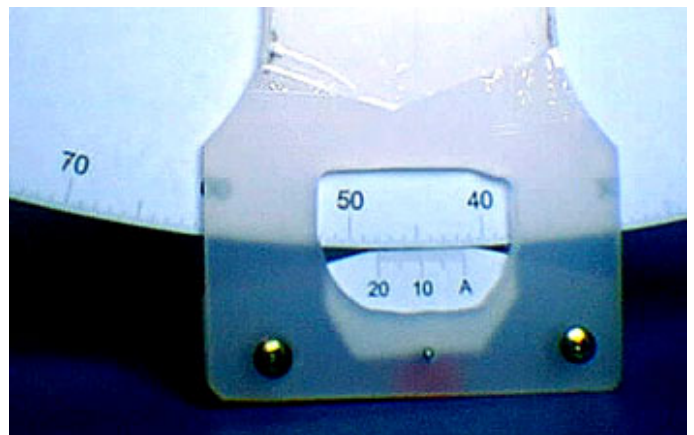
## La Escala

Aquí el tamaño no importa ;-). Cuanto más grande, más engorroso de llevar y guardar, pero también más preciso. La precisión es muy importante, permitiendo lecturas de grados y minutos con una precisión de al menos 5' de arco.

Interesa utilizar algún programa de Diseño por Ordenador y una impresora o plotter decente. Con una impresora laser o de chorro de tinta se pueden obtener actualmente dibujos bastante decentes.

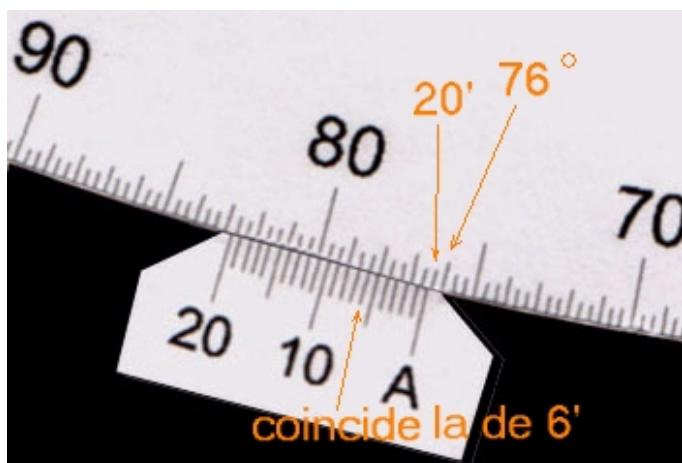
Como no se pretende utilizar unas herramientas muy sofisticadas, descartaremos la idea de colocar un micrómetro y en su lugar pondremos un nonius o Vernier casero. Los sextantes tipo Vernier son más antiguos. En el sextante de escala vernier, se divide cada grado de la escala con 3 marcas (20' de ancho). En la figura, el índice es la escala numerada de arriba, mientras que la de abajo es el Vernier o nonius.

En el presente caso, 19 divisiones de la escala grande corresponden a 20 del nonius. Así se consigue una precisión de  $(20-19)/20$  respecto a la división del índice, que como está dividido en tramos de 20', entonces la precisión es de  $((20-19)/20)*20' = 1'$



*Escala Vernier*

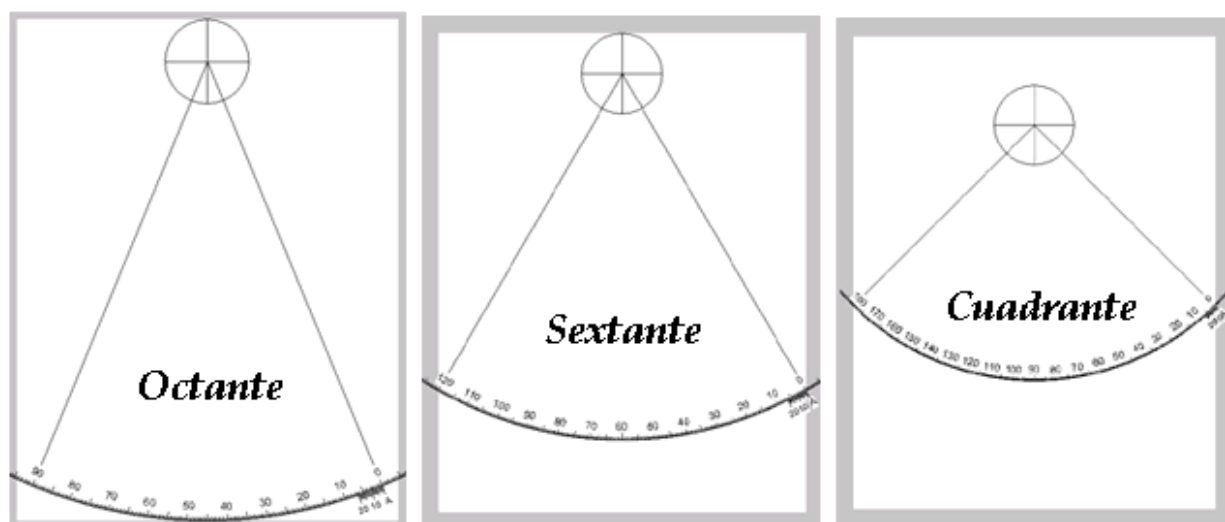
La precisión de la escala del vernier puede ser tan buena



como la del tornillo micrométrico. La única diferencia estriba en que la escala vernier requiere un manejo mucho más delicado del brazo del sextante durante el reglaje.

La lectura de la escala del vernier es fácil, una vez que te acostumbras a ello. En la escala de la izquierda, el índice marca  $76^\circ$  y un poco más, con minutos entre  $20'$  y  $40'$  (marca **A**). En el vernier, puede apreciarse que su 6ª raya, a partir de la **A**, coincide con una raya del índice, así pues, la lectura es  $76^\circ 26'$  ( $76^\circ 20'+6'$ ).

Debajo pueden verse los 3 tipos básicos de sextante. El octante puede medir hasta  $90^\circ$ , el sextante hasta  $120^\circ$  y el cuadrante hasta  $180^\circ$ . El octante encaja mejor en una hoja de formato A4, dando así el tamaño más grande posible de las divisiones en grados de la escala, para más detalle. Y una escala de  $90^\circ$  es suficiente para la mayoría de las observaciones.



*Tipos de sextante*

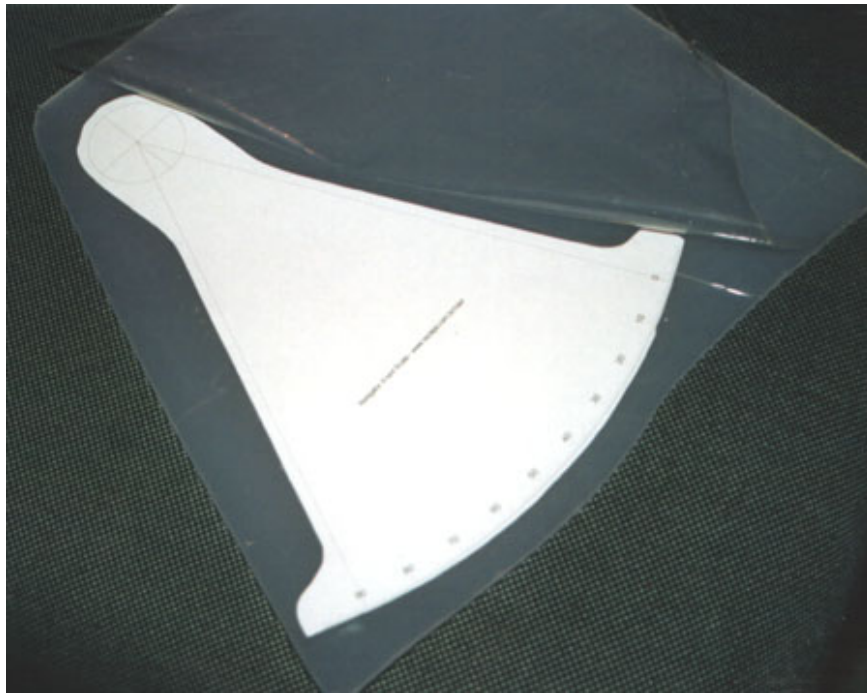
Las escalas graduadas pueden dibujarse con algún programa de CAD (p.ej. AUTOCAD) e imprimirse en plástico autoadhesivo.

### Parte principal o marco del instrumento

Para el marco puede utilizarse lámina de metacrilato de 3 mm. de espesor. Este es un material fácil de trabajar y además es relativamente rígido. Estas láminas se venden habitualmente en piezas grandes por lo que es interesante juntarse varias personas que vayan a fabricar el sextante para no desperdiciar material.

El metacrilato viene con plastificado a ambos lados por protección. Es una buena idea no quitar este plastificado hasta el final ya que si no, pueden producirse arañazos en la superficie del metacrilato.

Otra posibilidad es fabricar el marco pegando dos piezas de metacrilato de menor espesor, por ejemplo 2 mm. De este modo, la escala puede pegarse a la cara interior de una de las piezas quedando protegida a posteriori.



*El marco del sextante con la escala ya pegada*

El pegado de la escala graduada en el marco es una operación crítica. Debe quedar correctamente pegada, sin burbujas de aire o dobleces. En caso contrario, la escala no será correcta.

Después de imprimir la hoja autoadhesiva con la escala, cortarla con cuidado. Sacar la pegatina de su protección. Sujetarla con ambas manos y cuidadosamente colocarla en el marco, poniendo primero el círculo del eje del brazo. Después, extender la escala con una mano, mientras se sujeta el otro lado. Mantener el papel ligeramente estirado, pero no tanto como para deformarlo. Si se hace mal, habrá que imprimir otra escala y comenzar todo el proceso de nuevo.



*Líneas de corte del marco, brazo y vernier*

Después, puede utilizarse un rotulador para dibujar las piezas (marco, brazo y vernier).

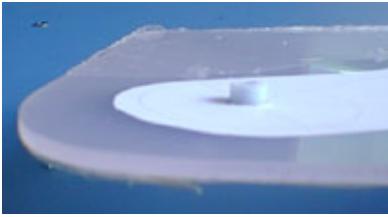
La ventana del brazo (donde se lee la escala) debe ser hecha de tal medida y posición que puedan verse ambas, escala y vernier, y su punto de contacto perfectamente.

Al dibujar el brazo, medir el radio de la escala graduada y añadir 10 mm. a cada lado (hacia adentro y hacia afuera del eje del brazo). Una medida prudente para la anchura de la ventana serían 30 mm. La figura de la izquierda muestra las tres piezas del marco, trazadas y listas para ser cortadas.

Las piezas pueden cortarse con una sierra de marquetería de dientes finos. Hay que tener cuidado al cortar a lo largo de la parte de la escala donde están las marcas. No cortar nunca en la misma línea de la escala. Teniendo cuidado, puede cortarse dejando 0.5 mm de dicha línea. Así, no habrá problemas a la hora de lijar, hasta alcanzar la línea. Usar lija fina para el acabado del arco de la escala.

Con igual cuidado cortar y lijar el punto de contacto del vernier, verificando con frecuencia la coincidencia con el arco de la escala. El contacto entre vernier y escala debe ser tan próximo como sea posible.

Para agujerear el agujero del eje del brazo, primero hay que marcarlo con el gramil (o un clavo). Usar primero broca de 2 mm. de diámetro y después, de 7 mm. Usar brocas afiladas. Lo mismo en el marco asegurando que el centro del agujero esté bien colocado.



Puede ponerse un tubo de plástico rígido de 7 mm. en el eje para que no haya contacto entre el brazo y el tornillo. El tornillo va en el medio con tuerca de seguridad o bien tuerca y contratuerca. Asegurarse de que no hay holgura en el eje del brazo.

Tras cortar, taladrar y lijar, ya se pueden ensamblar marco y brazo. Después se puede posicionar y unir el vernier al brazo, por medio de un par de gotitas de pegamento (loctite). Utilice pequeños tirafondos para asegurar el vernier.



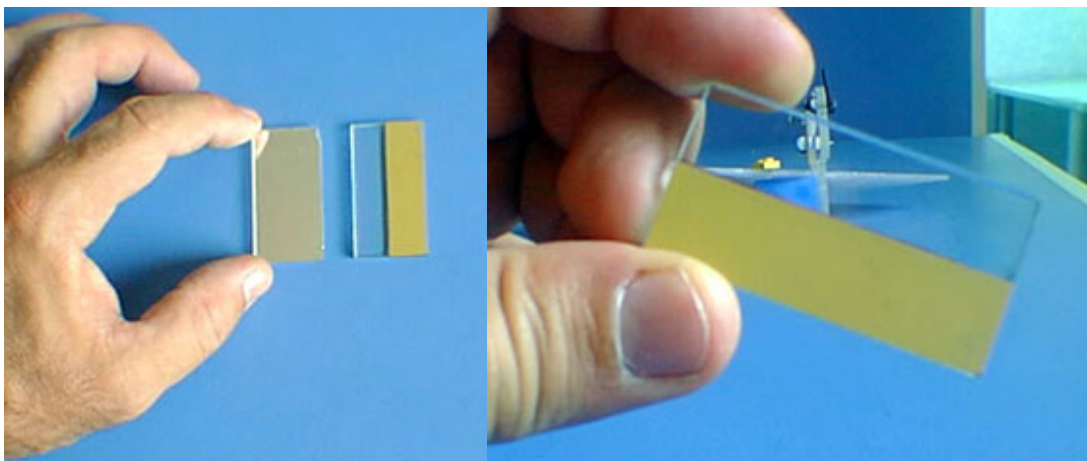
Si los pasos anteriores se han realizado correctamente, el vernier debería mantener un contacto suave pero próximo con el índice, en su movimiento a lo largo del arco.

Añadir un trocito de plástico en la parte de atrás del brazo, para presionarlo contra el marco (pieza verde de la izquierda). Es importante que haya cierta fricción entre brazo y marco de modo que el instrumento mantenga la posición si se deja suelto (es decir, el brazo no se mueva solo). Esto es también importante para que haya un buen ajuste.

## Espejos

Dos espejos de cristal del mismo tamaño (46 mm x 24 mm, 3 mm grosor) pueden ser adecuados. En cualquier cristalería te los pueden cortar. Como ya sabéis, uno de los espejos tiene que ser transparente en una mitad. Esto puede hacerse eliminando la mitad de la capa de plata de su parte de atrás con un cutter.

Primeramente hacer un corte longitudinal por la mitad de uno de los espejos. A continuación raspar una de las mitades para eliminar la capa epoxy protectora de la parte de atrás del espejo, con la cuchilla inclinada. La protección epoxy es dura, pero sale con un poco de paciencia. No usar materiales abrasivos o el filo de la cuchilla, para evitar arañar el cristal. Una vez eliminado el epoxy, la plata se quita fácilmente, frotando duro con un paño húmedo. Al final, el cristal debe estar transparente, limpio y libre de raspaduras (fig. inferior).



*Espejos*

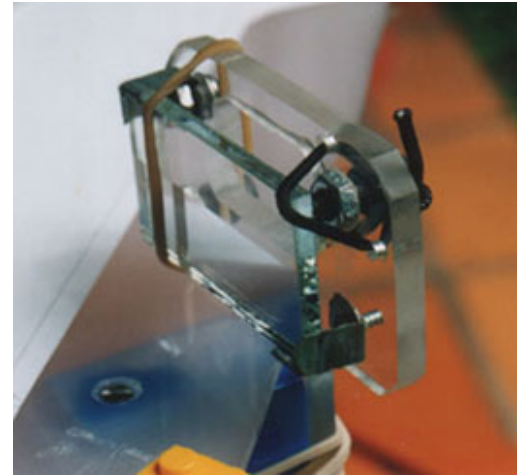
## Sujeción de los espejos

Para la sujeción de los espejos puede usarse un metacrilato más grueso (4 mm), ya que estas piezas están a menudo sometidas a trabajo duro. Debeán ser fijadas con tirafondos, por eso es recomendable un material más grueso.

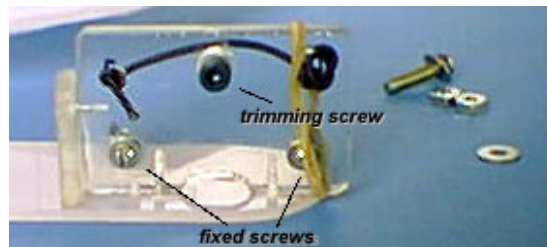
Ambos espejos deben sujetarse al menos en tres puntos (3 puntos definen un plano). Interesa que alguna de las sujeciones por tornillo permita una cierta holgura para poder reglar la posición del espejo..

Saque punta a todos los tornillos, para reducir el área de contacto entre ellos y el espejo a un punto. Es conveniente también colocar chapas metálicas delgadas para impedir que los espejos se desplacen lateralmente durante el ajuste.

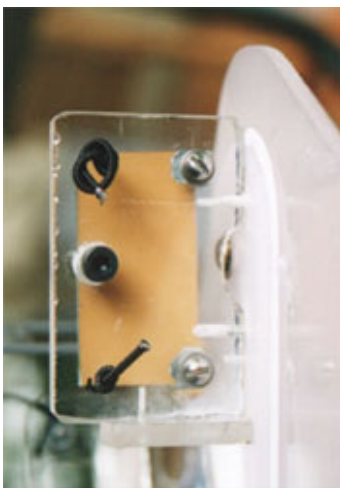
Para asegurar un contacto perfecto entre los 3 tornillos y el espejo pueden utilizarse bandas de goma (ver derecha). Estas comprimen el espejo contra los tornillos. Los sextantes "de verdad" utilizan muelles metálicos para esta función.



*Sujeción del espejo del brazo*

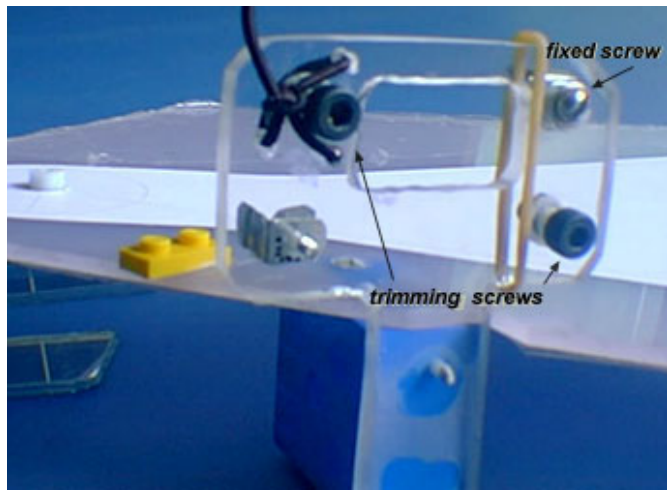
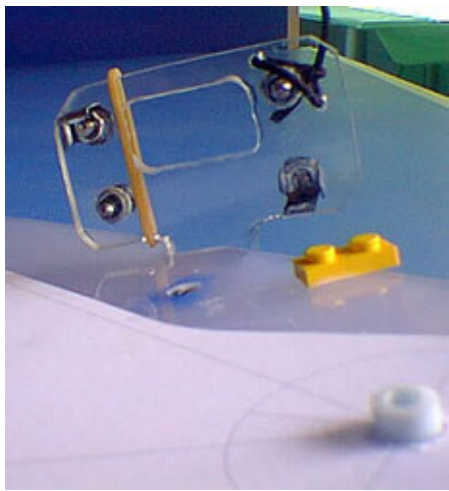


*Vista por detrás*



**La sujeción del espejo del brazo (espejo móvil)** es básicamente un rectángulo, con una placa de soporte lateral. El espejo móvil tiene un tornillo de ajuste (el de más arriba en la figura superior). Hacer un alojamiento de 1 mm de profundidad para la tuerca del tornillo de ajuste y pegarla al metacrilato para que no se mueva durante el ajuste.

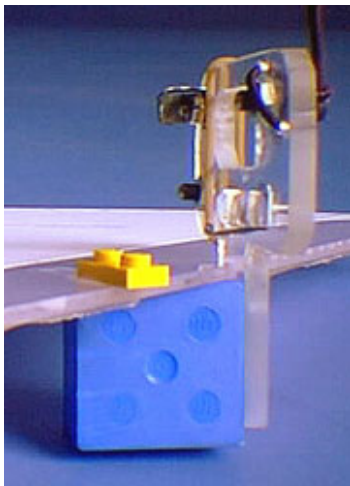
**La sujeción del espejo del marco (espejo fijo)** es una pieza en forma de T, con 2 tornillos de ajuste (debajo). Cortar una ventana de modo que la visión a través de la parte transparente del espejo sea correcta.



Tras completar los montajes de sujeción de los dos espejos (i.e. después de taladrar, cortar, lijar y sujetar los tornillos), ya pueden unirse al marco y al brazo. Empecemos con el espejo del brazo.

La base del espejo móvil debe posicionarse de modo que el centro de la superficie del espejo (la parte trasera) esté sobre el centro del eje de giro del brazo. De este modo el centro de la superficie del espejo permanecerá en el mismo punto cuando se mueva el brazo.

Asegurarse de que hay sitio para meter y sacar el tornillo del eje del brazo, porque si no no se podrá montar ni desmontar el brazo. Después de pegar con loctite, poner tirafondos para asegurar el conjunto al brazo. Hacer un alojamiento para la cabeza del tornillo, para evitar que interfiera en el movimiento del brazo.



Después de asegurar el conjunto del espejo móvil, poner el brazo en  $0^{\circ}00'$  y colocar el espejo del marco paralelo al del brazo. En la figura se utilizan piezas de Lego para ayudar al montaje.

No es que se quiera hacer propaganda de Lego, pero en las casas donde hay niños abundan este tipo de piezas, y al haberlas de distintos tamaños vienen bien como ayuda.

Comprobar que ambos conjuntos de los espejos estén firmemente sujetos a sus bases. Llegados a este punto, ya tenemos un sextante para medir posiciones de las hermanas estrellas, planetas y la hermana luna. Solo falta añadir filtros para poder visualizar también al hermano sol.

### Filtros solares

Esto es muy importante ya que la vista podría verse dañada si no se toman todas las precauciones posibles. Los negativos de fotos vienen muy bien como filtros solares. Al final de los carretes de fotos siempre queda una parte sin usar que, una vez montada en un marco de los de diapositivas, puede servir como filtro. Se recomienda poner dos negativos para el Sol y uno para la Luna.

Ambas diapos son de quita y pon y se fijan al instrumento de la manera que se quiera (con un clip). Cada uno puede pensar en cuál es la forma que más le convence, llegando incluso a idear un pivotamiento como sucede en los sextantes comerciales.

Hay que tener cuidado en que la superficie de los filtros debe ser perpendicular a la línea que une ambos espejos. De no ser así, se introduciría un error de



*Filtro solar*

refracción..

Tampoco debe estorbar el soporte de los filtros al manejo del brazo, especialmente para ángulos grandes.

### ¿Qué pasa con el visor?

Se puede intentar con catalejos pequeños de 2x o 3x; también con los típicos de juguete; incluso puede optarse por no poner nada, eso sí, teniendo cuidado de que el ojo está en un plano paralelo al del instrumento, que contenga la separación espejo-cristal del espejo fijo. Una solución de compromiso es colocar un pequeño tubo de PVC para que actúe como visor.

### Reglaje de los espejos

El reglaje de este octante no difiere en nada con el de cualquier otro sextante.

Primero hay que reglar el tornillo de ajuste del espejo móvil. Este debe estar perpendicular al plano brazo/marco. Esto puede verificarse mirando al reflejo de la escala índice en el espejo móvil. El índice reflejado debe estar perfectamente alineado con la parte del índice que se ve directamente (flecha verde de la derecha).



A continuación ajustar el espejo fijo. Esto tiene su miga ya que hay que regular dos tornillos a la vez. Poner el brazo en  $0^{\circ}00'$  y apuntar el instrumento hacia un objeto lejano (como una estrella, un barco lejano, la chica del bikini al otro extremo de la playa). Después, reglar los dos tornillos hasta que el objeto (cuerpo en el caso de la chica) permanezca como una única imagen aunque te gires y rotes alrededor del eje del instrumento.

-----



*Visual al Sol*

Se deja al arbitrio del lector el añadir mejoras, como por ejemplo: otro sistema de posicionado de los filtros, un mango para sujetar el sextante, una caja para llevarlo. La caja es probablemente el más importante de los tres. Una buena caja alarga la vida del aparato.

Hay muchos materiales diferentes, ideas de diseño, y chatarra en los trasteros que pueden utilizarse para construir un sextante. Si consigues construir uno, usando las ideas aquí expuestas o no, eso nos haría muy felices y te agradeceríamos que nos lo hicieras saber.

Construir un sextante puede ser divertido, y lograr una lectura precisa de un instrumento hecho por uno mismo es algo que le hace a uno sentirse bien.

### Bibliografía

>> "The American Practical Navigator " por Nathaniel Bowditch

ISBN 0781220211 - 1200 páginas