

## 141 - Algunos instrumentos antiguos para la navegación marítima

En su publicación bilingüe "Evolución de la navegación astronómica a lo largo de los siglos", editada por Alderabán (Cuenca, ISBN: 978-84-95414-95-3), el autor nos invita a conocer algunos de los instrumentos utilizados para situarse en el mar.



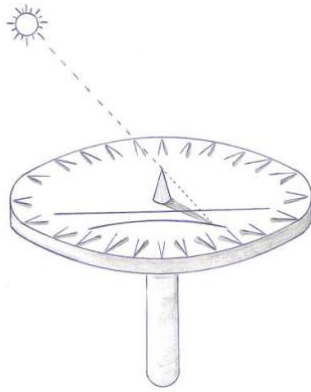
Exposición de réplicas de instrumentos, jornadas AMONAVAL, Laredo, 2014.

La realización de varias reconstrucciones de dichos instrumentos permitió al autor conocer mejor sus funcionamientos y apreciar la precisión alcanzada. He aquí un rápido vistazo a algunos de los instrumentos:

### **El compás solar de los vikingos:**

Basado en el principio del gnomon y de las curvas gnomónicas, este objeto circular de madera tiene un estilo vertical que proyecta su sombra sobre su base, la cual podía flotar horizontalmente, por ejemplo en un cubo de agua. Girando el instrumento y haciendo coincidir la sombra con la línea gnomónica correspondiente, se puede encontrar el Norte (véase la imagen aquí abajo).

Por supuesto, una brújula solar de este tipo sólo era precisa para una latitud y una época del año concretas. El navegante británico Sir Robin Knox Johnson probó el instrumento y comprobó que era bastante preciso, lo bastante para navegar de este a oeste cuando se descubrió Terranova en un drakar de la época de Eric el Rojo. Mi modelo permite aproximarse a la dirección del Norte con una precisión de unos 5°.

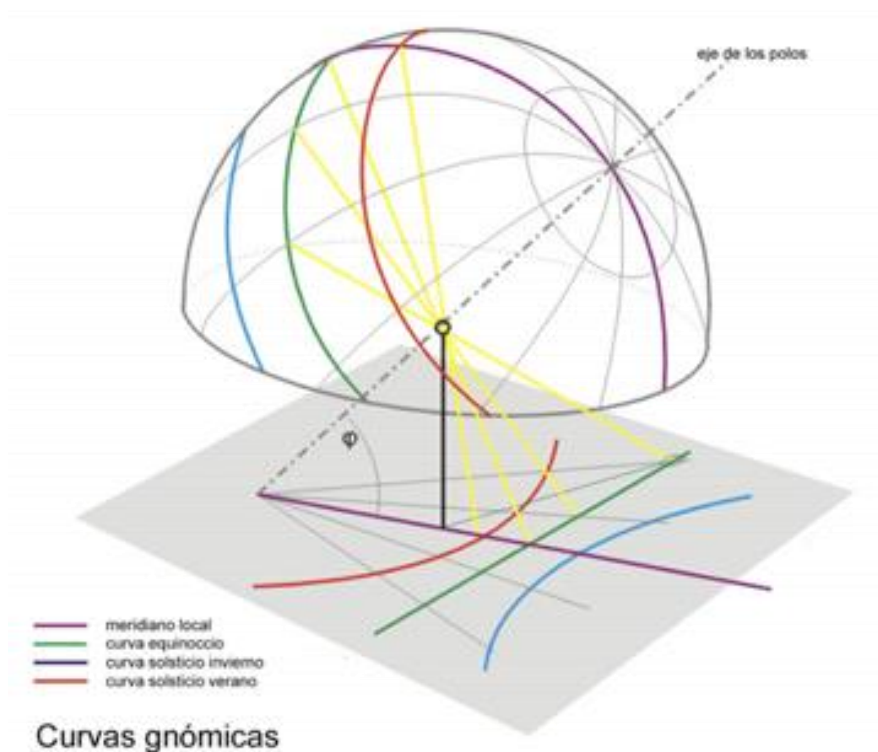


Principio de funcionamiento



Reproducción de una brújula vikinga

En enero de 2021, Roger Torrenti publicó un interesante artículo sobre este tema en la revista "L'Astronomie de la Société Astronomique de France" (véanse las fuentes más abajo).



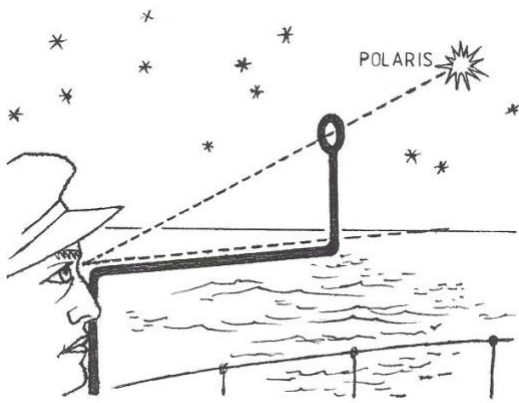
Curvas gnómicas

\*\*\*

### El Kamal:

Muy utilizado en los dhows árabes de los mares orientales, se trata de una simple tabla de madera con un agujero perforado en el centro para sujetar una cuerda anudada. El principio de medición consistía en hacer coincidir el horizonte con la parte inferior de la tabla y la estrella con su parte superior. La cuerda anudada daba el ángulo entre el ojo del observador y la tablita. De este modo, se podía determinar la latitud por la Polar o por la altura meridiana del Sol.

Existen Kamales metálicos en las Bermudas, basados en el mismo principio. La navegación a latitud constante se utiliza desde hace mucho tiempo tanto para travesías cortas como transoceánicas.



Principio de funcionamiento del Kamal (bermudeño)



Reproducción de un Kamal (tablita)

\*\*\*

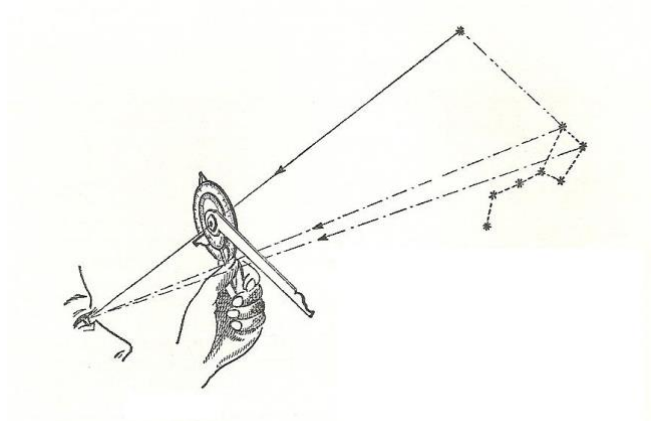
### El Nocturlabio

Este instrumento permite encontrar el ángulo horario de una estrella circumpolar utilizando las "Guardas" (Dube y Merak de la Osa Mayor), que apuntan en dirección del Polo, como las agujas de un gran reloj celeste.

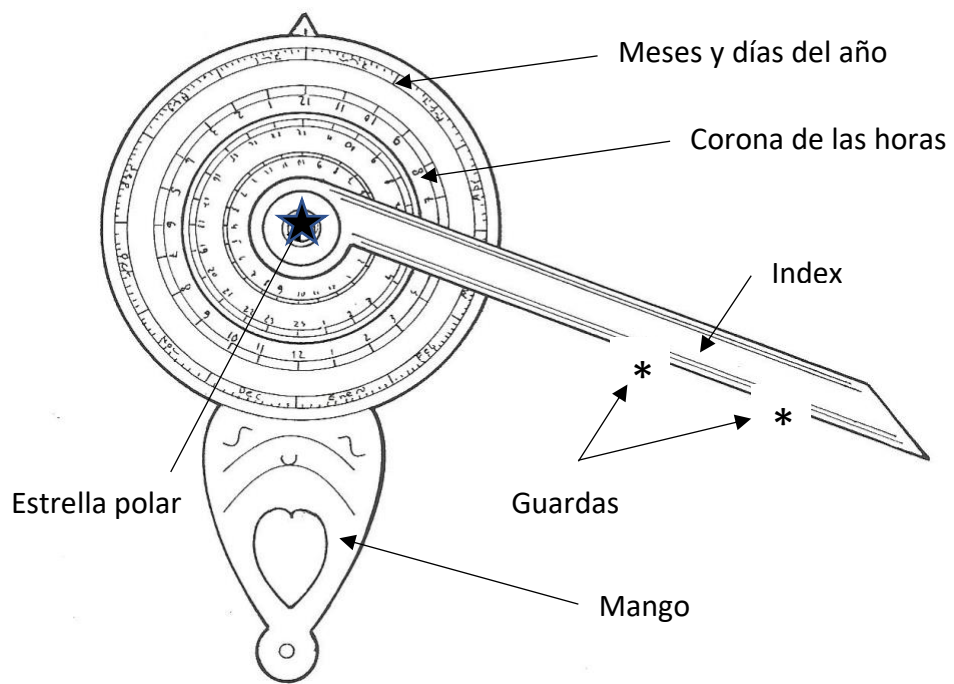
Después de mover el índice (una corona graduada concéntrica) hasta la fecha de medición, apunte a la Estrella Polar a través del pequeño orificio central del instrumento y, a continuación, mueva la alidada del instrumento para alinearla con las Guardas. Así se obtiene la hora de la noche, que puede leerse en el disco índice. Este es el reloj nocturno utilizado por los marinos.

También hay nocturnos que utilizan Cochaba, otra estrella circumpolar, como aguja horaria en lugar de las Guardas.

Los "buscadores de estrellas" actuales (Star Finder) utilizan el mismo principio para mostrarnos las estrellas de la bóveda celeste en un día y a una hora determinados.



Principio de funcionamiento y del uso del nocturlabio



Nocturlabio



Reproducción de un nocturlabio con una volvelle (rueda) en el reverso que indica la hora solar en función del acimut de la Luna y de su edad.

\*\*\*

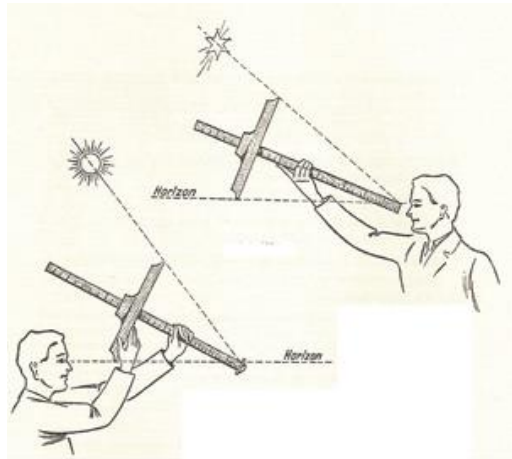
### La ballestilla:

Este instrumento puede encontrarse también bajo el nombre de Vara de Jacob o Vara de Oro. La ballestilla consta de una larga varilla, la vara, sobre la que se desliza un doble cuadrado llamado martillo. La varilla está graduada y el martillo puede deslizarse sobre ella. Puede haber martillos de diferentes longitudes, lo que da mayor precisión para ángulos pequeños o grandes, pero también significa que hay diferentes graduaciones en diferentes lados de la varilla.

Para medir la altura del Sol y evitar ser deslumbrado por él, se fija una pantalla al extremo de la varilla y la sombra del martillo se ve sobre esta pantalla. Esto significa que el observador está de espaldas al Sol, a diferencia de lo que se practica para una estrella como el Polo, por ejemplo. La ballestilla no puede utilizarse para medir ángulos grandes.

Mi modelo de ballestilla está limitado a una precisión del orden de medio grado, aunque algunas fuentes indican que podría alcanzarse una precisión de 1/10 de grado en los mejores casos.





Principio de las medidas con la ballestilla



Reconstrucción de una vara de Jacob

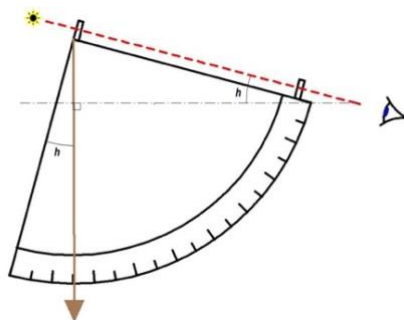


Detalle de la cabeza de la vara

\*\*\*

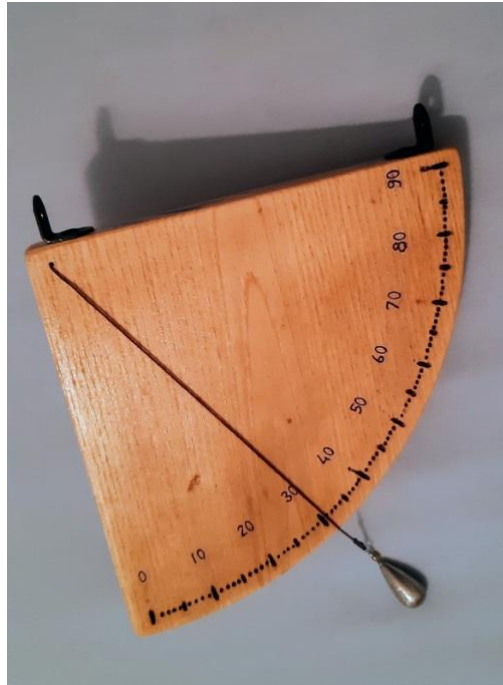
### El cuadrante náutico:

Fue uno de los primeros instrumentos de medición angular utilizados en la marina para hacer medidas en el mar. Consta de un cuarto de círculo graduado en grados, una alidada de puntería y una plomada. La plomada marca la vertical (y por tanto la horizontal), permitiendo medir la altura de un cuerpo celeste observado sobre el horizonte, como la Polar. La precisión alcanzada es del orden de un grado.



Principio de funcionamiento del cuadrante náutico

Observar el Sol con un cuadrante de este tipo es muy difícil, porque hay que quemarse los ojos mirando directamente a sus rayos. Sin embargo, también era posible situarse frente al instrumento y observar el Sol por la sombra proyectada sobre una varilla para realizar la medición, pero esto requería la participación de dos personas.



Reproducción de un cuadrante náutico

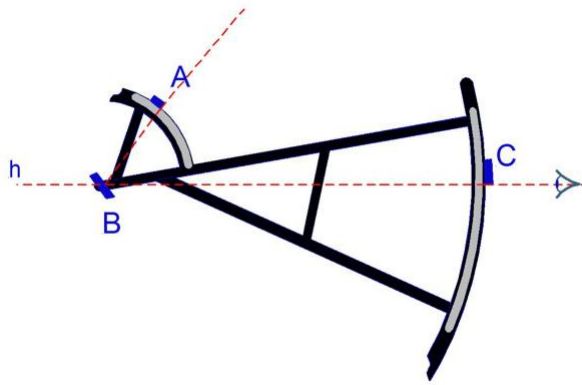
\*\*\*

### **El cuadrante de Davis:**

También llamado "Backstaff" en inglés, apareció hacia finales del siglo XVI y constituía un alivio para los ojos de los observadores. Fabricado en madera, el instrumento tiene dos arcos graduados; el superior mide  $60^\circ$  y el inferior  $30^\circ$ , lo que da un total de  $90^\circ$ . La suma de los dos ángulos da la altura del astro sobre el horizonte. La flecha de este instrumento puede medir más de un metro.

Los segmentos móviles A y C (ver figura en la página siguiente) se deslizan sobre sus respectivos círculos; son difíciles de fabricar y, sobre todo, pueden caerse y perderse al manipularlos. No hay que olvidar que la cubierta de un barco es un lugar inestable y a veces turbulento.

Tras haber construido una réplica de un instrumento de este tipo, puedo confirmar que la precisión de sus mediciones es del orden de un cuarto de grado, es decir, unas 15 millas náuticas. Recordemos que el diámetro del Sol se aproxima a medio grado. Este instrumento se utilizó hasta finales del siglo XVIII.



Principio de funcionamiento del cuadrante de Davis



Reproducción del instrumento



Detalle del arco superior



Otra imagen de la reproducción

\*\*\*



### El sextante:

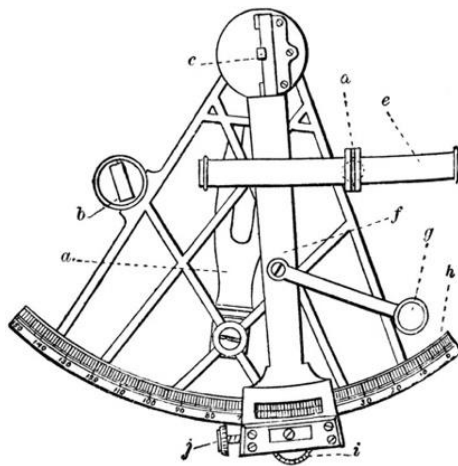
Los avances en la fabricación de vidrio óptico y espejos, y en particular el descubrimiento de las lentes acromáticas, permitieron finalmente fabricar instrumentos de medición de gran precisión.

El primero fue el cuadrante de reflexión, instrumento atribuido al célebre físico Isaac Newton en 1699. Se trataba de un dispositivo óptico basado en el principio de la reflexión de los rayos luminosos.

Este instrumento óptico fue pronto sustituido por el octante, un logro intermedio muy aplaudido por los navegantes.

En cuanto al sextante, fue idea de un capitán de la Royal Navy, John Campbell, en 1757, aunque el matemático estadounidense Thomas Godfrey trabajaba al mismo tiempo en un instrumento de navegación muy similar.

Los promotores del uso de las distancias lunares para determinar la longitud en el mar a finales del siglo XVIII estimularon enormemente el desarrollo de este instrumento: el octante sólo podía medir ángulos de hasta 90 grados y el "método de las distancias lunares" requería la posibilidad de medir ángulos de hasta 120 grados. Así pues, al igual que el octante, el sextante se utilizaba para medir la altura de un astro (Sol, Luna, estrellas, planetas) sobre el horizonte, así como la distancia angular entre dos astros. Normalmente, el ángulo entre la Luna y el Sol, o sea ángulos a veces más importantes.



Principio de funcionamiento del sextante

Por supuesto, desde entonces el instrumento ha sido mejorado, pasando de una construcción de madera a un instrumento totalmente metálico con óptica de alta calidad. Pero hay que decir que, tras 250 años de leal servicio, sigue siendo actual. Tanto es así que la Marina nacional francesa ha decidido recientemente adquirir un gran número de ellos, habida cuenta de la situación política actual y de la posibilidad de no poder seguir beneficiándose del posicionamiento con GPS.

Lógicamente, aparte de un modelo necesario para fines educativos, no me propuse hacer una reproducción de una máquina de tanta precisión. Mi propio sextante me ha servido durante muchos años de navegación oceánica. También existen sextantes de plástico, baratos y suficientemente precisos.

### **Valor del instrumento:**

Un instrumento de precisión de este tipo siempre ha sido caro, y para su usuario era uno de los objetos más preciados a bordo, no todo el mundo podía permitirse uno. En 1771, un sextante podía costar 3.000 libras. Una libra contenía legalmente 4,5 gramos de plata pura. Al cambio actual de 0,69 euros, una libra prerrevolucionaria representa, por tanto, unos 3 euros.

Esto explica por qué, en caso de naufragio, el capitán haría cualquier cosa por salvar su instrumento, como hemos visto en algunas de las famosas películas marinas actuales, como la Bounty o Master & Commander.

**P.-A. Reymond** © 2023/24

### **Fuentes:**

- L'histoire de la navigation, de l'usage pratique de l'astrolabe, Hubert Michea (<http://hubertmichea.fr/pages/astrolabe.htm>)
- Wikipedia
- Évolution de la navigation astronomique au cours des siècles, P.-A. Reymond, Ed. Alderabán, 2012
- Evolución de la navegación astronómica a lo largo de los siglos, P.-A. Reymond, Alderabán Ediciones, 16080 Cuenca, 2012
- <http://navigare-necesse-est.ch>
- <https://lastronomie.fr/>

