

Retrato de Diego de Alvear

 [VER IMAGEN](#)

Los instrumentos científicos de don Diego de Alvear

Mariano Esteban Piñeiro
Instituto de Historia Simancas, Universidad de Valladolid

Introducción*

El retrato de don Diego de Alvear que se conserva en el Museo Naval de Madrid y del que existen varias copias, algunas en propiedad de la familia Alvear, es atribuido al pintor sevillano Gutiérrez de la Vega, y su composición muestra gran analogía con la de algunos otros del Museo Naval, como el de don Antonio de Ulloa o el de Gutiérrez de la Concha.

Don Diego, en su despacho, con uniforme de brigadier, aparece de pie, sujetando con las dos manos un catalejo de cuatro segmentos. A su lado izquierdo se abre una ventana por la que se ve el mar y un pequeño navío. A su derecha, y detrás, reposan sobre una mesa tres gruesos volúmenes y, sobre ellos, un teodolito. En los lomos de aquellos pueden leerse los títulos manuscritos que corresponden a las tres obras que Diego de Alvear escribió sobre sus trabajos en la Comisión de Límites: *Diario de la segunda división de límites al mando de don Diego de Alvear con la descripción de su viaje desde Buenos Aires para reconocer los terrenos neutrales entre el Chuy y Tahin*, *Relación geográfica e histórica de la provincia de Misiones* y *Observaciones astronómicas*.

La simbología del retrato parece clara. Se presenta a don Diego en su doble aspecto de marino, el más importante para el autor, y de hombre de ciencia. El primero está representado por su uniforme de oficial de alta graduación, el catalejo que tiene en sus manos, y el mar y el navío que se contemplan por la ventana abierta. Su faceta científico-técnica se muestra en el teodolito, instrumento esencial para la práctica topográfica, labor que dirigió durante más de diez años como comisario para la determinación de las líneas fronterizas entre los dominios españoles y portugueses en la América meridional, y en las tres obras manuscritas en las que recoge los distintos aspectos de sus trabajos en esa misión.

La gran mayoría de los marinos europeos de la época, y Diego de Alvear es un perfecto ejemplo, poseían una sólida formación científica y técnica, que les permitía tanto realizar observaciones astronómicas como realizar navegación astronómica o dirigir trabajos topográficos y cartográficos. Para cada una de estas tareas era necesaria la utilización de distintos instrumentos científicos y técnicos, instrumentos que, al igual que diferentes tratados y colecciones cartográficas, les acompañaban a lo largo de toda su vida y que solían dejar a su fallecimiento como preciado legado a sus sucesores.

Los instrumentos que se conservan de don Diego

Los descendientes de don Diego de Alvear conservan en Montilla, su lugar natal, una pequeña colección de instrumentos que pertenecieron al marino y astrónomo cordobés: tres catalejos acromáticos de distintas dimensiones, un quintante y un círculo de reflexión, además de un trípode que pudo servir para fijar algún instrumento de observación o medida.

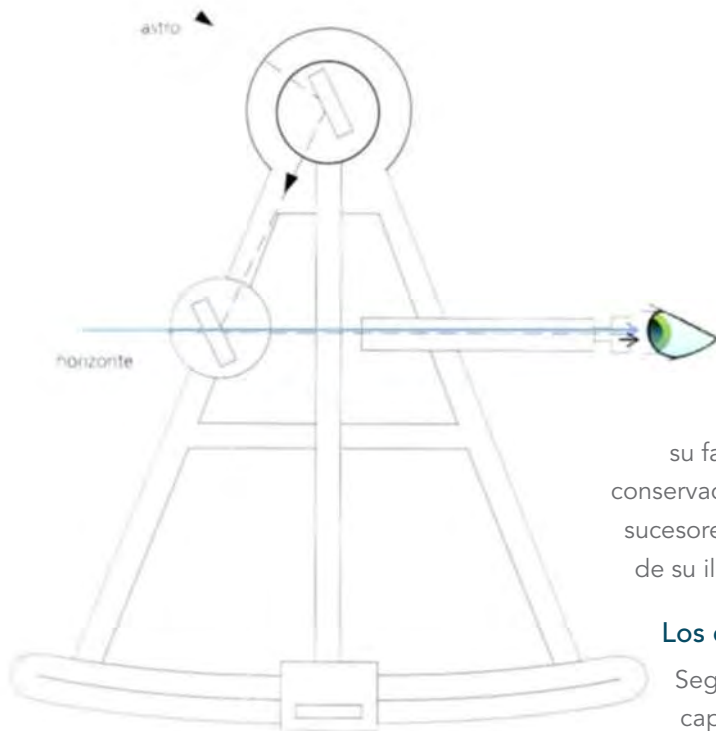
La naturaleza de estos instrumentos está íntimamente ligada a las actividades de su propietario. Los catalejos, indispensables para prevenir riesgos en la navegación en esa época, eran un auxiliar inseparable para un marino de una Armada de guerra. El quintante y el círculo de reflexión, instrumentos «matemáticos» por excelencia, eran de uso obligado para fijar la posición de un navío, y su manejo requería una amplia formación matemática y técnica. Al mismo tiempo, podían ser muy útiles en los trabajos topográficos, hidrográficos y cartográficos. Y todas esas actividades las desarrolló don Diego de Alvear durante décadas, tanto en sus distintas navegaciones como en sus tareas en la Comisión de Límites.

Catalejos que pertenecieron a Diego de Alvear

Izquierda: Catalejo
Siglo XVIII
Gemichon, París
Latón, cristal y cuero
Museo Naval. Madrid
MNM 1292

Derecha: Catalejo acromático
plegable de cuatro segmentos
de don Diego de Alvear
Principios siglo XIX
Latón, cuero, cristal. Longitud
54,6 cm, ø 3,5 cm
Colección: Familia Alvear
Foto: Mariano Esteban Piñeiro
y M.ª Asunción Sánchez Justel





Arriba:

Esquema del uso del quintante

Abajo:

Quintante de don Diego de Alvear

Finales siglo XVIII o principios del XIX

Latón, cristal, caja de caoba.

Ø 26 cm

Colección: Familia Alvear

Fotografía: Mariano Esteban

Piñeiro y M^a Asunción

Sánchez Justel

Como se verá más adelante, estos cinco instrumentos eran de gran calidad, procedían de los mejores artifices de la época e incorporaban los últimos avances técnicos conseguidos hasta los comienzos del siglo XIX.

A pesar de los dos siglos transcurridos desde su fabricación, presentan un aceptable estado de conservación, que muestra la estima y el respeto con que los sucesores de don Diego han cuidado el legado y la memoria de su ilustre antepasado.

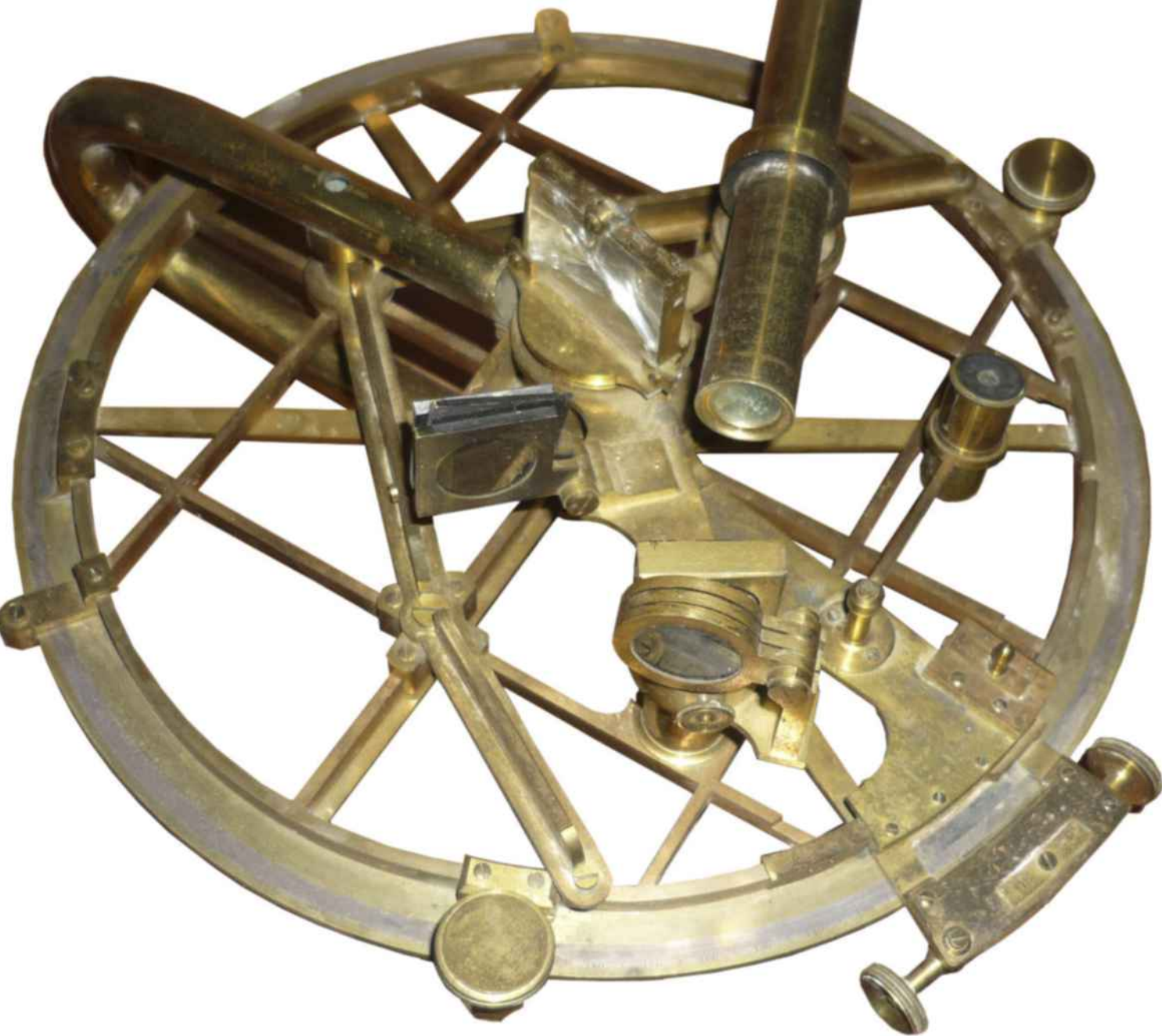
Los catalejos o anteojos

Según un conocido aforismo, «navegar es prever»; la capacidad de ver lo lejano aumenta enormemente la seguridad de la navegación, pues permite prever con tiempo las maniobras necesarias para evitar un peligro natural, como un escollo, para preparar el lugar adecuado de la costa donde fondear o, también, para preparar la defensa o iniciar la retirada ante la presencia de un navío, posible enemigo eventual. La capacidad de observar objetos lejanos, agrandándolos o aproximándolos aparentemente, se consiguió con la invención de los anteojos o catalejos en las últimas décadas del siglo XVI por maestros constructores de «visorios», o gafas, en distintos lugares de Europa, entre ellos Barcelona y Sevilla.

A partir de 1609 se comienzan a utilizar los catalejos para las observaciones astronómicas. La publicación en mayo de 1610 del *Sidereus Nuncius* de Galileo Galilei representó uno de los momentos decisivos en la historia de la ciencia: las imágenes de Júpiter y de sus lunas obtenidas con un catalejo echaban por tierra convicciones seculares y lanzaban a la Europa culta a un torbellino de debates y polémicas. Un tosco tubo con dos lentes de escasa calidad se había convertido, en las manos de un hombre de ingenio, quizás en el más perturbador y revolucionario instrumento científico de todos los tiempos.

De inmediato se buscó el empleo del catalejo para la navegación. Así, el mismo Galileo, a finales de 1609, en cuanto construyó sus primeros anteojos, ofreció





cien ejemplares al Consejo de Guerra de Felipe III argumentando su utilidad en la navegación. A cambio solicitó una «Cruz de Santiago», es decir, una encomienda de esa Orden, y 4000 escudos de renta. El Consejo le contestó rechazando la oferta, al estimar que esos instrumentos tenían muy escasa utilidad en la navegación.

En 1616 Galileo volvió a ofrecer al Consejo de Guerra «otra invención para las galeras del Mediterráneo con que se descubrían los bajeles del enemigo diez veces más lejos que con la vista ordinaria». La respuesta ahora fue reiterar su escasa utilidad, pero añadiendo que ya había talleres en Castilla que podían construir instrumentos con los que alcanzar los mismos resultados.

Círculo de reflexión tipo Mendoza de don Diego de Alvear

¿William? Cary (hacia 1759-1825)
Londres, hacia 1810
Latón, espejo, cristal, caja de caoba.
Ø 26 cm; medidas caja abierta:
40 x 30 x 30 cm
Inscripción: CAPT. MENDOZA
Inv. /CARY. LONDON.
Fecit.
Colección: Familia Alvear
Fotografía: Mariano Esteban Piñeiro
y M^a Asunción Sánchez Justel



Inscripción del fabricante del círculo de reflexión de Diego de Alvear

El Consejo de Guerra no erraba en sus estimaciones: los anteojos o catalejos de la época presentaban varios problemas que dificultaron su utilización por los navegantes del siglo xvii. En primer lugar, el sencillo sistema de lentes que poseían obligaba a que, para conseguir un apreciable aumento, fuese necesaria una gran separación entre el ocular y el objetivo, lo que exigía un tubo muy largo. Este instrumento interminable era muy difícil de manejar cuando el navío estaba en movimiento y, al estar construido en cartón, para evitar un peso excesivo, se deterioraba rápidamente con la humedad del mar. Además, la mediocre calidad de las lentes y su tallado producía distorsiones de la imagen, especialmente la conocida como «aberración cromática». Esta distorsión se produce por la diferente desviación en los bordes de la lente del objetivo de los componentes de la luz blanca, fenómeno conocido como difracción, de manera que el objeto se ve con siluetas de colores, proporcionando así el catalejo una imagen de contornos difusos y coloreados.

A mediados del siglo xviii el óptico y constructor de instrumentos inglés John Dollond fabricó y patentó un nuevo tipo de lentes compuestas que corregían esa aberración, proporcionando imágenes de mucha mejor calidad. Además, el nuevo sistema óptico, más complejo, conseguía aumentos grandes con distancia focal corta, lo que suponía un tubo de longitud mucho menor y permitía que se construyeran los catalejos en latón, resistente a la humedad y a las variaciones térmicas, sin que el peso resultara excesivo.

Así, a fines del siglo XVIII, los catalejos utilizados por los marinos no solían exceder de 70 cm de largo, longitud adecuada a la del brazo doblado del observador que lo sujetaba. Podían ser de un solo tubo o de varios grosores diferentes que se plegaban en el interior del más ancho. En el extremo de este se acoplaba la lente del objetivo.

El ocular del catalejo constaba ya entonces de cuatro lentes. Las dos primeras conforman y enderezan la imagen procedente del objetivo; las otras dos consiguen completar la eliminación de la aberración cromática, que previamente se reduce gracias a unos aros ennegrecidos, llamados diafragmas, colocados entre las lentes. Estos aros cierran el paso de la mayor parte de los rayos de colores producidos por la difracción en las lentes, evitando la aberración cromática. Los catalejos así montados recibían el nombre de acromáticos.

La finalidad de los catalejos en la navegación era, como se ha dicho, ver mejor lo lejano y ver antes lo muy lejano, es decir, acercar y agrandar las costas y los navíos situados a gran distancia, pero apreciándolos con claridad y nitidez. Por ello era importante la luminosidad del instrumento, que dependía esencialmente del diámetro de la lente del objetivo, aunque, si esta era muy grande, podía presentar otros defectos, debidos al tallado, e incrementar excesivamente el tamaño y el peso del catalejo. A principios del siglo XIX se adoptó por la mayor parte de los marinos el uso de catalejos no plegables, de una longitud total de entre 50 y 70 cm y un diámetro del objetivo de unos 6 o 7 cm. Su peso se encontraba entre los 0,7 y los 1,5 kg. Se disponía así de un instrumento manejable por su longitud y peso, con una luminosidad suficiente para la observación nocturna y capaz de proporcionar unos 20 o 30 aumentos en condiciones favorables. Hay que recordar que el número de aumentos de un catalejo no significa que el tamaño aparente del objeto observado sea el del objeto visto a simple vista multiplicado por ese número, sino que el objeto se ve por el instrumento del mismo tamaño que se vería con el ojo desnudo si se encontrara a una distancia igual a la real dividida por el número que indican los aumentos. Para aclararlo con un ejemplo: si se está observando con un catalejo de 20 aumentos a un navío situado a 1000 m de distancia se verá del mismo tamaño a como se vería a simple vista a una distancia de 50 m. ($1000/20 = 50$).

La familia de don Diego de Alvear conserva tres catalejos acromáticos de latón en bastante buen estado de conservación, tanto que permite su utilización si se deseara. Dos de ellos son de estructura rígida, mientras que el tercero es plegable de cuatro segmentos. El mayor de los tres, montado en un tubo de latón revestido de madera de caoba, mide 68 cm de longitud y el diámetro de su objetivo es de 6,2 cm, con un peso en torno a 1,4 kg. Su luminosidad le permite ser clasificado como «nocturno». El tamaño de la lente del objetivo nos indica que este instrumento tenía un precio muy superior al de los otros dos. Lamentablemente no aparece ninguna marca ni inscripción del fabricante, aunque es similar a algunos ejemplares fabricados por Dollond en Londres hacia 1810.

El segundo en tamaño, también no plegable, pero con tres segmentos de distinto diámetro enroscados, tiene una longitud total de 61,5 cm y no está revestido ni de madera ni de cuero. Su objetivo posee un diámetro efectivo de 4,8 cm. En el tubo de menor diámetro

se lee *Dollond London*, que corresponde al fabricante y al lugar en que este trabajaba, y debajo aparece la leyenda *Day or Night*, que señala que por su luminosidad, aunque no muy alta, puede utilizarse con no muy buenas condiciones de luz, incluso por la noche.

El menor de los tres catalejos es plegable, consta de cuatro segmentos, con una longitud total desplegado de 54,6 cm. El diámetro de su objetivo es de unos 3,5 cm, por lo que su escasa luminosidad limitaba su utilización a situaciones de buena iluminación. No aparece ninguna referencia grabada en sus tubos.

En el retrato de don Diego de Alvear, el catalejo que el marino sostiene en sus manos muestra gran semejanza con este tercer instrumento, aunque da la impresión de ser de mayor grosor el de la pintura.

El quintante y la determinación de la latitud

Esencial en cualquier navegación es poder conocer en cada momento la posición del navío, y esta queda determinada en cuanto se conocen dos números, latitud y longitud, que son las coordenadas geográficas del lugar. La primera indica la distancia en grados hacia el norte o hacia el sur tomando el ecuador como referencia, mientras que la segunda corresponde a la distancia en grados hacia el este o el oeste tomando un determinado meridiano, actualmente el de Greenwich, como referente.

Desde muy antiguo, el cálculo de la latitud se basó en un procedimiento astronómico de fundamento sencillo, aunque la exactitud de la medida dependía de la precisión y corrección del instrumento utilizado y de la habilidad del observador.

Por la noche se obtenía midiendo el ángulo que la estrella polar —en el hemisferio sur se tomaba la Cruz del Sur— formaba con el horizonte («altura del polo»). Por el día, se utilizaba el ángulo que hacía el sol con el horizonte cuando pasaba por el meridiano del lugar («altura meridiana del sol»), por lo que era preciso contar con unas tablas lo más precisas posibles con la declinaciones del sol —ángulo que formaba el sol con el ecuador—, pues con ambos datos, y mediante una sencilla operación aritmética, se obtenía el valor de la latitud del lugar.

Para realizar esas mediciones en el mar se utilizaron desde el siglo xv el cuadrante y la ballestilla, y desde el siglo siguiente el astrolabio náutico y el anillo náutico, aunque este solo para tomar la altura del Sol. Modelos perfeccionados de la ballestilla y del astrolabio náutico se emplearon hasta los inicios del siglo xviii por su sencillez de manejo, aunque presentaban algunos problemas, especialmente la ballestilla cuando se quería medir la altura del Sol, pues los rayos deslumbraban al marino, dificultando la operación. Por otro lado, la exactitud de las medidas de estos instrumentos no era muy grande debido a frecuentes errores en su construcción y en los métodos entonces conocidos para hacer las divisiones de las escalas. A todo esto había que añadir el movimiento, a veces muy fuerte, del navío, con lo que el margen de error habitual de la medición con una ballestilla llegaba al tercio de grado, que equivalía a un error de la posición de unas veinte millas náuticas. El margen de error del astrolabio náutico aún era mayor, pues la imprecisión era de unas treinta millas náuticas.

Para evitar dirigir la visual directamente al Sol se idearon modificaciones a la ballestilla que culminaron a fines del siglo *xvi* con el llamado cuadrante de Davis, que permitía hacer las observaciones de espaldas al Sol y que era más sólido, más sencillo de uso y con una precisión, con el mar en calma, de tan solo un par de minutos de arco, es decir, poco más de dos millas náuticas. En los inicios del siglo *xviii* el cuadrante de Davis fue dejando paso para medir la latitud en el mar a nuevos instrumentos inspirados en él, pero que utilizaban espejos para reflejar la luz del Sol —y también de la Luna y de cualquier astro luminoso— que posibilitaban hacer las observaciones de frente y sin sufrir deslumbramientos. Son los conocidos como instrumentos de reflexión. Parece que los primeros diseños se deben al físico inglés Robert Hooke y a Isaac Newton, aunque el que se difundió entre los navegantes es el llamado octante de Hadley. Consiste, en esencia, en una estructura firme y rígida formada por dos barras rectas y otra en forma de arco de circunferencia, unidas las tres por los extremos formando un sector circular. En el vértice de unión de las dos barras rectas, o radios, se halla un espejo móvil, y en el radio izquierdo del sector incluye una placa fija, espejada en su mitad inferior, enfrente de la cual está un visor sujeto al radio derecho. Cuando se pretende medir la altura del astro, el observador, por medio del visor, ve de frente el horizonte y, girando adecuadamente el espejo del vértice, conseguirá que este refleje la luz del astro hacia el espejo fijo, que la mandará directamente al visor. El observador verá así simultáneamente el horizonte y la luz del astro.

El ángulo que ha tenido que girar el espejo, que es exactamente la mitad de la altura del astro, se mide sobre una escala graduada existente en el arco del sector, o limbo, gracias a un fiel, o índice, que gira unido solidariamente con el espejo.

Como es obvio, la máxima altura de un astro sobre el horizonte es de 90° , por lo que basta un sector de 45° para disponer de un instrumento perfectamente adecuado. Por este motivo recibe el nombre de octante (45° es la octava parte de una circunferencia completa).

Para conseguir una mayor precisión de las medidas se incorporó pronto al octante un nonius, conocido posteriormente como vernier, que se generalizó a partir de las últimas décadas del siglo *xviii*, cuando el famoso constructor inglés Ramsden inventó una máquina que permitía fijar las finas divisiones del vernier con gran corrección y exactitud. Este avance facilitó la fabricación de instrumentos de menor tamaño y peso, más manejables y que conseguían medir ángulos con una precisión de un minuto de arco. A lo largo del siglo *xviii* el aparato se fue perfeccionando: el latón —más duradero y con más resistencia a la humedad y a los cambios de temperatura— fue sustituyendo a la madera; los espejos metálicos iniciales pasaron a ser de vidrio —delante de estos se dispusieron unos filtros de vidrio coloreados para anular totalmente el deslumbramiento—; el visor se mejoró incorporando un pequeño anteojito y para facilitar la lectura de la pequeña escala del vernier se añadió, hacia 1810, una lupa. Además, para aumentar la precisión, se incrementó en torno a 1760 la amplitud del sector a 60° , dando lugar a los sextantes, y aun a 72° , los quintantes. Estos arcos se dividían en el doble de divisiones, de manera que el sextante está graduado de 0 a 120 y el quintante de 0 a 142. Cada división corresponde así a medio grado, pero —por lo señalado anteriormente de que la medida sobre el arco era la mitad del ángulo que se quería determinar— la lectura de la medición corresponde exactamente con la altura del astro sobre el horizonte.

A pesar de la sencillez de su manejo y de lo elemental de su fundamento matemático, su construcción exigía un gran desarrollo técnico, especialmente en la traza de la escala, que sí poseían los artifices ingleses y que explica que los sextantes y quintantes fabricados en Londres fueran los más demandados por los navegantes y técnicos europeos.

Es conveniente indicar que estos instrumentos de reflexión —octante, sextante y quintante— también podían ser utilizados para medir la latitud en tierra firme; sin embargo, al no existir las limitaciones de espacio y las perturbaciones por el movimiento del navío, se empleaban instrumentos mucho mayores y de mayor precisión, como el cuarto de círculo o el teodolito.

El quintante que conserva la familia de don Diego de Alvear en su caja original de caoba tiene 26 cm de radio y no se aprecia ninguna referencia grabada que dé información sobre el constructor ni sobre el lugar en que se fabricó, aunque es posible que haya desaparecido por efecto de la acción de corrosivos empleados en su limpieza a lo largo de sus doscientos años de existencia. Por suerte, al compararlo con el que se expone en el Museo Naval de Madrid, con la referencia N1 n.º 1296, se comprueba que ambos quintantes son idénticos incluso en los tipos de los números de las graduaciones de las respectivas escalas. La única diferencia es que el ejemplar del Museo Naval presenta debajo del espacio correspondiente a las divisiones 75 a 65 la leyenda *Garth London*, que nos informa sobre el constructor y el lugar de fabricación, aunque no de su fecha. La presencia de varios filtros delante de los espejos, que le da una apariencia análoga a diversos sextantes de Dollond, de Ramsden y de Troughton construidos en torno a 1790, puede hacer pensar que se fabricó en los últimos años del siglo XVIII o en los inicios del siguiente.

El círculo de reflexión y el método de las distancias lunares para hallar la longitud

La determinación de la coordenada geográfica longitud —distancia en grados hacia el este o hacia el oeste respecto de un meridiano patrón— presentó a lo largo de la historia muchas más dificultades que la de la latitud.

Desde los inicios del siglo XVI, especialmente los españoles y los portugueses, obligados por sus viajes a las Indias occidentales y orientales, intentaron por diversos procedimientos conseguir una medición de la longitud con una precisión aceptable. La mayor parte de los métodos eran correctos teóricamente, pero la imperfección de los instrumentos producía medidas poco correctas. En torno a 1555, el cosmógrafo sevillano Alonso de Santa Cruz, en su *Libro de las Longitudes*, dedicado a Felipe II y que se conserva manuscrito en la Biblioteca Nacional de Madrid, analiza doce procedimientos distintos para calcular la longitud, como el basado en la medición del progreso de un eclipse lunar, el del movimiento de la Luna, el del transporte de relojes, el de la variación de la aguja magnética o el del cálculo de las distancias de la Luna con otros astros (el Sol, Júpiter o diversas estrellas), entre otros. La mayor parte de los procedimientos astronómicos se basaban en observar simultáneamente desde un meridiano de referencia y desde el lugar del que se deseaba conocer su longitud un mismo fenómeno celeste, pero el problema principal —e irresoluble hasta entrado el siglo XVIII— era medir con precisión la hora local en ambos lugares, especialmente a bordo de un barco. Estos dos datos eran esenciales, pues su diferencia proporcionaba el valor de la longitud sabiendo que a cada hora de diferencia corresponden 15° de longitud.

La importancia estratégica y económica de este problema era tan grande que Felipe II estableció en 1598 un premio de 6000 ducados y una renta anual a quien diseñara la manera práctica de resolverlo. Para entender la magnitud de esta cifra, basta saber que 200 ducados costaba el alquiler anual de una casa en Madrid o que se necesitaban 5000 ducados para construir un navío de doscientas toneladas. Posteriormente, los holandeses ofrecieron un premio similar y el Parlamento inglés otro de 10.000 a 20.000 libras, según la precisión que tuviera el procedimiento.

Durante el siglo XVIII el método más utilizado para calcular la longitud fue el llamado de «las distancias lunares», ya analizado por Alonso de Santa Cruz. Considerando los movimientos diurnos de la Tierra y de la Luna, parece que esta retrocede de este a oeste aproximadamente medio grado por hora. A partir de este dato, fijada la hora local a mediodía y medida por la noche la distancia angular de la Luna a una determinada estrella que se encuentre en su camino, que prácticamente coincide con la eclíptica, se podía saber con relativa precisión la longitud del lugar. Pero para ello había aún que aplicar una compleja fórmula trigonométrica y disponer de unas tablas que dieran la hora local en la que hubiera esa misma distancia Luna-estrella en un punto del meridiano de referencia. Desde 1725 se utilizaron las tablas con las posiciones de las estrellas medidas cada media hora desde el Observatorio de Greenwich, elaboradas por su primer director, el astrónomo real John Flamsteed.

La gran dificultad de aplicar la citada fórmula trigonométrica fue resuelta en parte mediante otras tablas adicionales que eliminaban los cálculos más engorrosos y que se incorporaron a partir de 1767 a las efemérides *Nautical Almanac*, que se publicaban anualmente. Esas tablas se recogieron en el *Almanaque Náutico*, publicado por el Observatorio de la Marina desde 1792.

Para obtener la distancia angular entre la Luna y la estrella elegida podía emplearse un sextante, pero se necesitaba hacer varias medidas y se requería la colaboración de varias personas y disponer de tres instrumentos: había que medir la distancia angular entre el borde de la Luna y la estrella y, simultáneamente, con otros dos sextantes, las alturas de la Luna y de la estrella. Otra persona tenía que tomar con la mayor exactitud posible la hora local de estas observaciones.

Debido a que las medidas angulares en ocasiones excedían ampliamente los 90°, los sextantes y quintantes resultaban insuficientes para la determinación de la longitud. Como, además, con frecuencia padecían errores de graduación, se intentaron introducir modificaciones que mejoraran su utilización. En 1752 el astrónomo alemán Tobias Mayer realizó una primera mejora: añadió unos espejos con los que se producía una doble reflexión del rayo que llegaba del astro, disminuyendo así el posible error de la medida. Veinte años más tarde, el marino y astrónomo francés Borda, partiendo de este procedimiento de la doble reflexión, diseñó un nuevo instrumento, el «círculo de reflexión». Ahora el arco o limbo es una circunferencia completa y presenta 720 divisiones de medios grados. Además, tanto el visor como el espejo segundo pueden moverse a voluntad del observador, lo que permite enfocar al mismo tiempo dos objetos (por

ejemplo, el borde de la Luna y la estrella), con lo que se obtiene directamente la distancia angular entre ellos, distancia que el índice indica sobre el limbo. Por otro lado, gracias a una empuñadura o mando perpendicular al círculo, el instrumento puede utilizarse tanto vertical como horizontalmente, lo que posibilitaba que el círculo de reflexión pudiera ser útil también en topografía, hidrografía y cartografía. El principal constructor de este tipo de instrumentos fue inicialmente el francés Lenoir, pero pronto tuvo la competencia del inglés Throughton, quien incorporó algunas mejoras, como una segunda graduación, concéntrica a la habitual del limbo, propuesta por el marino español Mendoza y Ríos en su *Tratado de Navegación*, publicado en 1787, que dio lugar a un tipo de círculo de reflexión conocido como «de Mendoza».

El círculo de reflexión que perteneció a don Diego de Alvear presenta un buen estado de conservación, con su caja de madera original. Tiene un diámetro de 26 cm y mantiene los espejos y el anteojo del visor, y la lupa para ver mejor la escala del vernier. En el limbo, sobre las divisiones 20 a 720. se lee CAPT. MENDOZA Inv. y, debajo de esas mismas divisiones, CARY. LONDON. Fecit. Es decir, es un círculo de reflexión del tipo Mendoza construido en Londres.

El nombre de Cary lleva a una familia de artífices de instrumentos náuticos y de globos y mapas que extendieron su actividad en la capital inglesa durante casi un siglo a partir de 1770, siendo difícil precisar cuál de sus siete miembros fue el constructor del círculo adquirido por don Diego de Alvear, aunque es posible que fuera William Cary, especializado en instrumentos ópticos y alumno de Jesse Ramsden. Numerosos instrumentos fabricados por esta familia se encuentran en los principales museos del mundo dedicados a las técnicas y a la navegación.

La procedencia de los instrumentos

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII florece en Inglaterra una muy importante industria de instrumentos científicos impulsada por la Revolución Industrial. La calidad y precisión de los diferentes tipos de instrumentos, construidos fundamentalmente en Londres, obligó a los españoles, y también al resto de Europa, a acudir a los artífices londinenses cuando se necesitaban instrumentos de precisión, especialmente para la investigación, la cartografía, la geodesia, la astronomía y la navegación.

Los primeros fabricantes que incorporaron nuevas técnicas y métodos de construcción fueron George Graham y John Bird, a quienes sucedieron los grandes constructores dedicados a la producción a gran escala, como Jeremiah Sisson, George Adams, Benjamin Martin, John y Peter Dollon, James Short y Jesse Ramsden, entre otros muchos. A comienzos del siglo XIX existían en Londres cerca de 600 personas en el sector del instrumental científico, entre artesanos, comerciantes y agentes. En la misma época trabajan en Francia algunos buenos constructores de instrumentos, como Langlois o Lenoir, pero en el resto de los países europeos, entre ellos España, solo algunos buenos artesanos se limitaban ocasionalmente a reproducir instrumentos comprados a ingleses o franceses. Por lo tanto, lo habitual en la España de la reforma ilustrada de Carlos III fue acudir a Francia e Inglaterra para adquirir los numerosos instrumentos que las universidades

y las nuevas instituciones científico-técnicas precisaban. Ya en 1773, el Claustro de la Universidad de Salamanca aprobó la compra en Francia de más de treinta instrumentos para sus cátedras de Física y Química por un valor aproximado de mil libras.

Posiblemente la mayor compra de material científico, cerca de dos toneladas y media, fue la que llevó a cabo seis años más tarde la corte de España al encargar al matemático portugués y miembro de la Royal Society João Jacinto de Magalhaes (más conocido como J. H. Magellan) la supervisión y el control de fabricación por los mejores artífices de Londres de seis colecciones de veinte instrumentos cada una con todos sus accesorios. Las cuatro primeras fueron empleadas desde 1783 por los miembros de las cuatro Comisiones de Límites creadas a raíz del Tratado de San Ildefonso entre España y Portugal para trazar la línea fronteriza entre los territorios de ambos países en la América meridional. El responsable de la Segunda Partida o Comisión era el teniente de navío don Diego de Alvear. Posteriormente, parte de los instrumentos de estas colecciones se utilizaron en distintas expediciones hidrográficas llevadas a cabo por la Armada española hasta finales del siglo XVIII, como la Expedición del Estrecho de Magallanes de Cosme de Churruca, 1788-1789; la dirigida por Barcáiztegui para el Reconocimiento de la Costa de la isla de Cuba con sus puertos, 1790-1793; la Expedición Malaspina, entre 1789 y 1794; y la Expedición del Atlas Marítimo de la América Septentrional, comandada por Churruca de 1792 a 1795. Los instrumentos de la quinta y la sexta colección se distribuyeron entre Cádiz, Ferrol y Cartagena, especialmente para la enseñanza de los guardiamarinas.

Muchas otras compras de instrumentos se hicieron a Londres por representantes de instituciones españolas o de la propia corte hasta la guerra de la Independencia. Así, por ejemplo, el catedrático de los Reales Estudios de San Isidro de Madrid, Antonio Fernández Solano, compró en 1783 distintos instrumentos ópticos para el Gabinete de Física, o también el médico y químico José Manuel Aréjula, quien en 1790 adquirió en Inglaterra material científico para un laboratorio de química que pensaba crear en el Colegio de Cirugía de Cádiz. Mención especial merece el marino José de Mendoza y Ríos, que durante la década de los noventa, en que residió en Londres, actuó a manera de embajador científico enviando distintas remesas de instrumentos y libros a España.

De la importancia de este comercio entre Londres y nuestro país se pueden citar como pruebas el que el fabricante inglés más prestigioso a fines del siglo XVIII, Dollond & Co, hacía figurar en su propaganda comercial su condición de proveedor de la corte real española o las manifestaciones de miembros de la firma Nairne & Blunt a un oficial de la Marina inglesa, en las que expresaban que era España, especialmente su Marina, quien les daba más ganancia y que apenas había en Londres un artífice de fama que no tuviera encargos españoles.

Pero no solo representantes de instituciones o de la corte adquirían instrumentos en Inglaterra, sino también los particulares con posibilidades económicas e interés por los temas científicos o técnicos —como los marinos, los médicos o los ingenieros—, quienes los encargaban a distintos agentes o los adquirían personalmente aprovechando sus viajes a las islas británicas. Posiblemente este sea el caso de don Diego de Alvear, que pudo comprar directamente los instrumentos que hoy guarda su familia, y quizás algunos

más (como dos cronómetros Pennington de oro que vendió a la Junta de Reemplazos en 1819), durante sus dos estancias en Londres: la primera, después de su captura tras el desastre de la fragata *Mercedes*, de 1804 a 1805; la segunda, entre los años de 1814 a 1817, disfrutando de la licencia concedida por Fernando VII. La presencia de la pequeña lupa en el círculo de reflexión, para ver mejor la escala del vernier o nonius, ayuda a creer que este instrumento debió adquirirlo Diego de Alvear con posterioridad a 1810, año a partir del cual este pequeño accesorio comenzó a incorporarse en los instrumentos de náuticos por los constructores ingleses, es decir, poco antes del último viaje a Inglaterra del ilustre marino montillano. Resulta evidente que estos instrumentos que se guardan en Montilla no son los que utilizó Alvear en sus primeros viajes, cuando era un joven oficial de la Marina española, ni los que empleó en sus tareas en la Comisión de Límites en América durante casi dos décadas, ya que casi con total seguridad aquellos fueron fabricados con posterioridad al desastre de la fragata *Mercedes*. Quizás don Diego de Alvear y Ponce de León, ya casi anciano y alejado de su vida profesional, los compró impulsado por la nostalgia de un pasado fascinante y lleno de actividad, pasado que le ha abierto un merecido lugar en la historia y en la ciencia española.

* Nuestro agradecimiento a doña Carmen Naranjo por su gran amabilidad y exquisita hospitalidad al recibirnos en su casa de Montilla y permitirnos examinar los instrumentos de don Diego de Alvear.