

Instrumentos científicos del Museo Naval de Madrid

José Ignacio González-Aller Hierro

Arbor CLXIV, 647-648 (Noviembre-Diciembre 1999), 363-384 pp.

Cuando Ramón Trujillo dirigió un memorial al ministro de Marina Dionisio Capaz, el 21 de septiembre de 1842, proponiéndole resucitar la idea del bailío Antonio Valdés —que se remontaba a 1789— de crear un museo naval, fue consultado al respecto Martín Fernández de Navarrete, que a la sazón era director de Hidrografía. En el preámbulo de su informe, que por supuesto fue favorable, hizo mención expresa a la iniciativa del Rey Felipe II, plasmada en El Escorial, de reunir en el monasterio, además de una magnífica biblioteca, una colección de globos, cartas y mapas, instrumentos matemáticos, esferas armilares, astrolabios perfectamente labrados y dispuestos por Gemma Frisio, Pedro Apiano, Juan de Rojas y otros grandes hombres de su tiempo.

Con estos antecedentes no es de extrañar que en el Inventario redactado en 1847 —cuando el Museo Naval había sido trasladado a la Casa del Platero desde el Palacio de los Consejos, donde fue inaugurado en 1843— ya figurase una pequeña colección de 35 instrumentos náuticos y científicos expuestos en la Sala de Retratos. Incluía agujas magnéticas, brújulas, dos astrolabios, tres cuadrantes, cuatro octantes, tres sextantes, una ballestilla, dos telescopios, un globo terráqueo y una esfera celeste. La mayoría procedían del gabinete del ministro, antigua Secretaría de Marina, de las extinguidas compañías de Guardias Marinas, y de los Departamentos Navales de Ferrol, Cádiz y Cartagena.

En 1853 se trasladó el Museo al Palacio de los Ministerios, antigua casa de Godoy hasta 1807, y los objetos científicos se reunieron en la Sa-

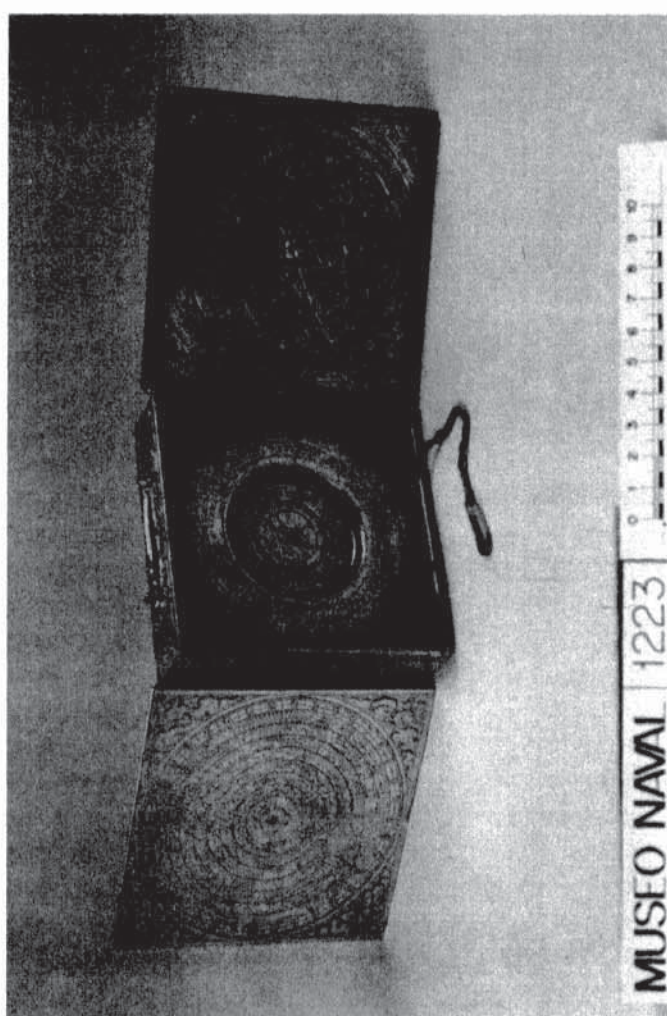
la llamada del Gabinete Hidrográfico. Para entonces se habían incrementado los fondos, de tal modo que en el primer catálogo, redactado el mismo año por el capitán de fragata Juan Nepomuceno Martínez, director del establecimiento, figuran 45 instrumentos.

Las entregas muy importantes de la Casa Real, ordenadas en 1876 por el Rey don Alfonso XII, las sucesivas del Real Observatorio Astronómico de San Fernando, así como los depósitos de particulares y compras habían ocasionado un ligero incremento de la colección en cantidad y elevado en calidad. Así, cuando se instaló el Museo en el actual edificio (1928) se concentraron en la Sala IX, donde se exponían 55 piezas. A partir de este momento, la incansable labor de Julio Guillén Tato y los sucesivos directores, propició una notable expansión de estos fondos.

En 1996 finalizó la remodelación y nueva instalación de la colección para las que se había tenido en cuenta un doble criterio: el cronológico de acuerdo con los reinados o periodos históricos de la historia de España, y el monográfico de colecciones científicas, viajes, armas y etnología. Entre las primeras se incluyeron los 329 instrumentos científicos, náuticos que quedaron repartidos entre la Sala VIII: Marina Científica del siglo XIX; Sala XVII: Viajes y Descubrimientos Geográficos, y Sala XVIII: Ciencias Náuticas de los siglos XVI a XVIII. Esta nueva disposición permite al visitante o investigador examinar una interesante colección de instrumentos, cuyos ejemplares más notables nos permitimos señalar a continuación.

El Museo posee dos estuches o compendios náuticos y astronómicos. El primero (inv. 1223) procede del taller de Thobias Volckhmer, notable instrumentista y platero alemán establecido en Brunswick en 1586. Fue fabricado en 1596, posiblemente para la colección del Rey Felipe II, y debió figurar entre los instrumentos científicos depositados en el Escorial a cargo de L'Hermite en 1598. Su aspecto exterior es el de una caja de bronce sobredorado en cuya cubierta superior aparece grabado el mapa del boreal terrestre, con las regiones marítimas adornadas con naos y monstruos marinos. La inferior ostenta el grabado de un cuadrante con escalas en los radios limitadores, en las que cada unidad aparece dividida en cuatro partes iguales como la legua geográfica alemana, lo cual supone una aplicación agraria del instrumento. Los costados ofrecen parecidos motivos decorativos; en uno de ellos se lee en cartela el nombre del autor y la fecha de fabricación: 1596.

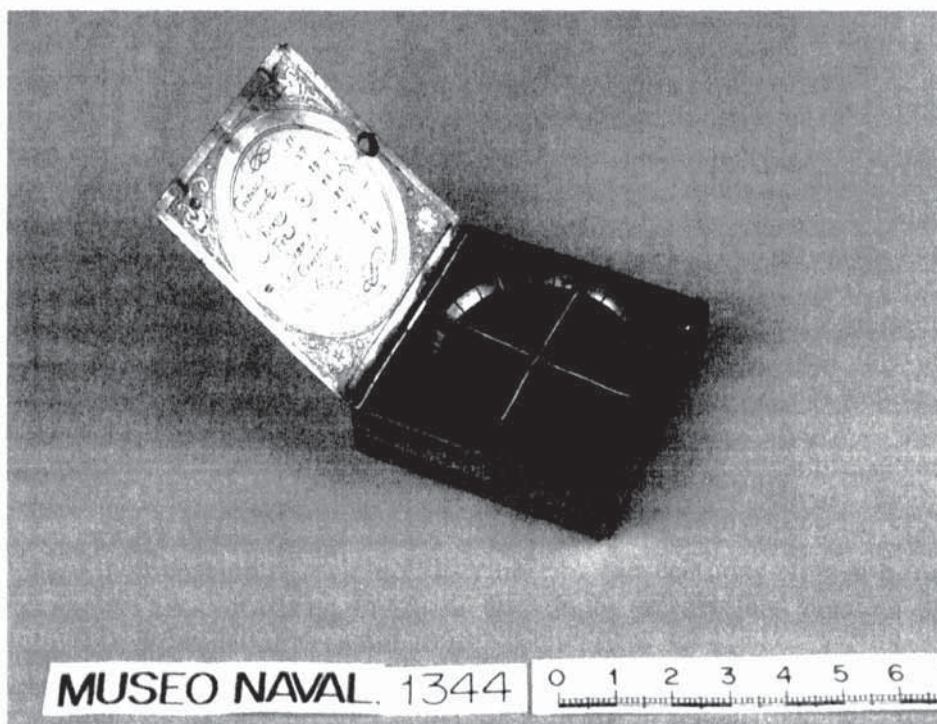
Al abrir el estuche por la tapa que presenta el hemisferio boreal encontramos en su cara interior el mapa del hemisferio austral y, en el fondo de la caja, una brújula que muestra los rumbos principales e intermedios. Si se vuelve el estuche y se abre la tapa que ostenta el cuadrante de



Estuche o compendio náutico y astronómico de Tobias Volckhmer (1596). Museo Naval de Madrid (núm. inv. 1223).

reducción, aparece sobre su dorso un bello astrolabio planisférico, con araña y alidada de enfilación sin pínulas. En el fondo de la caja, por esta parte, se observan siete coronas concéntricas con las latitudes y longitudes de gran número de localidades europeas. En el centro, un cilindro que sirve de mortero a la brújula situada en la región opuesta del estuche, ostenta símbolos planetarios para indicar las influencias de los astros sobre las horas, según las creencias astrológicas. En torno a este cilindro se encuentra encajado un carretel, cuyas dos caras ofrecen sendos calendarios astrológicos «nuevo» y «viejo», dualidad debida a la corrección gregoriana de 1582. Por último, en el carretel está enrollado un cordón de seda formado por diez segmentos de distinto color, de 1,40 metros de longitud cada uno; probablemente se trata, según García Franco, de la toesa de Wittenberg para medidas de profundidad. Este precioso instrumento que era propiedad de la Corona, se encontraba en la biblioteca del Palacio Real de Madrid, de donde pasó al Museo Naval el 30 de julio de 1876 por disposición de S.M. el Rey don Alfonso XII.

El segundo estuche o compendio náutico y astronómico (inv. 1361) es obra del instrumentista francés Pierre du Jardin, quien lo fabricó en



Anillo astronómico atribuido a Adriaan Zeelst (ca. 1575). Museo Naval de Madrid (núm. inv. 1334).

París en 1645. El conjunto es de bronce dorado y está guardado en una caja de cuero repujado en oro. Entre otros instrumentos astronómicos, en su interior encontramos un nocturlabio y una brújula; en el exterior lleva grabado un cuadrante con pínulas abatibles que sirve para medir alturas y para obtener la hora solar por observación de los astros. Es un donativo de don Aurelio de Colmenares y Orgaz, Conde de Polentinos, en fecha desconocida.

Van Cleempoel atribuye a Adriaan Zeelst (antes de 1559-después de 1623) un anillo astronómico de latón con 245 mm de diámetro datado hacia 1575 (inv. 1334). Tiene tres aros que representan el ecuador, el meridiano fijo y el móvil con la declinación de 25 estrellas. Probablemente es el número 101 del Inventario del Museo de 1847, e ingresó hacia 1843. Junto al de Arsenius propiedad del Museum Boerhaave de Leiden son los dos únicos ejemplares conocidos de anillos astronómicos de gran tamaño.

Asimismo, atribuido a Zeelst, se conserva un astrolabio planisférico de proyección estereográfica universal según Gemma Frisius (inv. 1282), de latón dorado y 165 mm de diámetro, datado hacia 1575. La atribución a Zeelst que apunta Koenrad Van Cleempoel está basada en las características del grabado y la forma de la araña. Ingresó en el Museo en 1934 procedente de la Escuela Oficial de Náutica de Cádiz.

Se expone también un pequeño astrolabio anónimo (112 mm de diámetro), año grabado de 1563, con la proyección ortográfica de Juan de Rojas Sarmiento, noble matemático y cosmógrafo español del siglo XVI, alumno de Gemma Reyneri Frisius (1505-1555) en la Universidad de Lovaina (inv. 1280). Aunque conocida desde antigüedad, la originalidad de esta proyección ortográfica de la esfera celeste sobre el coluro de los solsticios, en el caso de este instrumento con dieciocho estrellas en el dorso, radica en que sitúa el punto visual en el infinito y, en consecuencia, los paralelos aparecen proyectados mediante líneas rectas y los meridianos de tres en tres grados, por curvas elípticas cuyo eje mayor es la recta mayor o meridiano central, perpendicular a la línea que representa el ecuador celeste. Estas teorías fueron expuestas por Rojas en una obra titulada *Commentariorum in Astrolabium*, publicada en París en 1550 con la colaboración de Hugo Helt. Ingresó en las colecciones del Museo el 23 de junio de 1902, por donación de don Rafael Mitjana.

Firmado por Michael Coignet (1549-1623), el Museo posee un notable astrolabio planisférico de proyección estereográfica universal de Gemma Frisius (inv. 1279). De latón dorado y 304 mm de diámetro, en la regla figura la leyenda *Michel Coignet fecit Antuerpiae Anno à nato Christo 1598*. En el hueco de la madre del aparato y rodeado por coronas circulares horarias, encontramos cuatro láminas para las latitudes 38°/40°,



Astrolabio planisférico de proyección estereográfica universal de Michael Coignet (1598). Museo Naval de Madrid (núm. inv. 1279).

42°/44°, 48°/51° y 54°/HORIZONTAL CATHOLICUM, que son, según García Franco, curvas de «horizontes oblicuos», para latitudes equidistantes y corto intervalo, obtenidas de modo gráfico igual al empleado en la confección de cada lámina en particular, como se hizo con las anteriores. Esta última lámina fue grabada por Gualterus Arsenius, según Konraad van Cleempoel, y su diámetro determinó las dimensiones del instrumento, pues Gualterus falleció en 1580, dieciocho años antes de la fecha que figura en el astrolabio. Fue adquirido por compra el 3 de abril de 1951.

La colección incluye la madre de un astrolabio europeo, única pieza conservada de un instrumento de este tipo del año 1570, según García Franco (inv. 1278). Es de latón, de 474 mm de diámetro. La proyección que aparece corresponde a la latitud de 38° y está grabada en el fondo de la madre. La proyección al dorso es la ortográfica de Juan de Rojas. Presenta en su periferia una curiosa corona con el santoral para todo el año. En la superficie no utilizada figuran dioses y animales mitológicos representativos de las constelaciones celestes; las coronas de meses y signos zodiacales ofrecen también artísticos grabados alegóricos. Fue adquirido por compra en 1933.

De procedencia hispano-árabe el Museo custodia dos astrolabios. El primero (inv. 1503), de latón, es de tipo occidental y muestra grafía árabe cúfica; tiene 198 mm de diámetro. El año de construcción calculado es 1582. Incluye dos láminas dobles, una para las latitudes 31° 30' y 33° 30'; la otra con el anverso grabado para todas las latitudes. En el reverso, las curvas para un lugar sin latitud. En el dorso se lee una inscripción que traducida dice: *Con su cálamo lo hizo el que lucha en el camino de Dios, Muhammad Ibn abd Allah. Dios le otorgue su beneficio en las dos mansiones. Amén.* En depósito en el Museo desde 1926, fue adquirido en 1951.

El segundo (inv. 1277) es reproducción galvanoplástica del original conservado en la Tribuna Galileo de Florencia. Se conoce con el nombre de «astrolabio de Don Alfonso el Sabio», que quizá fuese su propietario, pues el año calculado de construcción es el 1002. Presenta grafía árabe cúfica en la faz y láminas, y latina en el dorso. Tiene dos láminas grabadas por ambas caras, para latitudes 30°/33° y 36°/42°. Esta réplica fue traída de Florencia en 1858 por el doctor Pedro González Velasco y depositada en la Biblioteca del Palacio Real de Madrid; de allí pasó al Museo Naval el 30 de julio de 1876 por disposición de S.M. el Rey don Alfonso XII.

De origen persa y datados entre los siglos XVII y XIX son los siete astrolabios planisféricos, dos de ellos en miniatura, pertenecientes a la colección Isidoro Cagigas y hoy en el Museo, construidos más con fines de

corativos que para su utilización astronómica o astrológica, pero de gran belleza.

La colección de astrolabios se completa con los dos náuticos anulares del siglo XVIII, uno de ellos británico firmado por Edward Nairne (1726-1806) en Londres. Están formados por dos aros concéntricos que se deslizan uno sobre otro. En el anónimo (inv. 1281), el aro interno está provisto de pínulas índices y el exterior ostenta las divisiones y cifras de altura. El de Nairne (inv. 1854), básicamente igual al anterior, tiene la particularidad de ofrecer una escala de nonius en la corona interior y una pequeña lente en una de las pínulas, que proyectaba la imagen solar sobre el plano de la pínula opuesta. Probablemente ingresaron hacia 1843 y figuran en el Inventario de 1847.

Los instrumentos topográficos para mediciones angulares ocupan un apartado importante entre las colecciones del Museo Naval. Destaca un cuadrante acimutal y de altura firmado por John Bird (1709-1776) en Londres. Este instrumento (inv. 788) fue utilizado por Jorge Juan y Antonio de Ulloa en la expedición hispano-francesa para la medición de un arco de meridiano en Ecuador y así determinar la figura exacta de la Tierra (1735-1742). Tras varias vicisitudes entró en la institución el 10 de agosto de 1940. También empleado por la citada expedición existe un nivel geodésico anónimo (inv. 787) de fabricación francesa (siglo XVIII).

Los grafómetros son instrumentos empleados en tierra para trabajos topográficos, con objeto de medir los ángulos que forman las visuales dirigidas desde un punto de observación hasta dos señales elegidas al efecto. El Museo posee un aparato de este tipo, de la casa Gary, de París, y del siglo XVIII (inv. 6090). Guardado en su estuche original, consta de un limbo semicircular dividido en grados y medios grados, provisto de dos pínulas fijas a él que constituyen una alidada. La otra alidada es giratoria concéntrica con el limbo, provista de pínulas, y en las extremidades sendos nonius para leer las medidas en las graduaciones del limbo. Posee una brújula para orientar el instrumento en el campo, y para ello se apoya en un trípode. Fue donado al Museo por Emilio Aléman de la Escosura en 1997. También se conserva un transportador con pínulas y espejos de reflexión patente de William Cary (1759-1825), construido en Londres (inv. 1255); se utilizaba para levantar cartas o planos topográficos, sobre plancheta. Donación de la Baronesa de Peltres en 1964.

Procedente del taller londinense del instrumentista inglés Jesse Ramsden (1735-1800) —que había trabajado para John Dollond— es una pareja de cuartos de círculo o cuadrantes astronómicos (inv. 778 y 779). Están compuestos por un sector circular de 508 mm de radio graduado de 90°, situado en el plano vertical y dos anteojos; van colocados sobre peana

trípode. Se encargaron en 1789 y fueron utilizados durante los viajes de Alejandro Malaspina y José Bustamante (1789-1794), y en otros como los de Cosme Damián Churruga (1792-1795), Antonio García de Quesada (1792-1795) y Joaquín Francisco Fidalgo (1792-1810). Ingresaron en el Museo entregados por el Real Observatorio de Marina de San Fernando.

En lo referente a instrumentos para medir alturas de los astros con objeto de hallar la situación en la mar, el Museo posee una colección compuesta por una ballestilla y un conjunto de cuadrantes, octantes, sextantes y quintantes, cuyas piezas más notables serán citadas a continuación.

La ballestilla es un instrumento que comenzó a emplearse profusamente por los portugueses en el siglo XVI para observar la altura angular del Sol y la Polar sobre el horizonte de la mar. El ejemplar del Museo (inv. 289) se atribuye a En S Telmo —al parecer nombre de un norteamericano— de 1723, que tuvo entrada en el Observatorio de San Fernando en 1789 y pasó al Museo procedente del Colegio Naval hacia 1843.

En cuanto a los cuadrantes, el más antiguo que conserva el Museo es uno inglés en madera (433 mm de radio) y otro, también británico, de latón (445 mm de radio) incompleto y firmado por Edward Nairne, en su taller de Londres. Ambos (inv. 1572 y 1092 respectivamente) son del siglo XVIII y siguen empleando la plomada para la lectura de los ángulos.

El cuadrante de dos sectores o arcos era conocido entre los españoles con el nombre de «cuadrante inglés» o «cuadrante Davis», en honor del navegante y descubridor británico John Davis (1550-1605), a quien se atribuye su invención. Se utilizaba, hasta implantarse el octante de Hadley de 1731, para observar o determinar las alturas angulares de los astros sobre el horizonte de la mar con el fin de deducir la latitud en que se encontraba el buque. Fue el primer instrumento de este tipo sin plomada, digno de mención por la gran aceptación que gozó entre los marinos de todas las naciones europeas. Consiste en una montura de madera con dos porciones de círculos concéntricos, que en realidad es uno solo, de valor 90°, distribuido en dos arcos concéntricos de radios desiguales, el mayor de 25° y el menor de 65°. Supuso el tránsito del cuadrante náutico al octante y el sextante de reflexión, así como la desaparición de la plomada en los instrumentos de observación astronómica.

El Museo conserva un ejemplar incompleto anónimo (ca. 1732), posiblemente del modelo ideado por el inglés John Elton que mejoraba el de Davis (inv. 1262), y tres del modelo definitivo (inv. 1239, 1240 y 1259), de madera, hueso o marfil de la primera mitad del siglo XVIII.

La mayoría de los octantes del siglo XVIII conservados en el centro son de construcción inglesa; destacan dos del fabricante Spencer Browning & Co, activo de 1787 a 1842 (inv. 1257 y 1333), el segundo pertene-

ció a don Antonio de Ulloa (1716-1795), teniente general de la Real Armada. Del resto, todos del modelo John Hadley (1684-1744) —notable instrumentista y astrónomo británico, que lo presentó a la Royal Society en 1731— uno fue fabricado por Lekeux en 1784 (inv. 1574) y otro por John Bird (inv. 1263). Del siglo XX existe un excelente octante de J. Rossell, de Barcelona.

Del taller del arsenal de El Ferrol se muestran dos buenos ejemplares de sextantes realizados por Fulgencio Rodríguez. El primero, fechado en 1805, ostenta el número 3 de fabricación (inv. 1269) y el segundo, sin número, es más pequeño que el anterior y se puede datar también a principios del siglo XIX (inv. 1298). Más antiguo es un sextante español del siglo XVIII (inv. 1268), único instrumento de este tipo que conserva el Museo de la extensa producción de José María Baleato, activo en Ferrol entre 1785 y 1799. Otros sextantes destacados son: uno inglés del taller de Nairne y Blunt que perteneció al jefe de escuadra de la Armada y explorador Francisco Mourelle de la Rúa (1755-1820) y dos también ingleses modelo Caleb Smith, un prominente inventor de la época, y Peter Dollond (1730-1820) (inv. 1265, 1266 y 1336), todos del siglo XVIII.

Una pieza notable es un quintante a sextantado construido por Pedro Torres (1827-1902), instrumentista del Observatorio de Marina de San Fernando. De un acabado cuidadoso, se apoya sobre un pie para observaciones en tierra firme con horizonte artificial. Fue costado por suscripción entre los Cuerpos de la Armada para obsequiar al contralmirante Casto Méndez Núñez con motivo de la recién finalizada campaña del Pacífico (1866). Ingresó en el Museo por disposición testamentaria del propio dueño.

En lo que se refiere a la medida del tiempo, debemos destacar el reloj solar más antiguo que posee el Museo (inv. 1351), firmado por Adriaan Zeelst en 1572. Se trata de uno de los ocho relojes crucifijo conocidos que fueron fabricados por este magnífico instrumentista que trabajó en Lovaina y Lieja el último tercio del siglo XVI y principios del XVII. Es solar, en forma de cruz latina, de pequeñas dimensiones (59 x 39 x 9,5 mm) y de latón. En el cuerpo más largo está representada la Crucifixión por el anverso y por el reverso dos escalas, una a la izquierda, de partes iguales, con la leyenda *Umbra Versa* y otra a la derecha de divisiones desiguales y la inscripción *Altitudinis Solis*. Con estas escalas se deducía la latitud del lugar, y situado el reloj en la posición adecuada se hallaban las horas del día por medio de la sombra del sol. Para ello, en la superficie interior de la cara que sirve de cubierta a la caja, se observa una escala no lineal con las latitudes hasta 70° como lo indica la inscripción *Latitude regionis*. Dentro de la caja existía un puntero —hoy perdido— cuyo extremo libre

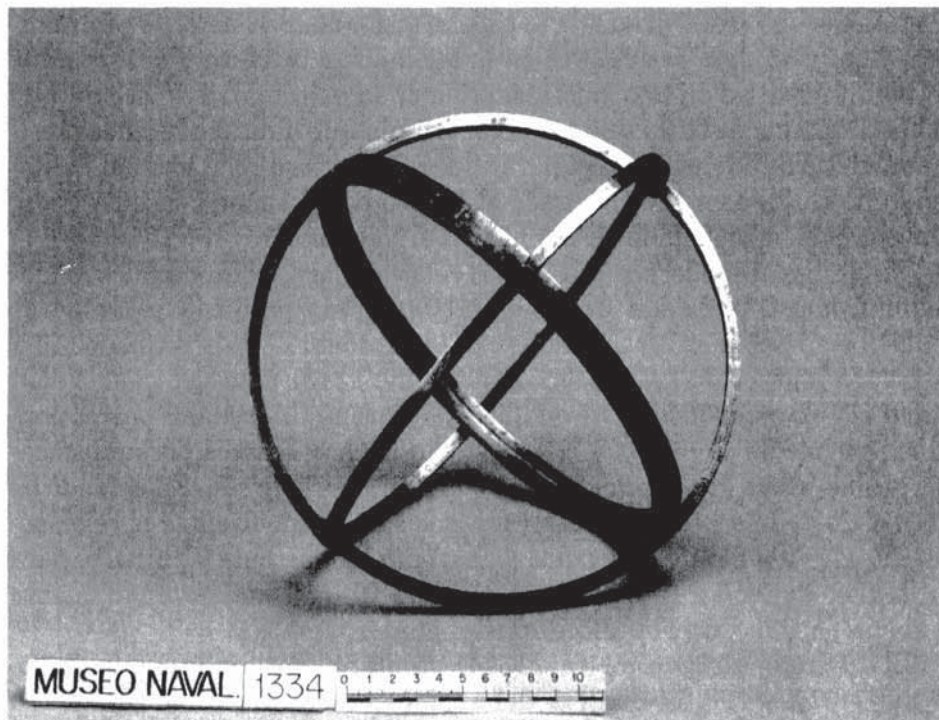
se situaba sobre cada grado de la escala, grabado con bastante profundidad, y así mantenía la cubierta en la inclinación correcta. Para orientar el conjunto existía en una cajera situada en la extremidad de la cara que había de actuar de base, una pequeña brújula que indicaba la línea meridiana, desgraciadamente desaparecida. Este curioso reloj lo trajo de Roma Julio Guillén en 1954, donado al Museo por el señor Ponce de León, consejero de la Embajada de España en el Vaticano.

Un poco más modernos son los dos relojes solares equinociales firmados en Madrid por Juan Cocart en 1599, sirven para medir las horas iguales y se puede utilizar en distintas latitudes. El más pequeño (46 x 43,5 x 13 mm) es de latón sobredorado (inv. 1343); está dedicado a *Don Martín de Guzmán* y consiste en una caja rectangular con dos partes abatibles por medio de bisagras. En la superior encontramos por ambas caras sendas listas de 16 ciudades con sus latitudes al grado. En el fondo de la caja existe una brújula encastrada que sirve para orientar el reloj; sobre ella, la otra tapa de apertura a charnela, con estilete y puntero, para inclinarla según las latitudes, cuya escala (0°-70°) está profundamente grabada para facilitar la colocación del puntero.

El otro reloj equinoccial (inv. 1344), similar al anterior aunque un poco mayor (53 x 49 x 14 mm), es del mismo autor y año. Juan Cocart era un relojero de Bruselas que acompañó al Emperador Carlos V a su retiro en el monasterio de Yuste (1556); como su producción está comprendida entre 1596 y 1600, debe tratarse de un hijo del anterior establecido en Madrid. Estos relojes, cuya procedencia se ignora, son dos de los siete ejemplares conocidos de este instrumentista.

También existen otros tres relojes de sol equinociales (inv. 1354, 1355 y 1359) de los siglos XVII y XVIII. Los dos primeros son de faltriquera, en latón dorado de forma octogonal, provistos de una pequeña aguja magnética. El número 1354 firmado por Lorenz Grassl, activo entre 1766 y 1805, en Augsburgo, mientras que el segundo es anónimo y similar al anterior. El tercero, de 100 mm de diámetro, va empotrado en una caja de madera, consta de una brújula para la orientación con las iniciales correspondientes a los ocho rumbos principales y una corona graduada de 360 partes. En uno de los costados presenta un arco, que dispuesto en posición vertical actúa como círculo de alturas o latitudes.

Entre los cuadrantes solares que posee el Museo, sin duda destacan los trazados sobre las caras de un solo cubo geométrico de 68 mm de lado (cuadrante poliédrico), con una brújula en la cara superior instalada para fines de orientación o decorativos, pues en realidad es innecesaria. Se mantiene sobre una peana (inv. 1345). Fue fabricado probablemente en Augsburgo, a mediados del siglo XVIII por David Beringer, especialista en



Reloj solar equinoccial de Juan Cocart (1599). Museo Naval de Madrid (núm. inv. 1344).

este tipo de instrumentos. La colección se completa con cuatro cuadrantes solares dípticos de faltriquera anónimos, de los siglos XVII/XVIII, realizados en papel y madera (inv. 1339, 1340, 1341 y 1342).

Los relojes solares más notables pertenecientes al Museo son: uno universal de finales del siglo XVIII fabricado por Peter Dollond en Londres, con la particularidad de ofrecer escala de alturas y capacidad para servir como anillo astronómico (inv. 1260). El segundo está firmado por Michael Butterfield, inglés que trabajó en París de ca. 1685 a 1724, es de forma octogonal de lados desiguales y monta una brújula (inv. 1347). El tercero, similar al anterior, es de la misma época, pero fabricado por Delure, también en París (inv. 1348). El cuarto, anónimo de los siglos XVII/XVIII, es redondo, de 58 mm de diámetro, conocido con el nombre de «flotante», debido a que la superficie donde van trazadas las líneas horarias está encolada sobre la aguja imantada, a semejanza de la rosa de los vientos en las agujas de marear; por esta causa el reloj se orienta automáticamente (inv. 1349). El quinto, análogo al anterior, es de mitad del

siglo XVIII, construido por el alemán David Beringer (inv. 1350). El sexto es español, ideado por el Marqués de Feria y realizado por Pedro Ballesteros en Madrid, el año 1829. Forma un octógono de latón de 29 mm de lado y presenta un círculo acimutal de 16 mm de diámetro; proporciona la «ecuación del tiempo» para los meses del año (inv. 1346). Del siglo XIX es el séptimo, fabricado por José Graselli, que es de «capricho»; dispara automáticamente un cañoncito al mediodía cuando los rayos solares, por medio de una lente, se enfocan sobre el fulminante de la carga (inv. 547).

La ampolleta o reloj de arena es uno de los escasos instrumentos que han resistido el paso de los siglos. Se utiliza para medir pequeños intervalos de tiempo, no conociéndose otro medio mejor desde principios del siglo XI; su invención se atribuye al monje Luiprad, de la abadía de Chartres, en la octava centuria. En los navíos servía para regular la vida a bordo y calcular la velocidad. El ejemplar más notable de los instrumentos de este tipo conservados en el Museo es posiblemente del siglo XVI (inv. 1303), según Koenraad van Cleempoel, con un valor de 30 minutos. El resto de la colección incluye ampolletas de los siglos XVIII a XX.

Para conocer la longitud de la situación de un observador en la mar era necesario saber con exactitud la hora del lugar de partida del buque y la hora local del meridiano en un momento determinado de la travesía. La diferencia de ambas horas daría la longitud geográfica del navío respecto al meridiano del lugar de partida. Mientras no hubo un instrumento capaz de dar la hora con la suficiente precisión, la longitud no se pudo conocer con exactitud. La aparición del reloj astronómico y el cronómetro solucionó este problema.

Obra del instrumentista inglés John Ellicott en su taller de Londres es un reloj astronómico de caja alta (inv. 808), que podemos datar hacia 1760 y que se expone en el Vestíbulo de Honor del Museo. La caja de madera es del siglo XIX mide 1890 mm. Tiene motor a pesa de ocho días; escape de áncora, con péndulo y lenteja compensada (sistema del autor), que dispone de dos masas que pueden moverse lateralmente y de una lámina bimetálica en la parte inferior que sube y baja la lenteja para compensar las dilataciones por temperatura. Adquirido a finales del siglo XVIII, tras muchas vicisitudes fue enviado al Museo en 1932.

También de su taller es otro reloj mural de péndola, de una altura de 1175 mm, mientras la caja es de 195 mm de lado (inv. 1664). Perteneció a don Antonio de Ulloa y de la Torre (1716-1795), teniente general de la Real Armada, quien, además de participar con Jorge Juan en la medición del grado de meridiano en las inmediaciones del ecuador (1735-1744), manifestó una extraordinaria capacidad científica en campos tan diver-

sos como proporcionar los primeros conocimientos de la electricidad y el magnetismo artificial, la circulación de la sangre en las colas de los peces, las primeras noticias del árbol de la canela y el caucho y sobre todo, el descubrimiento del platino y sus propiedades.

John Ellicott (1706?-1772) pertenecía a una familia de relojeros de Cornwall que se estableció en Swithin's Alley. Era miembro de la Royal Society en 1738 y relojero del Rey Jorge III. Fue uno de los más eminentes fabricantes de relojes y, como dijimos, el inventor de un péndulo compensado; asimismo desarrolló el escape de cilindro, haciéndolo de rubí. Autor de numerosos tratados de Relojería, construyó piezas de la mejor técnica y calidad. La Armada conserva dos relojes más también del mismo autor, adquiridos en 1776 y actualmente depositados en el Real Observatorio de Marina de San Fernando.

En el campo de los cronómetros marinos, vamos a tratar en primer lugar del firmado por Ferdinand Berthoud en 1787 (inv. 1332) que ostenta el número 39 de fabricación. El diámetro de la esfera es de 120 mm, la altura 340 y el diámetro en la base de 290. Es el resultado de los estudios del suizo Ferdinand Berthoud, para dar con una buena máquina que midiese con exactitud el tiempo en la mar. Ello suponía la sustitución del péndulo, incompatible con los movimientos del buque, por otro regular equivalente. Está compuesto por una máquina (que falta) encerrada en un cilindro de bronce, en cuyo círculo superior cubierto por un cristal, se aprecian tres esferas de igual diámetro, donde sendas agujas marcan las horas, los minutos y los segundos; un taladro en el mismo cristal da paso a la llave para dar cuerda. El cilindro está suspendido por dos muñones a un sólido aparato de «cardano», fijo a un gran disco que se atornilla en el lugar conveniente. Perteneció a S.M. el Rey don Alfonso XII, quien ordenó depositarlo en el Museo en 1876.

Ferdinand Berthoud (1727-1807) nació en Plancemont, Suiza, y llegó a París en 1745, donde sería aprendiz de Julien Le Roy. Desde 1786 fue relojero pensionado del Rey Luis XVI de Francia e Inspector de Máquinas de la Marina. Inventó un tipo de escape «a detent» y compitió con Le Roy por la precisión máxima en la cronometría naval. Su primer instrumento de este tipo data de 1761. Investigó y fabricó volantes bimetálicos y, sobre todo, fue un tratadista eminente. Intentó establecer la fabricación de cronómetros en España. La Casa Real conserva de él dos relojes de caja alta y dos de sobremesa de bella factura. Primer proveedor de cronómetros que tuvo la Armada, se adquirieron trece ejemplares a partir de 1789 hasta 1803, con numeraciones comprendidas entre el 7 y el 57; en el Real Observatorio de Marina de San Fernando se conservan dos magníficos relojes de péndulo de Ferdinand y de su sobrino Louis Bert-

houd (1750-1813), el primero es el nº 1, fabricado en 1790, y está dedicado al Rey Carlos IV.

Del artista londinense John Arnold la Armada adquirió 21 cronómetros a partir de 1789; de ellos, dos marinos y tres de bolsillo o faltriquera se conservan en el Museo Naval. De los primeros (inv. 1328 y 1329), que tienen una reserva de marcha de dos días, el nº 5 fue adquirido en Londres en 1788 y empleado en el levantamiento del Atlas Americano, en la expedición de Joaquín Francisco Fidalgo en Tierra Firme (1792-1805), en la carrera a Filipinas (1813-1815) y otras, hasta que en 1852 pasó al Museo Naval. El nº 89, adquirido en 1790, también fue utilizado en los trabajos del Atlas Americano y en otras comisiones; resultó de marcha irregular y en 1830 tuvo que ser reparado; ingresó en el Museo en la misma fecha que el anterior.



Cronómetro marino nº 5 de John Arnold (ca. 1788). Museo Naval de Madrid (núm. inv. 1328).

En cuanto a los tres cronómetros de faltriquera tienen los números de fabricación 71, 351 y 375/676. Son muy similares, de 45 mm de diámetro y depositados en cajas de madera, con una reserva de marcha de 24 horas.

Utilizados en la cubierta de los buques como acompañantes de los cronómetros marinos durante las observaciones astronómicas para determinar la longitud del lugar. El primero (inv. 1276), fue embarcado por Malaspina en la fragata *Astrea* durante su viaje de 1786 a 1788; desde este año hasta el siguiente estuvo a cargo de Churruca en la campaña del estrecho de Magallanes; posteriormente se empleó en varias comisiones, como en el levantamiento de la carta geográfica de Galicia, e ingresó en el Museo en 1881. El segundo (inv. 1327), sería adquirido para la expedición de Alejandro Malaspina (1789-1794) y embarcado en la corbeta *Atrevida*; con posterioridad se utilizó en el levantamiento de la carta geográfica de Galicia (1814-1815) a cargo de José Connock; se desconoce la fecha de ingreso en el Museo. El tercero (inv. 1325) fue adquirido en Londres en 1790 para los trabajos de formación del Atlas Americano; de 1792 a 1795 estuvo a cargo de Antonio García de Quesada, comandante del bergantín *Vigilante*; después de servir en otras comisiones fue enviado al Museo en fecha de ingreso ignorada.

John Arnold (1736-1799), fue uno de los fabricantes de relojes más famosos de Inglaterra, nació en Bodmin, Cornwall. Heredó de su padre la afición por esta profesión. Viajó a Holanda y regresó a su patria en 1755; se estableció en Devereux Court, Strand, donde empezó a prosperar hasta obtener el favor del Rey Jorge III. Fabricó en 1764 un reloj destacable para su protector real, mientras que en 1770 salía de su taller el primer cronómetro marino. Inventó el muelle volante helicoidal de acero para los cronómetros, aunque con fuertes reminiscencias del trabajo de John Harrison (1693-1776), así como desarrolló un diseño peculiar de escape. De la importancia de su producción da idea que el n° 3 fue enviado a bordo de la *Resolution* de Cook, mientras los n° 1 y 2 fueron confiados a Furneaux, comandante de la *Adventure* y compañero del anterior, aunque no dieron buen resultado como sucedió con el n° 89 adquirido por la Armada. No obstante, fue mejorando su tecnología y logró una extensa producción en su factoría de Chigwell, Essex.

Entre los cronómetros marinos del siglo XIX del Museo destaca uno (inv. 1320) fabricado por José Rodríguez Losada (1797-1870). La maquinaria es típica de los cronómetros ingleses que se conocen con el nombre de «tercera generación» o cronómetro moderno. Este instrumento, número 4586, fue adquirido por la Armada el 6 de junio de 1860 y pasó al Museo Naval en 1931 procedente del Real Observatorio antes citado.

El fabricante de esta excelente pieza era leonés, y sirvió en el Ejército español en su juventud; en 1835 se estableció en Londres como fabricante de relojes de bolsillo y de pared. Alcanzó renombre en el campo de la cronometría, fabricando ejemplares de alta calidad con estilo propio y peculiar. Su aportación tecnológica más señalada fue, según Roberto More-

no, desarrollar un sistema mecánico propio consistente en un engranaje para la operación de remontado o carga de la cuerda («remontoir») con dispositivo de embrague para los cronómetros marinos. Desde 1857 a 1867, Losada fue proveedor oficial de relojes para la Armada, que dieron excelentes resultados, como lo prueba el señalado con el nº 2329 que estuvo en servicio de 1859 a 1968, o el excepcional cronómetro astronómico nº 2137 que es gala del Real Observatorio de la Marina en San Fernando, aún en perfecto estado de marcha a los 138 años de haber sido fabricado.

También del mismo autor conserva el Museo un magnífico reloj de bolsillo (inv. 4322), «remontoir» y dotado de un sistema de parada en el segundero, por lo que se puede utilizar también como cronógrafo. Sus dimensiones son: diámetro de la caja, 55 mm; longitud de la cadena, 330 mm. Es de tipo saboneta con tres tapas. Las dos externas están firmadas por sendos biselados de oro acharnelados al aro o cuerpo de la caja, y en los que van engarzados dos discos convexos de piedra sanguina tallados. En la tapa anterior figuran entrelazadas las iniciales *C.M.N.* (Casto Méndez Núñez) formadas con diamantes talla brillante; en la tapa posterior, dos anclas cruzadas bajo corona real, todo en diamantes y rubíes. En el guardapolvo de la máquina figura con letras esmaltadas la inscripción *LOS CUERPOS DE LA ARMADA / AL GEFE DE ESCUADRA / Méndez Núñez / EN CONMEMORACION / del 2 de Mayo de 1866*, leyenda circuncrita por una orla cincelada y grabada. La cadena del reloj está formada por un lenteón de oro cuyos dos motones, en piedra sanguina a juego con la del reloj, están adornados con brillantes y rubíes. El remate del lenteón lo constituye una brújula de la que pende un boyarín, también en piedra sanguina, y una bocina de mano. La esfera es de plata, con adornos florales cinceladas y aplicaciones de oro. Cifras romanas en oro y lapidadas. En el centro dos banderas, un ancla y un cañón cruzados, todo en oro. Por encima del conjunto, figura la inscripción: *J.R. LOSADA. 105 REGENT St. LONDON, N° 6172*. Las agujas son de acero pavonado tipo «flor de lis». La aguja central de los segundos es recta. Fue regalo de los cuerpos de la Armada al contralmirante Méndez Núñez en noviembre de 1868, para conmemorar el bombardeo de El Callao (2 de mayo de 1866). Donado por su dueño al Museo Naval, ingresó el 9 de noviembre de 1869.

El nocturlabio es un instrumento destinado a determinar aproximadamente la hora durante la noche mediante la observación de la posición de las estrellas Dubhe o Merak de la constelación Osa Mayor (*Ursa maior*), o Cochab de la Osa Menor (*Ursa minor*). Su historia es confusa, sólo se encuentran referencias claras a él en textos latinos y romances no árabes. Es posible que fuera conocido por Gerberto de Aurillac en el siglo X, pero las primeras descripciones inequívocas corresponden al siglo

XIII, y son debidas al beato mallorquín Raimundo Lulio en su *Opera Omnia* (ca. 1272). No obstante, en tratados árabes tardíos (siglos XV y XVI), relativos a la navegación en el Océano Índico, se explica la manera de corregir la altura de la Polar para obtener la latitud utilizando el mismo principio que en el nocturlabio, y basándose en el giro de las mansiones lunares, por lo que es posible que los árabes hubieran conocido un instrumento de esta índole.

El Museo posee un nocturlabio anónimo inglés que, según Salvador García Franco, se puede datar hacia 1650. Es de madera y en el asidero presenta la inscripción *FOR BOTH BEARS*, indicando así que puede emplearse para observar indistintamente estrellas de las dos osas celestes. Ingresó en el Museo hacia 1843 y figura en el Inventario de 1847.

Pasamos a continuación a relacionar los instrumentos que emplean el magnetismo para orientar en tierra o en la mar. Primeramente cabe describir dos notables imanes en armadura del siglo XVIII conservados en el Museo, que eran empleados para cebar las agujas magnéticas de los buques, constituidas en aquella época por barras o planchas de hierro duro y rico en carbono. Para ello disponían de una piedra imán con forma de paralelepípedo, a la que iban unidas dos láminas de hierro dulce por las caras correspondientes a los polos magnéticos, y todo el conjunto introducido en una caja de latón. De esta forma, las citadas láminas se imantan por la influencia del imán natural.

El primer instrumento de esta naturaleza a que nos referimos fue construido en Ferrol por José María Baleato en 1794 (inv. 992). De base circular, tiene forma de templete de 89,5 cm de altura, adornado con dibujos alegóricos de escenas náuticas y figuras mitológicas; en la parte baja tiene una rosa náutica de 21 cm de diámetro; la unión de las columnas cierra en una cúpula sobre la que se asienta una estatuilla del dios Mercurio, copia (1992) de la primitiva que desapareció. Ingresó en el Museo en 1935.

El segundo imán (inv. 1760) es obra de Francisco Martínez, construido en el arsenal de La Carraca en 1781. Está formado por un soporte de latón de base cuadrada y cuatro columnas; en él descansa un templete de base circular con tres columnas que se unen en una cúpula de donde cuelga el imán, que puede ser hasta de 16,5 kilogramos, cuya cubierta está adornada con aplicaciones de plata y escudetes con las iniciales N y S, indicadoras de los puntos cardinales Norte y Sur. Se ignoran las circunstancias de ingreso de esta pieza en el Museo.

Entre las rosas de brújulas son de destacar dos chinas de finales del siglo XVIII o principios del XIX, que además de proporcionar la orienta-

ción tienen aplicaciones astrológicas de acuerdo con el calendario (inv. 1330 y 1331). También del mismo origen chino son dos brújulas elementales (inv. 1352 y 1353) y una de faltriquera (inv. 1358), todas del siglo XVIII. Los chinos fabrican sus brújulas diferentes al resto de las naciones, pues la línea meridiana es considerada en sentido inverso, contando desde el sur los demás puntos cardinales.

Las brújulas europeas están representadas, entre otras, por una de faltriquera construida por la casa de George Adams (1704-1773) de Londres en el siglo XVIII, y que perteneció a José de Mazarredo (1745-1812), teniente general de la Real Armada, y otra acimutal obra de Baleato también del siglo XVIII (inv. 1710).

De la numerosa colección de agujas náuticas que posee el Museo Naval podemos citar un compás acimutal (inv. 4198), probablemente de la casa Kennet Mc Culloch, enviado desde Londres en 1788 por el capitán de navío José de Mendoza y Ríos (1763-1816), que sirvió de modelo para construir otros del mismo tipo en los arsenales españoles. Más antiguo, de 1785, es otro compás acimutal montado sobre cardan y soporte trípode para trabajos topográficos, obra del instrumentista Francisco Martínez en el arsenal de La Carraca. Del siglo XIX son de destacar dos agujas imperturbables inventadas por Antonio Doral y Anuncibay (1788-1856), jefe de escuadra de la Real Armada. En cuanto a las bitácoras, sobresale por su importancia y belleza una de navío del siglo XVIII con forma de ánfora, de tal modo que el cubichete semeja la tapa de la copa, y las dos asas recordando a delfines completan el parecido. Estas bitácoras iban situadas en las cámaras del general de la escuadra o del comandante del navío, y servían para poder comprobar el rumbo sin tener que subir a cubierta.

El Museo conserva varios instrumentos ópticos para la observación astronómica, entre los que cabe señalar dos telescopios del tipo inventado por el escocés James Gregory (1638-1675), profesor de Astronomía en la Universidad de St. Andrews que publicó un diseño en su *Optica Promota* (1663), con el que obtuvo un instrumento pequeño, manejable, de gran magnificación e imágenes claras. El primero (inv. 1363) está construido en latón (longitud 97 cm; diámetro 187 mm), y es el primer telescopio de fabricación española, realizado en 1787 por el presbítero Vicente Asensio (1730-?) quien desarrolló un procedimiento propio para la elaboración de espejos catóptricos. El segundo telescopio (inv. 1362) es del mismo tipo del anterior (longitud 46 cm, diámetro 90 mm), fabricado en Londres por Nairne en el siglo XVIII. Tanto este instrumento como el anterior ingresaron en el Museo en 1843 y figuran en el Inventario de 1847.

Entre los catalejos es de resaltar uno para observaciones nocturnas firmado hacia 1810 por Thomas Jones en su taller de Charing Cross de Londres; su longitud total es de 73 cm, mientras que el diámetro de la lente objetivo es de 227 mm.

Las esferas armilares están representadas por tres piezas interesantes. La primera es de latón (diámetro del ecuador 36,5 cm), anónima, procedencia francesa y posiblemente del siglo XVII (inv. 117). Instrumento construido, seguramente, para fines pedagógicos en una escuela de Astronomía. Sigue el sistema heliocéntrico descrito por Copérnico. Los círculos o armillas representan los dos coluros y las órbitas de Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno; en el plano de la eclíptica, formada por una franja ancha, se representan los meses y los signos zodiacales. Un aro horizontal graduado actúa de horizonte. En el centro, un pequeño globo representa al Sol. Ingresó en el Museo hacia 1843 y figura en el Inventario de 1847.

La segunda es de latón (diámetro del horizonte 22,2 cm), anónima, del siglo XVII, de origen inglés (inv. 3502). Sigue el sistema de Ptolomeo, según el cual, la Tierra, sin movimiento alguno, ocupa el centro de la esfera celeste, y los movimientos aparentes de las estrellas y planetas a su alrededor, se consideran reales. Consta de seis círculos máximos: horizonte, ecuador, zodiaco, coluro equinoccial y coluro solsticial, y cuatro círculos menores, los dos trópicos y los dos polares. Todo este conjunto está encajado en un círculo representativo del horizonte y en este plano están grabados los meses y los signos zodiacales. La esfera está sostenida sobre cajera con basamento y cuatro columnas. En depósito desde 1926, fue adquirido a su propietario en 1951.

La tercera (inv. 785) es madera, latón y papel, anónima francesa del siglo XVIII y geocéntrica. El diámetro máximo es de 40 cm. El globo terráqueo original ha sido sustituido por uno del siglo XIX fabricado por el alemán Schotte en Berlín.

Los globos o esferas celestes están representados por uno (inv. 1839) de 120 cm de diámetro construido en los talleres de París del padre Marco Vicentio Coronelli (1650-1718), el año 1693. Fue diseñado por Arnaldo Deuver y grabado por el calcógrafo Jean Baptiste Nolin (1657-1725). Las constelaciones están representadas por las figuras clásicas, con sus nombres escritos en italiano, francés, latín, árabe y griego. Ingresó por compra en 1987. Se conservan también dos globos celestes, asimismo franceses, del siglo XIX: uno de A.R. Fremin (1820-1868) fechado en 1842 (inv. 1573) y otro de Delamarche sin año de fabricación (inv. 1841).

Respecto a los globos terrestres, destaca el construido asimismo por el padre Coronelli en Venecia, el año 1688 y dedicado a la Academia Cos-

mográfica de los Argonautas que había fundado el propio sacerdote también en Venecia (inv. 548). Es de papel impreso colocado sobre una esfera de 108 cm de diámetro, montado sobre un soporte de madera, al parecer del siglo XVIII. Ingresó en 1953 procedente del Museo Arqueológico Nacional de Madrid. La colección se completa con otros cinco globos también terrestres: dos alemanes de Matheus Seutter (1678-1757) y de C. Abel Klinger, del siglo XVIII, éste con los topónimos en español (inv. 1105 y 1314); dos franceses, el primero obra de la casa del geógrafo Charles François Delamarche (1740-1817) fechado en 1804, mientras el segundo es de la misma fábrica pero del año 1865 (inv. 2375 y 784); por último citaremos uno inglés de bolsillo o faltriquera editado por John Cary en 1791 (inv. 1712).

Para finalizar, no se puede dejar de mencionar el patrón nº 3 del metro (inv. 1806). Se trata de una barra de acero cuya longitud exacta es la del metro legal. La escala está cifrada de diez en diez, cada decímetro dividido en centímetros y los diez primeros de éstos en milímetros. Construido en París por Étienne Lenoir (1744-1832), fue traído a España por el entonces capitán de navío de la Real Armada Gabriel de Ciscar (1760-1829), uno de los miembros de la comisión internacional que fijó en París las unidades múltiplos y submúltiplos del Sistema Métrico Decimal de pesas y medidas.

Bibliografía

- G.H. BAILLIE: *Watchmakers and Clockmakers of the World*. N.A.G. Press Ltd, London, 1951.
- M.V. BREWINGTON: *The Peabody Museum Collection of Navigating Instruments*. The Anthoensen Press, Portland, Maine, 1963.
- KOENRAAD VAN CLEEMPOEL y otros: *Instrumentos científicos del siglo XVI. La Corte española y la escuela de Lovaina*. Fundación Carlos de Amberes, Madrid, 1997.
- J. RAMÓN COLÓN DE CARVAJAL: *Catálogo de Relojes del Patrimonio Nacional*. Editorial Patrimonio Nacional, Madrid, 1987.
- CHARLES H. COTTER: *A History of the Navigator's Sextant*. Brown, Son & Ferguson, Glasgow, 1983.
- SALVADOR GARCÍA FRANCO: *Instrumentos Náuticos en el Museo Naval*. Imprenta del Ministerio de Marina, Madrid, 1959.
- JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ-ALLER: *Catálogo-Guía del Museo Naval de Madrid*. Ministerio de Defensa, Madrid, 1996.
- FRANCISCO J. GONZÁLEZ GONZÁLEZ: *Instrumentos científicos del Observatorio de San Fernando (siglos XVIII, XIX y XX)*. Ministerio de Defensa, Instituto de Historia y Cultura Naval de la Armada, Madrid, 1995.
- RUPERT T. GOULD: *The Marine Chronometer. Its History and Developments*. The Antique Collectors' Club, Woodbridge, 1989.

ROBERTO MORENO: *José Rodríguez de Losada: vida y obra*. Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1995.

W.F.J. MÖRZER BRUYNS: *The Cross-Staff*. Walburg Druk, Zutphen, 1994.

VARIOS AUTORES: *Las sociedades ibéricas y el mar a finales del siglo XVI. Exposición Mundial de Lisboa 1998*. Ediciones El Viso S.A., Madrid, 1998.

HARRIET WYNTER y ANTHONY TURNER: *Scientific Instruments*. Charles Scribner's Sons, New York, 1975.9