

M^a ISABEL VICENTE MAROTO

**«EL ARTE DE LA NAVEGACIÓN
EN EL SIGLO DE ORO»**

22 DE NOVIEMBRE DE 2001

M^a ISABEL VICENTE MAROTO

LICENCIADA EN CIENCIAS QUÍMICAS Y DOCTORA EN CIENCIAS FÍSICAS POR LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. DIPLOMA EN PALEOGRAFÍA ESPAÑOLA. CATEDRÁTICA DE FÍSICA APLICADA Y SUBDIRECTORA DE LA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. MIEMBRO ASOCIADO DE LA ACADEMIA DE MARINHA DE LISBOA EN LA SECCIÓN DE ARTES, LETRAS Y CIENCIAS. MIEMBRO FUNDADOR DEL INSTITUTO DE HISTORIA DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA. MIEMBRO DEL INSTITUTO DE HISTORIA SIMANCAS DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. MIEMBRO ASOCIADO DEL CENTRO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. COLABORADORA EN VARIAS EXPOSICIONES CIENTÍFICAS.

AUTORA Y COAUTORA DE MUCHOS LIBROS, ENTRE ELLOS «ASPECTOS DE LA CIENCIA APLICADA EN LA ESPAÑA DEL SIGLO DE ORO», JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, VALLADOLID, 1991. EDICIÓN DEL FACSIMIL «DIÁLOGO ENTRE UN VIZCAÍNO Y UN MONTAÑÉS SOBRE LA FÁBRICA DE NAVÍOS», CON EL ESTUDIO Y LA TRANSCRIPCIÓN DEL TEXTO, SALAMANCA, 1998. AUTORA DE NUMEROSOS ARTÍCULOS SOBRE HISTORIA DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA ESPAÑOLAS DE LOS SIGLOS XVI Y XVII.



En primer lugar, quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la Cátedra Jorge Juan, y en particular a su actual director, Jesús Victoria Meizoso, por haberme invitado a participar en las actividades que se desarrollan en un lugar tan especial para mí como esta Cátedra. Y al mismo tiempo quiero también disculparme, porque siendo una mujer de tierra adentro, haya tenido el atrevimiento de venir a una ciudad marinera como Ferrol, para hablar de «el arte de navegar». Pero siempre me atrajo el mar, y buceando en los archivos y bibliotecas, fundamentalmente en el de Simancas, y en particular en su sección de Guerra y Marina, disfruto buscando información sobre nuestro pasado científico y técnico, y sobre una actividad tan vital en el Siglo de Oro como la navegación. Un siglo que no sólo fue brillante en literatura, pintura o arquitectura, sino que también la ciencia y la técnica españolas vivieron momentos dorados.

INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XV la navegación sufre una transformación profunda. Hasta entonces se había realizado una navegación costera, orientándose por la costa visible o cercana. La nueva «navegación de altura» o «navegación astronómica» se inicia en el Atlántico, por los portugueses,

en el tercer cuarto del siglo XV, basada en la observación del sol y de la estrella polar. La nueva etapa fue posible gracias a la confluencia de la tradición marinera del Mediterráneo con la del Atlántico.

Después del descubrimiento de América y de la navegación al Cabo de Buena Esperanza, el afán de los científicos y técnicos por perfeccionar la navegación se multiplicó, impulsados por el interés de los Estados marítimos de Europa, que veían en su comercio por mar la base más sólida de su engrandecimiento. Para la Corona española el dominio del mar era uno de los pilares para el mantenimiento de su poder y hegemonía, y una de las actividades más importantes fue por tanto la navegación.

En el siglo XVI, las contribuciones de españoles y portugueses al desarrollo de la náutica fueron de suma importancia. Es conocida la afirmación del almirante Julio Guillén Tato «Europa aprendió a navegar en libros españoles». Pero en la centuria siguiente, la crisis afectó también a la navegación, e ingleses y holandeses fueron logrando la primacía sobre los ibéricos.

Dentro del término «navegación» se enmarcan muchos aspectos. Tradicionalmente, ésta se ha dividido en maniobra del buque y en pilotaje, que cabría dividir, a su vez, en navegación costera y pilotaje de altura. Pero se podían incluir también materias tales como la hidrografía y la construcción naval. Nos centraremos en lo que en la época se entendía como «arte de navegar».

El arte de navegar es aquella que enseña a los hombres cómo por la mar podrán guiar y enderezar el navío al propuesto puerto.

Así comienza Juan Bautista Lavaña, cosmógrafo portugués al servicio de Felipe II su tratado sobre la materia, leído en la Academia Real de Matemáticas de la corte.

El arte de navegar se desarrolló ante los problemas técnicos que planteaba la nueva navegación de altura. Porque los pilotos tenían que guiarse por el cielo, y para conocer la posición del navío debían saber determinar la altura del sol y de la estrella Polar mediante los instrumentos más comunes: astrolabio, cuadrante y ballestilla. Además, tenían que manejar la brújula; conocer bien la luna y las mareas; disponer de cartas de navega-

ción correctas, dibujadas por marinos experimentados. Y se precisaban buenos maestros, instrumentos y libros.

El Arte de navegar, denominada genéricamente como náutica, es por tanto una de las más tempranas disciplinas «aplicadas» y uno de los primeros puentes que acabaron con la separación entre ciencia y técnica propia de la antigüedad clásica y del mundo medieval.

PILOTOS Y MAESTROS EN EL ARTE DE NAVEGAR

Para una navegación segura eran imprescindibles buenos pilotos que conociesen bien su oficio y buenos maestros que les instruyesen en el «arte». E instituciones que velasen por su formación.

La diferencia entre el «oficio» y el «arte» de navegar aparece claramente marcada en un interesante *Coloquio sobre las dos graduaciones diferentes que las cartas de yndias tienen*, anónimo, en el que dos interlocutores, Fulgencio y Theodosio, discuten acerca de los yerros «que dicen que hay» en los instrumentos de navegación, especialmente en las dos graduaciones diferentes de las cartas de Indias:

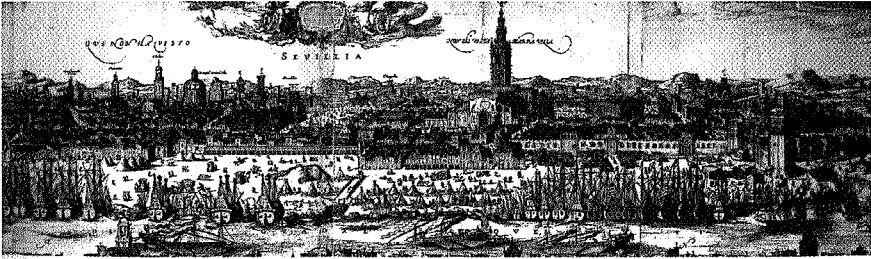
«En la navegación ay dos cosas que son arte y oficio; quanto al arte, que es saber llevar una nao de una parte a otra, para esto, como no ay por la mar caminos, requiérese tomarlos por el cielo, y así es necesario que se sepa el altura del sol y la del norte; entender el aguja; saber la cuenta de luna y mareas y otras cosas que el arte tiene y las reglas desto, y cómo se entienden no las puede ninguno saber por sí, y así conviene que tenga maestro que le enseñe. El oficio de la mar, que es tratar de las jarcias y adereços de la nao, esto puede el hombre aprender por sí, con el uso dello».

Su autor pudo ser Hernando Colón, hijo del almirante descubridor de las Indias. En Sevilla, donde residió los últimos años de su vida, —después de haber viajado a las Indias con su padre y su hermano Diego, y con Carlos V a Italia, Flandes y Alemania—, reunió una magnífica librería, que donó a la catedral cuando murió en 1539. Por mandato real, celebró nume-

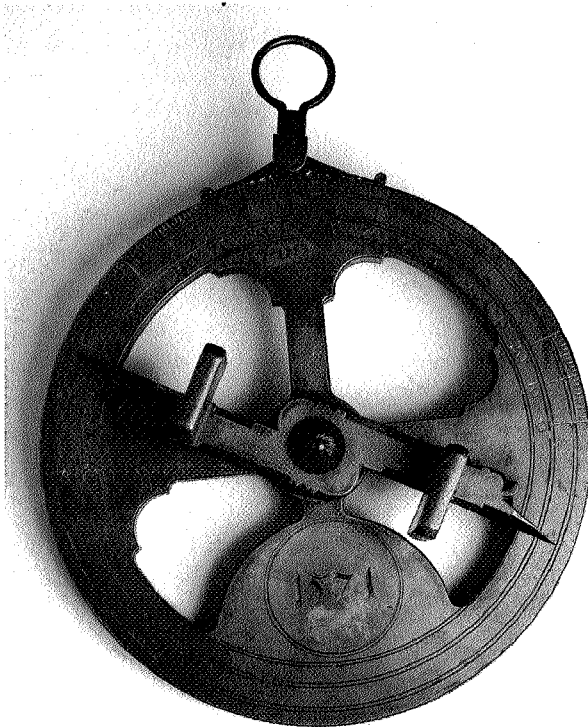
rosas juntas de cosmógrafos y pilotos, para reformar y tratar de corregir los errores de las cartas náuticas, y realizó informes sobre la línea de demarcación, tratando de demostrar el derecho que la corona de Castilla debía tener sobre el Maluco (o islas Molucas).

La Casa de la Contratación de las Indias fue creada por los Reyes Católicos, en 1503, con el fin de controlar el tráfico y el comercio con América; en ella se instruían los pilotos. En 1508, la Reina Juana estableció el oficio de Piloto Mayor, cuya misión esencial era el examen de los pilotos de la carrera de Indias, de manera que no pudieran tener licencia de tales sin haber demostrado que poseían los suficientes conocimientos teóricos y prácticos, así como la verificación de la calidad de sus cartas e instrumentos; además, el piloto mayor debía dirigir la confección del Padrón Real, carta patrón, o modelo oficial a partir del cual debían elaborarse todos los mapas y cartas que utilizasen los pilotos y maestros de las naves, e inventario general de todas las tierras descubiertas, que debía ser constantemente actualizada. La revisión del Padrón Real durante todo el siglo XVI fue uno de los principales problemas técnicos, y una fuente de continuos enfrentamientos y litigios entre los cosmógrafos y los pilotos. La dificultad de precisar las coordenadas geográficas de los lugares reflejados en el Padrón, principalmente la longitud, obligó a recurrir para su confección y perfeccionamiento a los matemáticos y cosmógrafos de más prestigio.

Entre 1508 y 1512 ocupó el cargo de piloto mayor Américo Vespucci, un italiano adiestrado en las navegaciones portuguesas. En 1523, para ayudar al piloto mayor, se creó el puesto de cosmógrafo y maestro de «hazer cartas e astrolavios e otros ingenios para la navegación», que ocupó el portugués Diego Ribeiro. El sueldo era bastante escaso, pero sus ingresos aumentaban notablemente con los beneficios obtenidos por la venta de dichos instrumentos y cartas a los aspirantes a pilotos, que tenían la obligación de presentarse con ellos al examen ante el piloto mayor para poder conseguir la licencia. En cambio, el piloto mayor no podía hacer ni vender instrumentos a los navegantes de la ciudad de Sevilla, aunque sí a los de otros lugares, ni enseñar a quienes fueran a examinarse, bajo pena de diez ducados; tampoco podía aceptar dávida alguna de quien pretendiese ser piloto; sí le estaba permitido fabricar y vender mapas, globos y otros instrumentos que no fueran a utilizarse para la navegación; debía convocar a



Vista panorámica de la ciudad de Sevilla. Grabado en cobre de Jansen Johnson Janssonius. La Haya 1617. Madrid. Museo Naval.

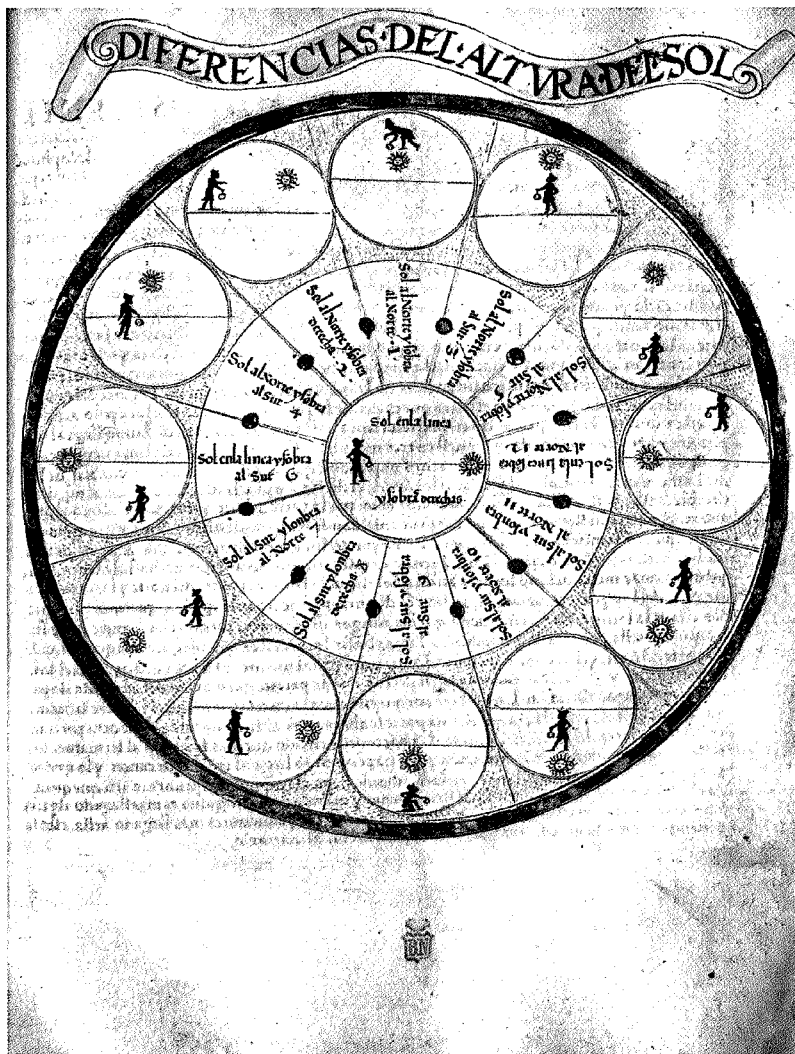


Astrolabio náutico. Museo Naval de Madrid.

los cosmógrafos y otros pilotos experimentados para realizar los exámenes, y al que no acudiese se le imponía una multa, al principio de dos reales, que se aumentaron a cuatro en 1568, ya que muchos no cumplían con su obligación.

El piloto mayor, los cosmógrafos y demás pilotos debían juntarse en la Casa de la Contratación todos los lunes, entre las dos y las cinco de la tarde, para examinar y aprobar los instrumentos que se presentasen. Los instrumentos que no pasaran el examen debían destruirse, y si eran de latón, como los astrolabios, habría que fundirlos de nuevo; las cartas aprobadas se marcarían, y las otras se destruirían. Pero a partir de 1564 debían reunirse también los jueves, para que los pilotos de las flotas y armadas pudieran ir siempre bien provistos. Al año siguiente se endureció el sistema de revisión, y las personas autorizadas a sellar y aprobar los instrumentos no podían ser sus propios constructores «por ser cosa clara que no ha de dezir mal de su obra el maestro della», sino el piloto mayor y los cosmógrafos que no los hicieran ni vendieran, junto con dos pilotos de los más antiguos y probada experiencia en la navegación y en la carrera de las Indias, que estuvieran desocupados.

Según las nuevas Ordenanzas de la Casa de la Contratación de 1552, se estableció una cátedra de cosmografía y arte de navegar, destinada en particular a la formación de los maestros y pilotos, que ocupó Jerónimo de Chaves; en la cédula de creación de la cátedra, firmada por el príncipe Felipe en Monzón, se especificaban las materias que debía explicar su titular: el *Tratado de la Esfera* de Sacrobosco, o al menos sus dos primeros libros; el *Regimiento* de la altura del Sol y del Polo; el uso de la carta y cómo echar el punto en ella, para saber el verdadero lugar; la fabricación y empleo de los instrumentos más comunes, astrolabio, cuadrante y ballestilla, junto con la aguja de marear y el cálculo del noreste y noroeste en cada lugar; el uso de un reloj general diurno y nocturno, y el conocimiento de las mareas, para saber cuándo podían entrar en los ríos y barras (como la de Sanlúcar). Cada día el catedrático debía explicar al menos una lección, a la hora que se le señalase, asistiendo todo el que quisiera aprender, siempre que no fuera extranjero. A partir de la creación de la cátedra de cosmografía y arte de navegar, los aspirantes a pilotos no podían presentarse a los exámenes, ni recibir el título correspondiente, sin haber acudido un año a



Utilización del astrolabio para medir la altura del sol. Pedro de Medina.

las lecturas del catedrático. Las Ordenanzas regulaban perfectamente los requisitos que debía reunir un aspirante a piloto, para presentarse al examen: debía ser natural de los reinos de Castilla y Aragón, mayor de veinticuatro años, de buenas costumbres, ni jugador ni borracho, y haber navegado a las Indias por espacio de seis años, de todo lo cual debían dar fe cuatro testigos, de los cuales al menos dos debían ser pilotos. Igualmente, regulaban perfectamente los exámenes, tras de los cuales habría votación secreta, con habas y altramuces: el aspirante que tuviera más habas que altramuces sería aprobado, y el reprobado no podía volver a presentarse a examen sin haber hecho antes un viaje a las Indias; y asimismo, el que saliese aprobado, no podría formar parte de ningún tribunal hasta haber vuelto de un nuevo viaje a las Indias.

Aunque el programa docente elaborado por el primer catedrático Jerónimo de Chaves era amplio para ser explicado en un año, ante las protestas de los aspirantes a pilotos, que alegaban ser pobres y no poder sustentarse tanto tiempo en una ciudad tan cara como Sevilla, en 1555 la obligación de asistir a clase antes de poder examinarse se redujo a tres meses, y al año siguiente a sólo dos, con tal de que supieran leer el regimiento y firmar sus nombres. La brevedad del curso implicó que los pilotos de los navíos que hacían la carrera de las Indias tuvieran, en general, una formación muy deficiente, causando graves pérdidas en vidas y haciendas.

Años más tarde, Felipe II estableció otro oficio cosmográfico, de vida efímera, desde 1557 a 1567, el de Cosmógrafo Mayor de la Casa de la Contratación, nacido para tener en la corte a un matemático de gran experiencia como Alonso de Santa Cruz, pues aunque estaba vinculado a la institución sevillana, su titular residía en la corte, al lado del monarca. El oficio creado para Santa Cruz se transformó después, con la reforma del Consejo de Indias llevada a cabo por Juan de Ovando, en el de Cosmógrafo-Cronista Mayor del Consejo de Indias, cuyo primer titular fue Juan López de Velasco en 1571. Este oficio de cosmógrafo mayor llegaría a estar vinculado, a partir de 1591, con el de catedrático de la Academia Real Matemática.

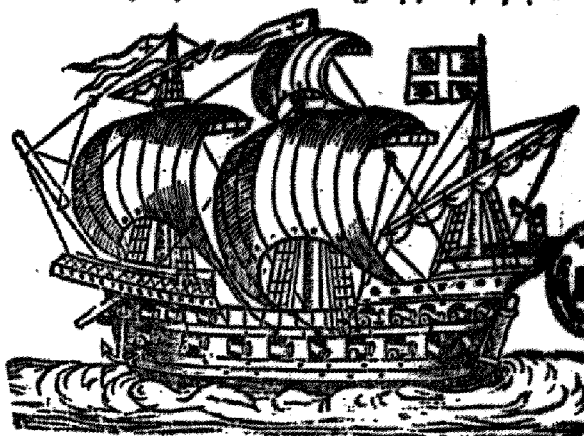
Además de la enseñanza impartida por los catedráticos y pilotos de la Casa de la Contratación, Fernando Colón intentó establecer un centro para la enseñanza de las matemáticas y de las técnicas de navegación

THE ARTE OF NAVI- GATION.

Contayning a breife description of
the Spheare, vvith the partes and Circles
of the same : as also the making and vse of
certaine Instrument. Very necessa-
rie for all sortes of Sea-men to
vnderstand.

First written in Spanish by *Martin Cortis*, and translated into
English by *Richard Eden*: and lastly corrected and aug-
mented, with a Regiment or Table of declina-
tion, and diuers other necessary tables
and rules of common Navi-
gation.

Calculated (this yeare 1596. being leap yeare) by *J. T.*



Imprinted at London by *Edw. Alde* for *Hugh Astley*, by the
assignes of *Richard Watkins*, and are to be sold at
Saint Margons corner. 1596.

Portada de la edición inglesa del libro *Breve Compendio de la sphaera y arte de navegar de Martín Cortés. 1596.*

en el barrio de los Humeros de Sevilla, con el fin de proporcionar marinos para la armada y las flotas de Indias. Después de numerosas propuestas a los primeros Austrias y tras varios intentos frustrados, por fin llegó a crearse el Colegio de San Telmo en 1681, en el que recoger y educar a muchachos huérfanos y sin recursos.

Colegios semejantes al de San Telmo de Sevilla intentaron crearse repetidas veces también en el Cantábrico. Cristóbal de Barros, el hombre de confianza de Felipe II para los asuntos navales en el Norte, propuso en 1573 la creación de seminarios para la formación de pilotos en el Cantábrico; la propuesta consistía en establecer una cátedra itinerante que impartiera enseñanzas durante tres meses en cada una de las tres provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, y Cuatro Villas de la Costa de la Mar (Cantabria). Algunas escuelas llegaron a funcionar durante algún tiempo, pero fueron claramente insuficientes, y propuestas del mismo tipo aparecen reiteradamente en memoriales escritos por expertos navegantes o constructores de navíos a lo largo de los siglos XVI y XVII; con ellas se pretendía remediar la cada vez más acuciante falta de buenos pilotos y hombres dedicados a los oficios de la mar.

TEXTOS NÁUTICOS

El arte de navegar resulta inseparable de la cosmografía y de la astronomía. Muchos autores de textos náuticos explican en sus prólogos el significado y las partes que abarcaba la disciplina. El vallisoletano Rodrigo Zamorano, cosmógrafo al servicio de la Casa de la Contratación, en su *Compendio de la Arte de Navegar* escribe:

«Toda la arte con que se navega por derrotas y alturas se divide en dos partes principales, Teórica y Práctica. La Teórica da el conocimiento de la compostura de la Esfera del mundo, en general; y en particular enseña el número, figura y movimiento de los cielos... La práctica enseña la fábrica, composición y uso de los instrumentos que en la navegación sirven, qual es el Astrolabio, ballestilla, Aguja y Relox, con el Regimiento del Sol, y de la Estrella, las reglas de la



Regimieto de nauegació

Contiene las cosas que los pilotos han de saber para bien nauegar: y los remedios y auisos que han de tener para los peligros que nauegando les pueden suceder.

Dirigido a la Real Magestad del Rey don
Philipe nuestro Señor.
Por el Maestro Pedro de medina vestno de Seuilla.

Regimiento de navegación de Pedro de Medina. 1563.

Luna, y de las Mareas, y la declaración de la Carta: con otras cosas a esto pertenecientes».

En consecuencia, los *Tratados del Arte de navegar* incluían una parte teórica, fundamentalmente cosmográfica, y una parte práctica. Pero los pilotos, además de los instrumentos y cartas de marear, llevaban consigo unos manuales de navegación de carácter práctico, los llamados *Regimientos*, que pretendían ser muy sencillos, como ponen de manifiesto los autores en sus prólogos. Desde principios del siglo XVI vieron la luz textos náuticos, pero otros muchos quedaron manuscritos, particularmente los que contenían derroteros, aunque circularon en copias.

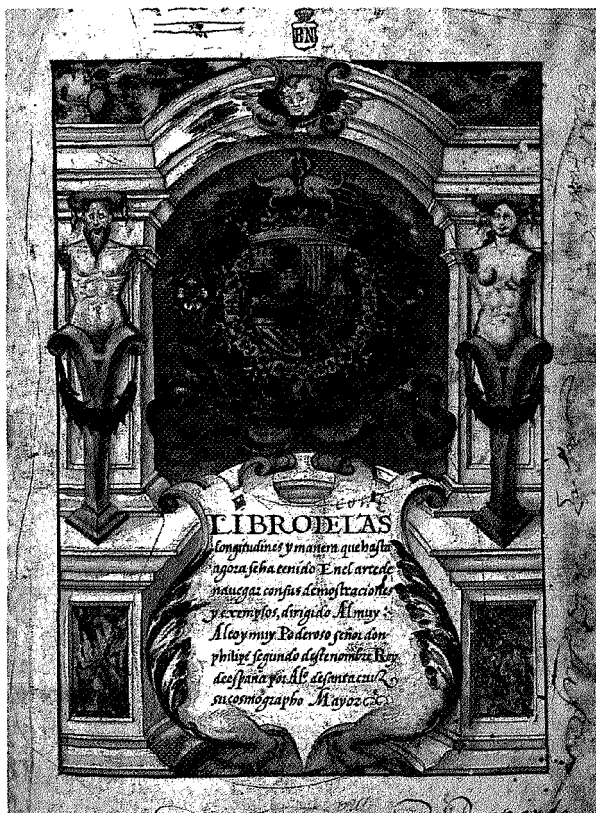
El primer libro impreso en el que se trata de la navegación a las nuevas tierras descubiertas, escrito por un hombre que había participado en los descubrimientos y exploraciones, es la *Suma de geografía que trata de todas las partidas y provincias del mundo: en especial de las Indias. Y trata largamente del arte de marear; juntamente con la esfera en romance, con el regimiento del sol y del Norte: nuevamente hechas*, Sevilla, 1519. Su autor, Martín Fernández de Enciso, había nacido en la capital hispalense, y después de estudiar leyes en esa universidad se trasladó a las Indias, instalándose en La Española en 1509 e incorporándose a los negocios del descubrimiento. Al año siguiente financió la expedición de Alonso de Ojeda para ir a descubrir la parte de Tierra Firme que hay entre el cabo de la Vela y el golfo de Urabá, nombrándose a sí mismo alcalde mayor de las tierras que se descubrieran; su enemistad con Vasco Núñez de Balboa, que no reconoció su autoridad, hizo que volviera a España a pedir justicia.

Fernández de Enciso dedica su trabajo al emperador y en el prólogo explica que se decidió a escribir en castellano, no en latín, para que fuese útil a muchas más personas, pilotos y marineros, una descripción de las provincias conocidas, «con el regimiento del Norte y del sol y con sus declinaciones y con la longitud y latitud del Universo»; dice también que mandó hacer una figura en plano «en que puse todas las tierras y provincias del Universo de que hasta oy ha habido noticias por escrituras antiguas y por vista en nuestros tiempos», pero ese mapa no se llegó a imprimir: probablemente fue retirado por orden del Consejo de Indias, para no dar información geográfica a los portugueses. De la *Suma de geografía*

se hicieron dos ediciones más, con correcciones, en 1530 y 1546, y la parte de la geografía indiana apareció en Londres, en 1578, como *A briefe description of the portes*.

El siguiente texto náutico que vio la luz en España, impreso en Sevilla en 1535, se debe a un cosmógrafo portugués, Francisco Falero, que vino a España desde Portugal con Magallanes; en 1519 entró al servicio de Carlos I con un sueldo considerable para la época, 35.000 maravedíes al año. *El Tratado del Esphera y del arte de marear: con el regimiento de las alturas: con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias*, como el propio título indica, consta de dos partes: la primera teórica, de cosmografía, y la segunda es el propio regimiento, aunque no incluía, como luego fue habitual, una parte dedicada a la construcción y uso de instrumentos náuticos.

A partir de mediados de la centuria el autor más conocido fue Pedro de Medina. Había nacido en 1493, no se conoce dónde, quizá de familia de judíos conversos, pero se sabe que pasó su infancia en el palacio sevillano de los duques de Medina Sidonia; se relacionó con Fernando Colón y con los cosmógrafos y pilotos de la Casa de la Contratación. Desde 1535 el Consejo de Indias contó con él para formar parte de las juntas y comisiones que se celebraron para resolver problemas cosmográficos. Pero su gran prestigio se lo debe a ser el autor de sus tratados de navegación, que se difundieron por toda Europa. El *Arte de navegar*, que dedica al príncipe don Felipe, se imprimió en Valladolid en 1545, y comienza explicando que lo escribió al ver que «pocos de los que navegan saben lo que a la navegación se requiere, la causa es, porque ni hay maestros que lo enseñen ni libros en que lo lean». Pedro de Medina divide su obra en ocho libros, recopilando los principios de cosmografía y astronomía conocidos en su tiempo para aplicarlos a la práctica de la navegación. Rápidamente fue traducido a las principales lenguas europeas, reimprimiéndose muchas veces hasta muy entrado el siglo XVII (principalmente al francés, cuya primera edición apareció en 1554, reimpresa en 1561, 1569, 1573, 1576, 1577, 1579, 1583, 1615, 1628 y 1633; al italiano, 1553, 1554, 1555, 1569, y 1609; al holandés, 1580, 1589, 1592 y 1598; y al inglés, 1581 y 1595). Tiene el privilegio de haber sido editada en cinco idiomas durante el siglo XVI.



*Portada del Libro de las longitudes Alonso de Santa Cruz.
Manuscrito de la Biblioteca Nacional de Madrid.*

En el *Regimiento de navegación*, impreso en Sevilla, primero en 1552 y con una segunda edición en 1563, Pedro de Medina explica a los pilotos, de forma clara y sencilla, cómo utilizar los instrumentos más comunes y las cartas náuticas. En el prólogo aclara que, después de haber navegado para saber todo lo que deseaba, compuso, una vez en tierra, su *Arte de Navegar*, y después un libro de *Regimiento de pilotos* (1552), y ahora escribe este *Regimiento* «de tal manera que los pilotos y otras personas que navegan más claramente entiendan las cosas de la navegación, en especial los casos y peligros que navegando les puedan suceder». Dedicó sus libros a Felipe II, y dice ser el primero en haber escrito un *Arte de navegar*. Pero en 1551 vio la luz en Sevilla otro conocido tratado, el *Breve Compendio de la Sphera y de la Arte de navegar*, de Martín Cortés, que su autor escribía desde 1545 y que dedicó al emperador Carlos; diez años más tarde se tradujo al inglés, y al igual que los tratados de Pedro de Medina – a quien Cortés disputa en el prólogo la primacía como autor de un compendio sobre el arte de navegar– gozó de gran difusión; se imprimieron diez ediciones en inglés, la última en 1630. En el prólogo, el cosmógrafo aragonés, natural de Bujaraloz, Zaragoza, pero afincado en Andalucía, se lamenta de la ignorancia de los pilotos: «Cuánto más dificultoso le pareciera al mismo Salomón si el día de hoy viera cómo pocos o ninguno de los pilotos saben apenas leer y con dificultad quieren aprender y ser enseñados».

En su obra, Martín Cortés explica, con una idea nueva entonces, el fenómeno de la variación de la aguja magnética por la existencia de un polo distinto del polo del mundo, donde residía una virtud atractiva del imán.

En 1581 se publicó el *Compendio de la Arte de Navegar* de Rodrigo Zamorano, Astrólogo y Matemático, y Cosmógrafo de la Magestad Católica de Don Felipe Segundo Rey de España, y su Catedrático de Cosmografía en la Casa de la Contratación de las Indias de la ciudad de Sevilla, dedicado al Presidente del Consejo Real de las Indias. En el prólogo al lector, el cosmógrafo destaca entre las virtudes de su tratado las novedades que incluye, en particular una nueva tabla de la declinación del Sol, mucho más correcta que las anteriores. En 1582 remitió un memorial, de su puño y letra, a Felipe II, solicitando aumento de salario como catedrático en la Casa de la Contratación, después de llevar siete años ocupando el cargo

con suma diligencia, además de asistir a los exámenes de pilotos y maestros, y al de los instrumentos de navegación; o bien, que se le pagase el sueldo como cosmógrafo, que también desempeñaba aunque sin salario «siendo como es aora este officio de mayor trabajo que nunca, por ser el piloto mayor de casi cien años, y no haber otro cosmógrafo que sirva, sino yo solo». Argumenta en su extensa carta que además había realizado muchos e importantes trabajos.

Rodrigo Zamorano ocupó la cátedra de Cosmografía durante casi cuarenta años, desde 1575 hasta su jubilación en 1613, siendo simultáneamente durante unos años piloto mayor, cosmógrafo de hacer cartas e instrumentos y catedrático, los tres oficios científicos de la Casa de la Contratación de Sevilla. Además de su *Compendio del arte de navegar*, que se reeditó cinco veces hasta 1598, e incluso fue traducido al inglés por Wright en 1610, Zamorano publicó, en 1576, la primera traducción española de *Los seis libros de la geometría de Euclides*, aunque quizá su obra más popular fue *Cronología y Reportorio de la Razón de los tiempos*, Sevilla, 1585, especie de almanaque ampliado que incluía, además de tablas con datos astronómicos, indicaciones relativas a la división del tiempo, aspectos meteorológicos, festividades religiosas, actos civiles y orientaciones sobre las faenas agrícolas; era muy importante también su parte astrológica.

Zamorano, como después veremos, tuvo una participación destacada en la enmienda de los instrumentos y cartas de navegación que, impulsada por Juan de Herrera, inició Pedro Ambrosio de Ondériz y llevó a cabo García de Céspedes, ambos cosmógrafos mayores del Consejo de Indias.

No sólo los matemáticos y cosmógrafos, sino también prestigiosos juristas escribieron tratados de navegación. Andrés de Poza, abogado del señorío de Vizcaya, que se había educado nueve años en la universidad de Lovaina y diez en la de Salamanca, es autor de una *Hidrografía*, publicada en Bilbao, en 1585, «la más curiosa que hasta aquí ha salido a la luz, en que demás de un derrotero general, se enseña la navegación por altura y derrota, y la del Este-Oeste: con la graduación de los puertos y la navegación al Catayo por cinco vías diferentes», utilizando datos sacados de textos náuticos italianos, franceses, ingleses y flamencos. Y el doctor Diego García de Palacio, jurista montañés, del Consejo de Su Majestad y su oidor en la Real Audiencia de México, publicó en dicha ciudad, en 1587, su libro *Ins-*

trucción náutica, para el buen uso, y regimiento de las Naos, su traça, y gobierno conforme a la altura de México. Escrito en 1583, en el primero de sus cuatro libros recoge la tradición del arte de marear, con las tablas de declinación, corregidas ya por el calendario gregoriano, el uso de los instrumentos –astrolabio, ballestilla, cuadrante y aguja– y una parte teórica sobre la Esfera. El libro IV, de arquitectura naval, que incluye varios dibujos, es el primero sobre construcción de navíos que llegó a publicarse. García de Palacio escribió también unos *Diálogos militares*, exponiendo sus conocimientos en esa materia.

Algunos otros tratados estaban dedicados a describir instrumentos. Sobre el uso de la ballestilla publicó Simón y Tovar, médico y naturalista sevillano, su *Examen i censura sobre el modo de averiguar las alturas de las tierras por la altura de la Estrella del Norte tomada por la ballestilla*, Sevilla, 1595, en el que critica la excesiva afición de los mareantes al uso de la ballestilla, los motivos de esa afición y las razones para reprobarla, con rigor matemático.

En la Academia Real Matemática, el arte de navegar era una de las materias que debían explicarse. De su primer profesor, Joao Baptista de Lavanha, castellanizado Lavaña, se conserva un manuscrito *Trattado del arte de navegar*, leído en 1588, que comienza, como ya se ha dicho, con la definición de dicho arte. Años más tarde, ya de nuevo en Lisboa, por haber sido nombrado cosmógrafo mayor del reino de Portugal, Lavaña publicó un *Regimento náutico*, en 1595, reimpresso en 1606. El privilegio de impresión está concedido en Madrid, el 28 de noviembre de 1590 y refrendado en Lisboa, donde vio la luz, el 1 de marzo de 1594. En la dedicatoria al Rey, explica Lavaña en portugués que empleó sus estudios en reformar el arte de navegar, por ser su ejercicio muy necesario para el servicio del monarca; se dirige después al matemático especulativo, explicando que su regimiento náutico lo había escrito para ser de utilidad a los navegantes, en su práctica común, y no para teóricos, y que ha querido imprimirlo para evitar los errores que de ordinario se introducían en las copias mal hechas.

Lavaña escribió también un tratado de arquitectura naval, que se conserva en la Academia de la Historia de Madrid, junto a varios informes realizados por el cosmógrafo portugués, sobre la aguja fija de Fonseca, escritos hacia 1610, a los que después se hará referencia.

Con los *Regimientos de Navegación* de Andrés García de Céspedes, escritos a finales del siglo XVI e inicios del XVII, en los que nos detendremos al analizar los intentos de reforma de los instrumentos y cartas de marear, el arte de navegar alcanza las mayores cotas, iniciándose después un marcado declive en la actividad náutica.

Muchos tratados de navegación no llegaron a publicarse. Un buen ejemplo es el *Quatri partitu en Cosmographía práctica*, más conocido como *Espejo de navegantes*, del cosmógrafo Alonso de Chaves (Trujillo, Cáceres, c.1493- Sevilla, 1587). Es una obra muy extensa, dividida en cuatro libros, cada uno de los cuales está subdividido en tratados, y éstos en capítulos. El tercer tratado del libro tercero, de seis capítulos, es un verdadero texto sobre arquitectura naval poco conocido, en el que explica los vocablos utilizados en navegación; la gente de mar necesaria en una nao, con sus bastimentos, armas y municiones; la forma más correcta de desempeñar cada uno de los oficios; los peligros e infortunios más frecuentes en la navegación; las batallas entre las naos, y por último las batallas entre las flotas. El *Quatri partitu* ha sido más estudiado en su parte relativa a repertorio de tiempos, sus dos primeros libros, o el libro cuarto, que el propio autor considera como el principal, en donde se ocupa de los itinerarios para ir y venir a las Indias, islas y Tierra Firme del mar Océano. Probablemente, la obra de Alonso de Chaves no llegó a publicarse por el contenido del libro cuarto, un derrotero general de navegación a las Indias, que debía mantenerse en secreto.

Entre otros manuscritos, además del *Arte de marear*, compuesto en 1564 por el bachiller Juan Pérez de Moya, que se conserva en la biblioteca del Real Monasterio de El Escorial, merece destacarse el *Tratado del Arte de Navegar*, escrito por el también matemático y astrólogo Diego Pérez de Mesa c. 1595, autor de varios textos científicos, aunque no llegó a ver publicado ninguno. El tratado, que parece dispuesto para ver la luz, lleva intercalados dibujos a pluma; está dividido en tres libros, y comienza como era habitual con la definición de lo que se entendía por arte de navegar, y como ya hemos visto en otros autores, Pérez de Mesa insiste también en que el arte de navegar es lo que hoy llamamos una ciencia aplicada.

Los libros de derrotas no llegaron a ver la luz, por no ser conveniente que los corsarios y quienes no fueren súbditos de los monarcas españoles conociesen su contenido.

El *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales* es un libro de derrotas, escrito por un experto navegante cántabro, del valle de Riva de Deva, hacia 1575, el capitán Juan Escalante de Mendoza, en forma de diálogo, y dedicado a Felipe II. En muchos de los primeros tratados náuticos se utilizó como estilo literario el diálogo, pretendiendo con ello hacer más amena su lectura y facilitar su comprensión. En el prólogo, aclara la razón que le movió a escribir su tratado: ayudar a los navegantes a conseguir una navegación más segura, evitando «los grandes riesgos, peligros y dolos que en ella suelen, y pueden suceder», por ignorancia, impericia o descuido de los capitanes, pilotos, maestros y marineros, que eran causa de frecuentes naufragios de naos mal regidas, con daños irreparables y pérdidas de gentes y haciendas.

Escalante de Mendoza no consiguió ver publicado su *Itinerario*, por no lograr que le fuera concedido el permiso para su impresión, ya que el Consejo de Indias no consideró conveniente que las detalladas derrotas fueran conocidas por extranjeros. Pero de esos manuscritos se hacían varias copias, que controlaba el Consejo, y a las que tenían acceso determinadas personas, en función de su cargo.

En el precioso libro de Baltasar Vellerino de Villalobos –presbítero, doctor en sacros cánones y maestro en artes y filosofía– titulado *Luz de navegantes. Donde se hallarán las derrotas y señas de las partes marítimas de las Indias, Islas y Tierra firme del mar océano*, 1592, hay muchas analogías con el *Itinerario de Navegación* de Juan Escalante; según denuncia su hijo, Alonso de Escalante, Baltasar Vellerino debió manejar una copia, por haber sido Mayordomo del Arzobispo de México, don Pedro Moya de Contreras, que fue Presidente del Real Consejo de las Indias, en donde estaba depositado el libro de Escalante. En *Luz de navegantes*, el autor insiste en la ignorancia de los pilotos. Relata que el año 1562 quiso pasar a las Indias en la flota del famoso general Pedro Meléndez y da cuenta de sus navegaciones por el Nuevo Mundo. Se aficionó al arte de navegar siendo estudiante en la Compañía de Jesús de Sevilla, de donde era natural. Su tratado es eminentemente práctico, pues para obra especulativa era, en su opinión, muy competente y acertado el *Regimiento* de Zamorano.

El libro de Vellerino de Villalobos contiene 113 dibujos a pluma, y a página entera, de enclaves marítimos desde España a las Indias; tampoco

consiguió licencia de impresión, y cuando la solicitó, el hijo de Escalante presentó una querrela ante el Consejo. Muchos otros derroteros se conservan inéditos en los principales archivos y bibliotecas españolas, conteniendo información muy preciada en su época.

Si nos adentramos un poco en el siglo XVII, se puede observar que los autores de textos náuticos emplean un tono cada vez más pesimista, lamentando la escasez de medios, además de la gran ignorancia de los pilotos, en términos a veces dramáticos.

Así, Antonio de Nájera, oriundo de Castilla aunque natural de Lisboa, en su *Navegación especulativa y práctica*, escrita en lengua castellana y publicada en Lisboa, en 1628 (reimpresión en Madrid, en 1669), lamenta amargamente la ignorancia y terquedad de los pilotos españoles. Y la denuncia de la grave crisis que afecta a la náutica en el siglo XVII aparece ya en el propio título de la breve pero significativa obra del zaragozano Pedro Porter y Casanate, *Reparo a errores de la navegación española*, dedicada a don Fadrique de Toledo Ossorio, «Capitán General de la Armada Real, y Ejército del Mar Occéano, y de la gente de Guerra del Reyno de Portugal»; la escribió en su ciudad natal, en 1634, cuando sólo contaba 23 años y era alférez. Pedro Porter, que llegó a ser Almirante de la Mar del Sur, a ocupar la gobernación de Sinaola (1641-1647) y de Chile (1656-1661), y que descubrió y exploró California a partir de 1643, considera esencial, para la defensa de los reinos y su conservación, por medio de los tratos y comercio, la existencia de hombres expertos y versados en la náutica, para no perder lo adquirido en la extensa y poderosa Monarquía. Pero se muestra muy pesimista y alarmado por la situación de la náutica.

INSTRUMENTOS Y CARTAS DE NAVEGACIÓN

El rumbo, la distancia, la latitud y la longitud constituyen, en palabras de Martín Fernández de Navarrete —gran figura de la Ilustración española, marino, historiador, literato y filósofo— los cuatro términos de la navegación. Su conocimiento lo más exactamente posible ha sido el objetivo perseguido por los tratadistas náuticos de todos los tiempos y para su determinación se utilizaban en el siglo XVI diferentes instrumentos.

Entre los instrumentos de navegación utilizados en los siglos XVI y XVII, la brújula es el más importante. Denominada por los marineros aguja de marear, o simplemente aguja, está constituida por una rosa dividida en vientos o rumbos, que en su forma más habitual tiene 32, por lo que cada una de las divisiones correspondía a $11^{\circ}15'$; el rumbo norte normalmente era decorado con una flor de lis. Por debajo de la rosa, fabricada en cartón, eran colocados los hierros o agujas magnetizadas, y el conjunto giraba sobre un pivote; con el tiempo, el magnetismo de las agujas iba disminuyendo y era necesario tocarlas con la llamada piedra de cebar, un simple trozo de magnetita. Con la aguja magnética se mantenía el rumbo o ángulo entre la proa de la embarcación y el norte magnético que indicaba el instrumento.

Para determinar la latitud mediante la altura de los astros —el ángulo formado por los polos norte (o sur, según el hemisferio) sobre el horizonte del mar— los navegantes utilizaban modelos simplificados del astrolabio y del cuadrante, cuyo uso se había generalizado entre los astrónomos medievales. Como los polos no están marcados en el cielo, se recurrió a las estrellas fijas —medir estrellas— que se encontraban en su vecindad. Para el hemisferio norte, los navegantes recurrieron a la estrella polar (que dista casi un grado del polo norte), mientras que para el otro hemisferio se eligió a la de la constelación Crucis (Cruz del Sur); en este caso se tomaba la altura de la estrella sobre el horizonte y se añadían 30° que es la distancia aproximada a la que está el Polo Sur, y obtenían de este modo la latitud del lugar.

El astrolabio náutico, construido en latón, acabó por quedar reducido a una corona circular o círculo graduado, de unos 20 cm de diámetro, una alidada o dioptra con las pínulas, y un anillo de suspensión; el cuadrante náutico, en madera, a un sector de cuarto de círculo graduado periféricamente, cuyo radio oscilaba entre 15 y 20 cm, con dos pínulas y un hilo de plomo; ambos instrumentos debían ser muy pesados, para que soportasen mejor el movimiento del navío, y, preferentemente, el cuadrante se utilizaba para observar la estrella Polar y el astrolabio el sol; en este caso, en lugar de mirar directamente, lo que era incómodo para la vista, el observador suspendía el astrolabio, como si estuviese usando una balanza, y manejaba la alidada de manera que la luz del sol, entrando por la pínula superior, se proyectase en el orificio de la pínula inferior: a esta operación

se llamaba «pesar el sol». La lecturas en una escala graduada de 0 a 90° daba inmediatamente la altura del astro sobre el horizonte. Debido a la dificultad de mantener estable su plomada durante las observaciones, el cuadrante náutico fue cayendo en desuso.

La ballestilla era el tercer instrumento utilizado en la medida de alturas. Se componía de una vara de madera de aproximadamente 1 m de largo, llamada virote, por donde corría otra vara más corta, la sonaja, también de madera; normalmente se disponía de tres o cuatro sonajas, que eran usadas conforme a la altura del astro. El observador, mirando por uno de los extremos del virote, hacía correr la sonaja, de modo que por la parte superior de ésta divisase el astro, mientras que por la inferior apuntaba al horizonte del mar. La altura del astro era medida en una escala graduada en el virote (había una escala diferente para cada sonaja, en las diferentes caras del virote); cuando observaba el sol, para no cegarse, efectuaba la operación de espaldas a él.

El médico y naturalista Simón y Tovar, en su obra ya citada, censuraba el que muchos navegantes hacían el camino de ida y vuelta a las Indias sin utilizar para nada el astrolabio ni otros instrumentos, y contra ese abuso reclama la precisión que enseñan las ciencias matemáticas «porque verdaderamente no hay comparación de la perfección con que se pueden tomar las alturas de los lugares con el astrolabio y el modo de tomarlas con la ballestilla, por más que se enmienden sus reglas». Pero Simón y Tovar reconocía las ventajas del uso de la ballestilla, porque con el astrolabio los navegantes sólo sabían calcular las alturas de las tierras al mediodía y si no estaba nublado, en cambio con la ballestilla podían hacerlo en cuatro tiempos diferentes de la noche, y además con menos tiempo y esfuerzo.

A finales del siglo XVI, probablemente a partir del método de observación del sol de espaldas con la ballestilla, se desarrolló un nuevo y más preciso instrumento para medir alturas, el cuadrante de Davis o cuadrante inglés, que se usó con éxito hasta mediados del siglo XVIII. El primer modelo propuesto consistía en una regla graduada sobre la que se hacía deslizar un travesaño en forma de arco; en un extremo de la regla había una pínula a través de la cual se podía observar el horizonte, al tiempo que se deslizaba el travesaño, de forma que la sombra arrojada por su extremo superior sobre la pínula coincidiese con éste: la altura se leía entonces

sobre la escala de la regla. Con este tipo de cuadrante sólo podían medirse alturas del sol entre los 15° y los 45°, por lo que Davis propuso un segundo modelo, igual al anterior pero por debajo de la regla, opuesto al travesaño existía otro fijo en forma de arco, graduado, y que llevaba una pínula móvil.

Otros instrumentos náuticos fueron mucho menos utilizados, como el kamal o tavoletas de la India (más habitual entre los navegantes portugueses), de fundamento semejante a la ballestilla, o el anillo náutico. Este último estaba destinado exclusivamente a tomar la altura del sol; consistía en un anillo perforado por un diminuto orificio, con el fin de que lo atravesara un rayo de sol que marcara un pequeño círculo iluminado sobre la escala graduada en su cara interior; su limitado uso se debió a la dificultad de su construcción.

Pedro Nunes (o Núñez), excelente matemático portugués nacido en 1502, para mejorar y precisar las lecturas, ideó el nonio, que podía adaptarse al astrolabio y al cuadrante, pero realmente parece que sólo pudo ser utilizado en instrumentos de gran tamaño, como el que fue mandado construir por el astrónomo Tycho Brahe, pero no en los de tamaño reducido, de unos 20 cm de radio, que se utilizaban en la navegación. El procedimiento de Nuñez fue mejorado por Clavio, y llegó a la configuración actual con Pierre Vernier, quien lo describe en un trabajo de 1634, pero no comenzó a emplearse hasta finales del siglo XVII, generalizándose a partir de mediados del XVIII.

Los pilotos llevaban además relojes de arena, llamados ampolletas, que solían ser de media hora, aunque los había de una o dos horas; compases, para utilizar las cartas de marear, y sondas, con sus plomos y escandallos, largas cuerdas que permitían saber la cantidad de agua que había por debajo de la quilla y también recoger muestras del fondo marino. La corredera, aparato esencial en la navegación de estima, merced al cual se conoce la velocidad del buque y por consiguiente el camino o distancia navegada por él, apareció descrita por primera vez en *A Regiment for the sea* de William Bourne, 1574. Consistía en un pequeño flotador que se lanzaba al mar en supuesta inmovilidad, cuyo alejamiento, al separarse de él el navío, se medía por un cordel fijo por uno de sus extremos y que, arrollado a un carretel a bordo, se desarrollaba procurando no tensarlo sino arrollando lo que buenamente pidiera el singular del barco; al cabo de un tiempo, medido con la

ampolleta, la cantidad de brazas o cables, marcados con nudos, indicaba en millas por hora el andar. Pero debido a la poca precisión que podía tener en la época, su empleo no se generalizó hasta el último cuarto del siglo XVII.

Los resultados que se obtenían en las medidas realizadas con los instrumentos de navegación eran poco satisfactorios debido, además de los errores propios de los instrumentos, por defectos en su construcción, a las difíciles condiciones en las que se debían realizar las observaciones, sujetos a continuos balanceos producidos por el movimiento del navío. Por ello, continuamente trataron de reformarse y perfeccionarse.

En los Regimientos de navegación, los autores enseñan a los pilotos a manejar los instrumentos, y por ejemplo, Lavaña les hace algunas recomendaciones. La primera, que para tomar la altura de la estrella Polar, o de cualquier otra, no utilicen la ballestilla:

«porque aunque es un instrumento cierto y verdadero, no lo es para usarlo en el mar; por causa del continuo movimiento de la nao, por mucha destreza que se tenga en el manejo, no se puede ver al mismo tiempo el horizonte por la punta de abajo de la sonaja y por la de arriba la de la estrella».

Además de la imposibilidad de distinguir de noche el horizonte, pues el cielo y el mar se confunden. En su lugar, les aconseja servirse de un cuadrante

La segunda recomendación se refiere al astrolabio:

«que uséis astrolabios iguales en grosura, no de los monstruosos de los que os servís, porque es imposible así usarlos con certeza, con aquella su disforme barriga».

Les aconseja que midan la altura del sol a mediodía, cuando está más alto, para que el error sea menor. Y la tercera recomendación se refiere al correcto manejo de la aguja, de la que debían conocer el resguardo en cada momento —el ángulo que forma la aguja con la dirección en la que se encuentra el polo norte geográfico— y no tratar de corregirlo en el punto de partida, como venía siendo habitual entre los navegantes de la época.

Las cartas de navegación proporcionaban al piloto la información geográfica precisa para navegar, conforme el rumbo de la aguja de marear y la distancia, a estima. En ella se representaban las costas y los accidentes principales. La navegación oceánica obligó a construir cartas planas que se iban perfeccionando por la ingente labor cartográfica desarrollada a lo largo de todo el siglo XVI, principalmente por la Casa de la Contratación de Sevilla, concretada en el mantenimiento al día del Padrón Real, especie de carta náutica universal donde se iban vertiendo, con el mayor secreto, cuantas observaciones y descubrimientos aportaban los navegantes al regreso de cada viaje.

LA REFORMA DE LOS INSTRUMENTOS Y CARTAS PARA LA NAVEGACIÓN

Uno de los objetivos más importantes de la Corona era conseguir una navegación más segura. Esto exigía disponer de cartas de «marear» que reflejaran correctamente las «derrotas» a seguir, mapas de las costas y puertos sin errores, e instrumentos astronómicos exactos que permitieran determinar con precisión la posición del navío. Pero esas determinaciones y mapas eran también importantes para tratar de resolver el conflicto entre España y Portugal, sobre los derechos que ambas naciones alegaban sobre las Islas de la Especería (Las Malucas o del Maluco). El problema de fondo del litigio consistía en precisar la situación del antimeridiano del Pacífico.

Una de las obligaciones esenciales del cosmógrafo mayor del Consejo de Indias, bien especificada en las cédulas de nombramiento, era la elaboración de las cartas, con las derrotas para las navegaciones y viajes desde la península a las Indias, y de éstas a cualquier otro lugar. Pero fue Juan de Herrera quien impulsó y controló la reforma y mejora de los instrumentos y cartas de marear utilizados en las flotas y armadas.

En 1583, por orden del Rey y asistidos por el omnipresente Juan de Herrera, se reunió en Lisboa una junta con los mejores pilotos y cosmógrafos que había en la ciudad, todos ellos presididos por el Archiduque Alberto, Virrey-Gobernador de Portugal. Se trataba de establecer en el nuevo reino

de Felipe II el mismo sistema de revisión permanente de cartas, instrumentos y regimientos que venía funcionando en la Casa de la Contratación de Sevilla desde principios de siglo, y un examen semejante para los pilotos. El capitán Bernardino de Escalante envió un memorial a Felipe II informándole del desarrollo y resultado de la gestión para la reforma del Arte de Navegar en la Carrera de la India portuguesa.

«La reformation en la arte de navegar, que oy se usa, es importantissima, y de tanta necesidad, que, a descuidarse dello, ny avrá pilotos ny geógrafos que diestros en sus artes puedan aprovechar a las navegaciones de España, por medio de las quales ha llegado a la cumbre del Imperio que oy tiene en el mundo. Y considerándolo asy S. Magd., y advirtiendo la importancia del negocio, mandó el Año de LXXXiij que se hiziese una junta delante del Príncipe Cardenal, de los mejores pilotos que havia en Lisboa y Geógraphos, en la qual me hallé yo presente por su mandado».

En esa junta se decidió que los pilotos llevaran dos cartas de marear, una según el nuevo patrón y otra según el antiguo, y marcando en ambas los puntos con el compás, a la vuelta las revisaría el cosmógrafo mayor; una vez reunida una buena cantidad de información, se dibujaría la carta más correcta. También se revisarían los instrumentos y regimientos. Todo el programa se puso en marcha, pero luego se malogró, tal como relata Bernardino de Escalante en ese memorial, enviado dos años más tarde, al regresar Felipe II al reino de Castilla, y con él Juan de Herrera y Escalante.

En noviembre de 1592 se redactó en Lisboa un *Regimento do Cosmografo-mor*, cuyas obligaciones incluían: examinar a los pilotos, cartógrafos y fabricantes de instrumentos; comprobar todas las cartas e instrumentos náuticos, que sólo podían ser usados a bordo una vez verificados, y obligaba al citado Cosmógrafo a impartir un curso de matemáticas para pilotos que debía de durar desde octubre a julio. El cargo de cosmógrafo mayor lo ocupó Joao Baptista Lavanha, que volvió a Lisboa, dejando vacante su puesto en la Academia Real Matemática.

El Consejo de Indias inició en 1591, impulsada por Juan de Herrera, una reforma profunda de los instrumentos y de las cartas de marear em-

pleados por las flotas, y encomendada al recién nombrado Cosmógrafo Mayor Pedro Ambrosio de Ondérez, quien debía desplazarse a Sevilla y sería ayudado en su tarea por los pilotos y cosmógrafos de la Casa de la Contratación. La instrucción fue redactada por el propio Herrera.

Poco más de un año más tarde, el 15 de enero de 1593, Ondérez envió al Consejo un extenso memorial, analizando minuciosamente los errores cometidos y sus causas, sugiriendo soluciones. El 22 de diciembre de 1593, después de consultar los pareceres de la Universidad de los mareantes y de los pilotos y cosmógrafos de la casa de la Contratación de Sevilla, se redactó una *Relación de las cosas que los señores Presidente y Juezes de la Casa de la Contratación de Sevilla han resuelto se deve hazer en la reformación de los instrumentos tocantes a la navegación que Su Magd. y su Real Consejo de las Indias han mandado mirar*. Juan de Herrera recibió esta Relación, de manos de Ondérez, y la hizo llegar al Consejo de Indias, que en julio de 1595 elaboró un informe sobre el memorial entregado por Ondérez, pidiendo la adopción de medidas urgentes y la organización de una expedición que las pusiera en práctica.

La contestación real, al pie del Memorial, fue «Hágase en todo lo que parece». Pero Ondérez murió cuatro meses después, y la reforma de los instrumentos fue continuada por Andrés García de Céspedes, el nuevo cosmógrafo mayor nombrado en mayo de 1596, que recibió todos los papeles de su antecesor, según ordenaba la Real Cédula con su nombramiento. El excelente trabajo realizado por García de Céspedes en la reforma de los instrumentos y cartas para la navegación recibió la aprobación real en 1599, y ha sido mejor conocido que el de Ondérez, porque aparece recogido en su *Regimiento de tomar la altura del polo*, magnífico manuscrito coloreado, y en su libro *Regimiento de Navegación*, con una segunda parte de *Hydrografía*, publicado en 1606 y aprobado por el doctor Ferrofino, «Catedrático de Matemáticas de Su Magestad» en febrero de 1602. Explica que Ondérez envió un memorial al monarca advirtiéndole de los defectos que tenía el padrón de la navegación de la carrera de Indias depositado en la Casa de la Contratación, al igual que el mapa universal «por averle prevaricado los Portugueses con sus pretensiones, y que por ser aora todo del rey nuestro Señor, avría lugar de hazer la verdadera descripción del dicho Mapa universal». Felipe II ordenó

que en Sevilla se recogiese toda la información que los pilotos pudiesen proporcionar.

En sus tratados, García de Céspedes se refiere a los trabajos de Pedro Núñez, Zamorano, Copérnico, Tycho Brahe y demás científicos de la época.

LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD

El problema de la determinación de la latitud por métodos astronómicos estaba resuelto desde finales del siglo XV, y en los manuales de cosmografía o en los regimientos de navegación se incluían tanto las reglas como las tablas para determinar la latitud geográfica: regimientos de la altura del sol al mediodía, de la estrella polar, o del crucero del sur.

La determinación de la longitud en el mar, que unos llamaron punto fijo y otros la distancia o navegación del Este-Oeste, fue un problema que a lo largo de los siglos XVI y XVII parecía irresoluble, semejante al hallazgo de la piedra filosofal en la química y a la cuadratura del círculo en geometría. Numerosos científicos y técnicos se afanaron en encontrar un método preciso y fiable para determinar la longitud, basado en observaciones astronómicas, que precisaba además de notables mejoras en la mecánica y en la óptica que permitieran disponer de relojes e instrumentos más perfectos. Como es sabido, hasta el siglo XVIII, cuando se logró construir un cronómetro marino adecuado, no fue posible la determinación de la longitud, aunque los fundamentos teóricos se conocían, por lo que generalmente se hacían los cálculos a estima.

Aunque conocidos navegantes y prestigiosos científicos manifestaron sus opiniones sobre la imposibilidad práctica de resolver el problema, los monarcas españoles y otros gobiernos extranjeros, dada su importancia, ofrecieron cuantiosos premios y gastaron importantes sumas de dinero en proyectos irrealizables.

A lo largo de los siglos XVI y XVII se propusieron varios procedimientos. La ansiedad con que en la época cosmógrafos y pilotos deseaban encontrar un proceso para la obtención de las longitudes llevaba a que una misma idea se le podía haber ocurrido a varios hombres que se interesaban por la náutica, o que la tenían como profesión.

La aguja de marear no indica el norte geográfico; el ángulo formado por el meridiano magnético y el meridiano geográfico en un punto de la superficie terrestre es designado hoy como declinación magnética (el resguardo), y ésta no tiene el mismo valor en todos los lugares y presenta variaciones. Cristóbal Colón señaló ya dicho fenómeno, que quedó registrado en su *Diario*, conocido por la transcripción que de él hizo Las Casas, el jueves, 13 de septiembre de 1492: «En este día, al comienzo de la noche, las agujas noroesteaban y a la mañana siguiente nordesteaban algún tanto». Por eso, el piloto, para determinar el rumbo de la aguja, por el cual debería gobernar el navío o para trazarlo en la carta náutica, tenía que saber cuál era la declinación en el lugar por el que navegaba. Muchos científicos ibéricos estaban convencidos de que existía una relación entre las declinaciones de la aguja —el nordestear y noroesteear que decían en la época— y la longitud del lugar; pensaban que la línea agónica, meridiano «verdadero» o de declinación nula, pasaba por las islas Canarias o las Azores, variando la declinación magnética proporcionalmente a la longitud a contar desde él, en el sentido en que se moviese el navío, partiendo de la supuesta coincidencia entre isogónicas y meridianos geográficos, a pesar de que muchas experiencias realizadas por marinos demostraban que era un principio erróneo. Pero los desvíos de la aguja parecían ofrecer la posibilidad de establecer sobre el planeta una red de «meridianos magnéticos», aunque, como se ha señalado, los cosmógrafos y pilotos mejor informados fueron conscientes de la variabilidad del fenómeno, demostrado experimentalmente por muchos de ellos.

Andrés de San Martín, que hizo el viaje con Magallanes en 1519, fue uno de los primeros en realizar observaciones, con los instrumentos hechos para la expedición por Rui Falero, en Sevilla, para tratar de determinar la longitud, y dedujo que el problema estaría resuelto por distancias, cuando las tablas lunares fuesen exactas, ya que teóricamente el problema se resolvía por métodos astronómicos, por el procedimiento de las conjunciones y oposiciones del sol, la luna y los planetas.

Alonso de Santa Cruz, en su *Libro de las longitudes*, analiza detalladamente cada uno de los métodos conocidos en la época para determinar la longitud geográfica de un lugar, hasta doce procedimientos, algunos de ellos teóricamente correctos pero difíciles de llevar a la práctica. Son parti-

cularmente interesantes sus reflexiones sobre «el de los eclipses de sol y de luna» –veinte años más tarde López de Velasco llevaría a cabo un proyecto para obtener resultados útiles con este sistema–, y su exposición del llamado «de variación de la aguja magnética». El método de los eclipses es un procedimiento sencillo; consistía en observar un eclipse de sol o de luna desde distintos lugares y anotar la hora del comienzo o del final del fenómeno: la diferencia entre las horas locales en que se producía el eclipse en esos lugares, transformada en grados a razón de 360° cada 24 horas, proporcionaba directamente la longitud. Pero de esta forma, la determinación se realizaba cuando se reunían las dos anotaciones, y además era necesario que el fenómeno a observar fuese frecuente y observable con relativa comodidad dentro de un barco en movimiento. Como mejor solución, propone la utilización de relojes que dieran medidas exactas del tiempo: conocida exactamente la hora de salida de un puerto, por medio de una observación astronómica, y ajustando a ella el reloj, averiguando por otra observación semejante la hora en el punto de llegada y comparada con la del reloj, la diferencia permitiría dar la de longitud entre los dos puntos; esta idea, que ya había expresado Fernando Colón, era también difícil de llevar a la práctica, como señala Santa Cruz: «por vía de relojes será dificultosa cosa el saber de la longitud, con la precisión que se requiere» y así este método no pudo ponerse en práctica hasta mediados del siglo XVIII, cuando pudo disponerse de un reloj que mantuviera la hora de acuerdo al punto de partida. Por todo ello, incluso pilotos que poseían una buena formación teórica, fijaban la posición a estima con mayor precisión que por cualquier vía matemática.

Alonso de Santa Cruz, más conocido por sus trabajos de geografía y cartografía, fue sin duda un excelente cosmógrafo, que trabajó a las órdenes de Carlos V, a quien enseñó astronomía, y después de Felipe II. Pero su gran producción científica no vio la luz en su tiempo, por haberle negado el monarca vallisoletano la licencia de impresión; en una carta de 1563, Felipe II se dirige al Presidente y demás miembros del Consejo de Indias con estas palabras:

«Podría traer mucho inconveniente en que los dichos libros se imprimiesen, por la noticia y claridad que por ellos hallarían extranjeros y otras personas que no fuesen súbditos ni vasallos nuestros».

Santa Cruz, al solicitar la licencia, además de rentabilizar su trabajo, pretendía evitar que alguien pudiera hacerlo sin su permiso, como Andrés García de Céspedes trató de hacer años después con varios de sus textos:

«Pues no es justo que aviendo pasado tantos y tan continuos travaxos en los hazer, y con tanto gastos de hazienda aya de llevar otro el premio dello»

Y solicita ayuda económica para poder sustentarse dignamente:

«E la poca hacienda que tenía en Sevilla yo la he vendido por gastalla en servicio de V. Mg... me he trabajado y desvelado de noche y de día de hazer e inventar cosas... Si diez mil ducados de renta V. Mg, me diera, lo avía todo de gastar en cosas de que V. Mg. Fuera servido y España muy ennoblecida (como si un jugador los tuviera, que no pudiera hacer otra cosa sino jugallos)».

En la misma carta se muestra Santa Cruz abatido:

«Suplico a V. Mg. me haga merced en algo que V. Mg. viere que abastará inmediatamente para pasar la vida con algunos extraordinarios para los gastar, no en vinos como otros, sino en virtudes y buenas artes y esto suplico a V. Mg. haga no tanto por mí, que no lo merezco, quanto porque muchos no se desanimarán ni se darán a virtudes y buenas artes viendo que yo quedo tan desfavorecido».

Alonso de Santa Cruz es también autor de otro excelente tratado científico, el *Astronómico Real*, que contiene unas traducciones propias, comentadas y glosadas, de tres tratados científicos fundamentales: *La Esfera* de Sacrobosco, las *Teóricas de los Planetas* de Peurbach y el *Astronomicum Caesareum*, de Pedro Apiano; añade además un *Reportorio de los tiempos*, compuesto por él mismo.

Durante años, Alonso de Santa Cruz había denunciado ante el Consejo de Indias la deficiente formación de los pilotos y maestros de la flota de las Indias, que causaba numerosos naufragios, perdiéndose vidas y ha-

ciencias. Desde 1556, había solicitado insistentemente ser nombrado cosmógrafo del Consejo de Indias; pero, a pesar de contar con el apoyo de su presidente, el marqués de Mondéjar, y de algunos otros miembros, escribe Santa Cruz en una de sus cartas: «Los letrados no quieren que les hablase en su presencia de cosas que ellos no entendiesen, porque les parece gran menoscabo suyo». En otra carta, insiste en el rechazo a su petición por parte de los juristas, aunque razona que de la misma manera que ya el rey había puesto un teólogo en el Consejo de la Inquisición, donde se trataba de teología, acabaría nombrando un cosmógrafo para el Consejo de Indias. Santa Cruz se ofrecía a realizar importantes y sobre todo muy útiles tareas.

Felipe II le respondió tomándole a su servicio como Cosmógrafo Mayor de la Casa de la Contratación, en 1557, pero no del Consejo de Indias, aunque con la obligación de residir en la corte y no en Sevilla. Alonso de Santa Cruz murió en 1567, sin lograr su pretensión, pero existen documentos que prueban que Alonso de Santa Cruz intervino activamente en los asuntos que trataba dicho Consejo. Sólo tres años después, con la reforma del Consejo por su presidente Juan de Ovando, se creó el oficio de Cronista-Cosmógrafo Mayor de dicho Consejo, y fue nombrado para ocuparlo el jurista López de Velasco, que recibió los papeles de Santa Cruz, y tal como le estaba ordenado escribió una *Geografía y descripción de las Indias*, sirviéndose de ellos.

A lo largo de todo el siglo XVI se presentaron muchas solicitudes para que en el Consejo Real de las Indias se examinaran diferentes instrumentos ideados para la determinación de la longitud, y en muchos casos se trataba de instrumentos muy semejantes, con alguna ligera variación en su graduación o en su forma.

El propio Juan de Herrera, Arquitecto Real y Aposentador Mayor de Palacio, consiguió, en 1573, un privilegio real, por diez años, para explotar económicamente los instrumentos de su invención para la determinación de la longitud y latitud. Dichos instrumentos debían probarse por el cosmógrafo valenciano Jaime Juan, «experto en matemáticas y calculaciones de astronomía» en una expedición organizada en 1582 e impulsada por Juan de Herrera, con destino a Nueva España y Filipinas, realizando cuidadosas observaciones de la altura meridiana, las desviaciones de la aguja, los eclipses de sol y luna, las mareas, y describiendo las costas y puertos

alcanzados. Después se enseñaría su manejo y se difundiría su empleo entre los pilotos de la flota. En su informe de febrero de 1583, el Cosmógrafo-Cronista Mayor del Consejo de Indias, López de Velasco, manifiesta:

«De la verdad y precisión de los ynstrumentos y de la ynteligencia del dicho Jayme Joan en el uso dellos no se puede juzgar sin verlos ni examinarlos, aunque si son los ynstrumentos que a hecho Juan de Herrera, maestro mayor de obras de su Mag., bien se pueden tener por çiertos y bien entendidos, supuesta la certitud de la desviación susodicha de la calamita».

Hacia 1584, Juan de Herrera menciona con frecuencia en sus cartas, con satisfacción y orgullo, los instrumentos de su invención. Al secretario de la embajada en Venecia le escribe: «Otra vez, gustando V.md. de ello, comunicaré un invento mío para hallar las longitudes que es cosa de estima».

El afán por conseguir el prestigio de la invención y el beneficio económico que les reportaría, dio lugar a numerosas polémicas entre científicos que se atribuían la primacía en la invención de instrumentos. Así, en 1586, el Consejo de Indias hubo de intervenir en la surgida entre Domingo Villarroya, clérigo y cosmógrafo del Reino de Nápoles, y Rodrigo Zamorano, ambos al servicio de la Casa de la Contratación, sobre la invención de un reloj de sol por el napolitano para calcular lo que nordesteaba y noroesteaba la aguja, muy semejante al recogido por Zamorano en su *Compendio del arte de navegar*.

Andrés del Río Riaño escribió un breve *Tratado de un instrumento por el cual se conocerá la nordesteación o noroesteación de la aguja de marear*. No expresa el año ni el lugar de edición, pero debió componerlo después de su *Hidrografía*, publicada en 1585. El instrumento se reducía a un astrolabio colocado al lado de una caja que contenía una aguja, con la cual se medía la variación al tiempo de medir la altura del sol en el meridiano; también proponía un método para determinar la longitud, criticando otros, como el de los eclipses, por ser éstos escasos y no visibles desde todos los lugares, y por considerar imposible la construcción de relojes muy precisos.

Hernando de los Ríos, que había pasado en 1588 a Filipinas, afirmaba haber inventado un astrolabio, con el cual tomaba la altura del polo y la latitud en todas las regiones, averiguando la hora del día y de la noche, y la longitud por medio de la declinación de la aguja.

Felipe II decretó un premio, en 1598, de seis mil ducados de renta perpetua al año, dos mil de renta vitalicia y mil de ayuda de costa, mantenido por Felipe III, para quien solucionase el difícil problema. El propio Galileo optó al premio, a principios del siglo XVII, con su anteojo y un método basado en su descubrimiento de que los satélites de Júpiter se eclipsaban periódicamente al cruzar por detrás del planeta; conocido el período de revolución de los satélites, era fácil preparar tablas que suministrasen las horas en que, desde un meridiano de referencia dado, se veían ocultarse tras el disco de Júpiter. Sin embargo, a bordo de un navío, con el balanceo, esa observación era imposible.

Volvió a proponerse el método de la «variación de la aguja» o método de las declinaciones. El doctor Juan Arias de Loyola, en 1603, propuso revelar cinco secretos sobre la navegación, entre ellos la «invención de los grados de longitud, lo que vulgarmente llaman los marineros navegación del este al oeste». Poco tiempo después entró en competición el portugués Luís da Fonseca Coutinho, que ya trabajaba para conseguir lo que llamaba «la aguja fija», es decir, sin variación en todas las partes del mundo. En 1604, fue requerido para informar sobre la propuesta de Fonseca el cosmógrafo Lavaña, que se encontraba en la corte de Valladolid y que en la polémica entre Arias y Fonseca, apoyó decididamente al portugués. Los instrumentos propuestos por Arias de Loyola y Luis Fonseca eran totalmente semejantes, y Arias se quejaba de que aunque el suyo era más preciso, el monarca, Felipe III, dispuso oír primero a Fonseca, que gozaba del favor de Lavaña.

Después de realizar numerosas experiencias, en tierra y mar, y de consultar a los mejores cosmógrafos y pilotos, entre ellos Lavaña, Jerónimo de Ayanz, Juan Cedillo Díaz, Antonio Moreno, Hernando de los Ríos y Tomé Cano, se comprobó la falsedad de las agujas y de los métodos propuestos por Fonseca y el premio le fue otorgado al doctor Arias. El 3 de julio de 1612 el monarca firmó una real cédula concediéndole seis mil ducados de renta perpetua, para él, sus herederos y sucesores, y dos mil

más de renta de por vida, al tiempo que se les negaba a Luis de Fonseca, a quien había prometido los seis mil ducados, dos mil de su hacienda real, dos mil en la avería y otros dos mil de la Corona de Portugal, pues las experiencias realizadas con las agujas del portugués habían resultado erróneas, en cambio consideraban que las experiencias propuestas por Arias de Loyola y realizadas con sus instrumentos en los viajes a las Indias occidentales y orientales eran ciertas y verdaderas, y de fácil ejecución.

Pero después de nuevas experiencias hechas en tierra por el doctor Cedillo Díaz y por Lavaña, tampoco resultaron finalmente satisfactorias las propuestas de Arias de Loyola, y en 1615 el monarca expidió una cédula ofreciendo a Lorenzo Ferrer Maldonado, que era un personaje charlatán y embaucador, cinco mil ducados de renta por su secreto de la «aguja fija en todos los meridianos del mundo y el punto fijo de la longitud de la navegación del Este a Oeste a cualquier hora del día y de la noche, sin sol ni estrella, y el secreto de la navegación del Este a Oeste». Ferrer Maldonado obtendría la recompensa siempre que sus proposiciones saliesen «ciertas y verdaderas, habiéndose hecho las experiencias en las navegaciones de las Indias Orientales y Occidentales, y por tierra» y declarase todos sus secretos, al tiempo que proporcionaba los instrumentos necesarios para ello.

Ese mismo año, en septiembre de 1615, el capitán francés Juan de Mayllard también ofreció al rey el secreto de la graduación de la longitud de la navegación de este a oeste a todas las horas del día con sol. Aunque el capitán Lorenzo Ferrer Maldonado estaba a punto de embarcar en la flota de Tierra Firme para realizar las mismas experiencias, el monarca ordenó que embarcase también Juan Mayllard, para ver cuál de los dos ofrecía mejores resultados. Ferrer Maldonado y Mayllard consiguieron del monarca pequeñas ayudas de costa, pero no el premio prometido, pues las experiencias resultaron un fracaso.

Juan Cedillo Díaz informó sobre los proyectos de la aguja fija presentados por Arias de Loyola, Fonseca y Ferrer Maldonado, y sobre las cartas elaboradas después del viaje de los hermanos Bartolomé y Gonzalo García Nodal, junto con el piloto y cosmógrafo mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla Diego Ramírez de Arellano, a su regreso de la expedición que por orden de Felipe III hicieron en 1618 y 1619 al reconocimiento de los estrechos de Magallanes y San Vicente. Ramírez de

Arellano dejó manuscrito el diario de la navegación, con las derrotas correspondientes.

Gallo de Miranda hace referencia en su *Arte de Navegar*, compuesto en México en 1621 y que no llegó a publicarse, a los proyectos de Fonseca y de Jerónimo de Ayanz para hallar la navegación del este a oeste, y señala como único medio cierto para determinar la longitud el de los eclipses, a pesar de su dificultad práctica por ser poco frecuentes

El doctor Arias siguió insistiendo durante varios años más con sus propuestas, quejándose de los agravios que se le habían hecho con Fonseca y con Ferrer Maldonado, y también otros científicos presentaron diferentes memoriales al rey, tratando de conseguir su recompensa, como el genovés Benito Escoto, en 1616; Michael Florent van Langren, cosmógrafo y matemático flamenco al servicio del monarca español en Bruselas, en 1632; y cinco años después, José Moura Lobo.

Miguel de Cervantes, que murió en 1616, en el *Coloquio de los perros* se hace eco de estos vanos intentos, y después de referirse a un alquimista que pretendía haber hallado la piedra filosofal, con la que se haría muy rico, habla de las desgracias de un matemático que se lamenta en estos términos:

«Veintidós años ha que ando tras hallar el punto fijo; y aquí lo dejo y allí lo tomo, y pareciéndome que ya lo he hallado y que no se me puede escapar en ninguna manera, cuando no me cato, me hallo tan lejos dél que me admiro; lo mismo me acaece con la cuadratura del círculo, que he llegado tan al remate de hallarla que no sé si puedo pensar cómo no la tengo ya en la faltriquera; y así es mi pena semejante a las de Tántalo, que está cerca del fruto y muere de hambre, y propincuo al agua y muere de sed: por momentos pienso dar en la coyuntura de la verdad, y por minutos me hallo tan lejos de ella, que vuelvo a subir al monte que acabé de bajar con el canto de mi trabajo a cuestras, como otro nuevo Sísifo».

Recapitulando. En los inicios del siglo XVI se crearon en España importantes instituciones que sirvieron de modelo a otros países de nuestro entorno. En la Casa de la Contratación de Sevilla, fundada en 1503 con

el fin de controlar el tráfico y el comercio con América, se instruían y examinaban los pilotos de la carrera de Indias; a mediados del siglo XVI se la dotó de una cátedra donde se enseñaba cosmografía y «arte de navegar». También en el norte, en algunos de los principales puertos del Cantábrico, se establecieron escuelas de náutica, aunque no con carácter permanente. Y la Academia Real Matemática, establecida en Madrid en 1582 por Felipe II, a instancia de su Aposentador Mayor de Palacio, el arquitecto-ingeniero Juan de Herrera, incluía entre las materias que se explicaban el arte de navegar.

Los *Tratados del Arte de Navegar* y los *Regimientos de navegación* –textos éstos más breves y de carácter eminentemente práctico que llevaban los pilotos en sus viajes– escritos por expertos españoles fueron traducidos a las principales lenguas europeas; así, los textos de Pedro de Medina, Martín Cortés o Rodrigo Zamorano, alcanzaron una enorme difusión.

Los instrumentos y las cartas de navegación se perfeccionaron y los monarcas españoles ofrecieron importantes premios a quienes fueran capaces de resolver los problemas planteados, como la determinación de la longitud, e idearan mejores instrumentos que aseguraran las navegaciones. Todo el esfuerzo era poco, tal como advierte Juan de Herrera a Felipe II:

«pues es en beneficio universal, considerando que por cualquier error en las dichas cartas se pierde cantidad de haciendas, bajeles y personas, por cuya razón no se debe reparar en el gasto».

El Arte de navegar en el siglo XVI fue una etapa preparatoria de la náutica moderna, en la que la navegación comenzó a apoyarse en conocimientos científicos y a disponer de sus primeros instrumentos precisos.

El paso del «arte» de navegar a la «ciencia» de la navegación no se produciría hasta mediados del siglo XVIII, con la obra de Jorge Juan. Su *Compendio de Navegación*, manual imprescindible en todas y cada una de las Escuelas de Náutica que abrirían sus puertas durante la Ilustración, y que en su reedición de 1790 incluía los nuevos métodos de determinación de la longitud, marca el cambio a una navegación más científica y la renovación de los estudios náuticos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBUQUERQUE, L. DE, 1988: *Instrumentos de navegação y Astronomical navigation*, Lisboa.
- 1991: *Historia de la navegación portuguesa*, Madrid, Mapfre.
- ESTÁCIO DOS REIS, A. 1997: *Medir estrelas*, Lisboa, CCT Correios de Portugal.
- FERNÁNDEZ DURO, C. 1880: *Disquisiciones náuticas*, 6 vols., Madrid.
- FERNÁNDEZ NAVARRETE, M. 1971: *Colección de Documentos y Manuscritos compilados por*, Museo Naval de Madrid-Kraus-Thomson, 1971.
- 1829-1858: *Colección de los viajes y descubrimientos que hicieron por mar los españoles desde fines del siglo XV*, 5 vol. Madrid.
- 1846: *Historia de la náutica, y de las ciencia matemáticas*, Real Academia de la Historia, Madrid.
- GARCÍA FRANCO, S. 1947: *Historia del arte y ciencia de navegar. Desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*, 2 vols. Madrid, Instituto Histórico de la Marina.
- GONZÁLEZ ALLER, J.I. (comp.) 1998: *Obras Clásicas de Náutica y Navegación*, CD-Rom, Colección Clásico Tavera, Digibis.
- GOODMAN, D. 1997: *Spanish naval power 1589-1665. Reconstruction an defeat*, Cambridge University Press.
- 1990: *Poder y penuria. Gobierno, tecnología y ciencia en la España de Felipe II*, Madrid, Alianza Universidad.
- GUILLÉN TATAO J. 1943: *Europa aprendió a navegar en libros españoles*, Barcelona.
- LÓPEZ PIÑEIRO, J.M. 1986: *El arte de navegar en la España del Renacimiento*, Barcelona.

MARTÍN-MERÁS, M^a L. 1993: «Los Regimientos de navegación», en *Obras españolas de náutica relacionadas con la Casa de Contratación de Sevilla*, Museo Naval, Madrid.

PULIDO RUBIO, J. 1950: *El Piloto mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla. Pilotos mayores, catedráticos de cosmografía y cosmógrafos*, Sevilla, CSIC.

SELLÉS, M. 1994: *Instrumentos de navegación. Del Mediterráneo al Pacífico*, Madrid, Museo Naval.

VICENTE MAROTO, M^a I. 1998: *Diálogo entre un vizcaíno y un montañés sobre la fábrica de navíos*, Ediciones Universidad de Salamanca.

– 1995: «Alonso de Santa Cruz y el oficio de Cosmógrafo Mayor del Consejo de Indias», *Mare Liberum*, 10, Comissao Nacional para as Commemorações des Descobrimentos Portugueses, Lisboa.

– 1997: «Juan de Herrera, científico», en *Juan de Herrera, arquitecto real*, Madrid, Lunwerk, pp. 156-207.

– 1999: «El Arte de navegar», en *Felipe II, la Ciencia y la Técnica*, E. Martínez Ruiz, dir., Ed. Actas, Madrid, pp. 343-368.

VICENTE MAROTO, M^a I. Y PIÑEIRO M.E. 1991: *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del Siglo de Oro*, Junta de Castilla y León, Valladolid.

Diario de Ferrol, 10-11-01. Pág. 19.

La Cátedra Jorge Juan organiza una nueva charla

Redacción • Ferrol

La catedrática en Física Aplicada de la Escuela Politécnica de Valladolid María Isabel Vicente Maroto ofrecerá el próximo jueves, día 22, una conferencia sobre el arte de la navegación en el Siglo de Oro, enmarcada dentro de las actividades organizadas por la Cátedra

Jorge Juan. La charla, que tendrá lugar en el aula magna del Centro Herrerías, comenzará a las siete y media de la tarde.

María Isabel Vicente es miembro fundador del Instituto de Historia de la Ciencia y de la Técnica y es autora, entre otros méritos, de varios libros, como "Aspectos de la ciencia aplicada en el Siglo de Oro".

La Voz de Galicia, 10-11-01.
Pág. 6 - Ferrol.

CÁTEDRA JORGE JUAN

Conferencia sobre la navegación en el Siglo de Oro

La Cátedra Jorge Juan —institución en la que colaboran la Universidade da Coruña y la Armada— celebrará el jueves, día 22, la quinta charla de su ciclo de conferencias. María Isabel Vicente Maroto, catedrática de Física Aplicada en la Escuela Politécnica de la Universidad de Valladolid, hablará sobre *El arte de la navegación en el Siglo de Oro* en el aula magna del Edificio de Herrerías. La charla se celebrará a partir de las siete y media de la tarde. Además de colaborar habitualmente en exposiciones científicas como experta en la historia de la ciencia y de la técnica de los siglos XVI y XVII, la ponente es miembro del Centro de Estudios Históricos del CSIC. La actividad podrá convalidarse por créditos de libre configuración.

Diario de Ferrol, 23-11-01.

La profesora participó en una charla de la Cátedra Jorge Juan España fue pionera en navegación en el Siglo de Oro, según Maroto

Redacción • Ferrol

La catedrática de Física Aplicada en la Escuela Politécnica de la Universidad de Valladolid María Isabel Vicente Maroto pronunció en la tarde de ayer una conferencia sobre el arte de navegar en el Siglo de Oro, enmarcada en el ciclo académico de la Cátedra Jorge Juan.

En su alocución, Vicente Maroto hizo hincapié en que el Siglo de Oro español ha atraído la atención de numerosos estudiosos en relación con diferentes aspectos culturales, mientras que los científicos y técnicos han sido los menos tratados y conocidos. De todos modos, para la catedrática, se trata de una época «siglo XVI y principios del XVII—brillante

para la ciencia y técnica y, en concreto, el arte de navegar tuvo una especial relevancia debido a que la Corona española se sustentaba en buena medida en el dominio del mar y, en consecuencia, el comercio con las colonias españolas. Por ello, y según esta experta, España fue pionera y primera potencia en navegación y otros campos de la ciencia y técnica aplicada.

Así, María Isabel Vicente manifestó que "el arte de navegar o náutica es una de las más tempranas disciplinas aplicadas y uno de los primeros puentes que acabaron con la separación entre ciencia técnica propia de la antigüedad clásica y del mundo medieval". La crisis del XVII acaba con esta supremacía.



María Isabel Vicente resaltó la importancia de la ciencia y técnica

GUARTEL, TIZON

Isabel Vicente Maroto, especialista en historia científica y técnica

«Europa aprendió a navegar en los libros españoles»

Piensa que la ciencia y la técnica no ocupan el lugar que se merecen en los libros de historia. María Isabel Vicente Maroto, doctora en Ciencias Físicas por la Universidad de Valladolid, asegura que el Siglo de Oro español brilló con luz propia en las artes, «pero nos olvidamos que también lo hizo en el ámbito técnico y científico». Ayer, en el marco de la cátedra Jorge Juan, la experta descubrió la aplicación de esas disciplinas a la navegación.

—Dice que la historia de la ciencia está olvidada...

—En los libros sí. Y en la universidad, con algunas excepciones, también. Los alumnos de Derecho estudian historia del Derecho y los de Literatura la suya. Pero los de Ingeniería y Ciencias no saben cómo evolucionó su disciplina.

—¿Cuáles fueron los logros científicos y técnicos del Siglo de Oro?

—Su estudio se fomentó mucho en esa época, sobre todo en ingeniería y ciencias aplicadas. Se dice que



CÉSAR TOMIL

Vicente habló en Ferrol sobre la navegación en el Siglo de Oro

Europa aprendió a navegar en libros españoles. Y es cierto. Ahí están los de Pedro de Medina, Martín Cortés o Juan de Herrera.

—¿Tal fue el avance?

—Es que España estaba a la cabeza de Europa en ciencia y técnica. No dejaban de aparecer nuevos inventos, aunque después muchos cayeron en el olvido.