



Cátedra Internacional CEU Elcano
Historia y Cultura Naval

ESTUDIOS CEU ELCANO

N.º 7 (NOVIEMBRE 2024)

**El arte de navegar.
Los tratados de navegación del siglo XVI**

Jimena Pozo Molina



CEU | *Ediciones*

EL ARTE DE NAVEGAR. LOS TRATADOS DE NAVEGACIÓN DEL SIGLO XVI

**Para la elaboración de este texto hemos contado con el apoyo del Servicio Educativo
y Cultural del IHCN, dirigido por la Dra. Carmen Torres López**

**EL ARTE DE NAVEGAR.
LOS TRATADOS DE NAVEGACIÓN
DEL SIGLO XVI**

Jimena Pozo Molina



CEU | *Ediciones*

ESTUDIOS CEU ELCANO

Directora de la colección:

María Saavedra Inaraja (Universidad CEU San Pablo, Madrid)

Consejo Editorial:

Rafael Rodríguez Ponga (Universitat Abat Oliba CEU, Barcelona)

Sara Izquierdo Álvarez (Universidad CEU San Pablo, Madrid)

Miguel Luque Talaván (Universidad Complutense de Madrid)

Enrique Martínez Ruiz (Universidad Complutense de Madrid)

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

El arte de navegar. Los tratados de navegación del siglo XVI

© Jimena Pozo Molina, 2024

© de la edición, Fundación Universitaria San Pablo CEU, 2024

CEU Ediciones

Julián Romea 18, 28003 Madrid

Teléfono: 91 514 05 73

Correo electrónico: ceuediciones@ceu.es

www.ceuediciones.es

Cátedra Internacional CEU Elcano. Historia y Cultura Naval.

<https://iehistoricos.ceu.es/catedras/catedra-internacional-ceu-elcano-historia-y-cultura-naval/>
ceu-elcano@ceu.es

ISBN: 978-84-19976-54-3

ÍNDICE

Introducción	6
Justificación	6
1. La mar en la historia de España	7
2. Los tratados de navegación	14
3. Principales tratados de navegación del siglo XVI	18
4. Difusión de los tratados de navegación por Europa. Traducciones	47
5. Conclusiones.....	50
Bibliografía	54
Anexo: glosario de términos.....	60

INTRODUCCIÓN

Es necesario mirar al mar para entender la historia de España. La grandeza de sus aguas no fue un verdadero obstáculo para doblegar la necesidad innata del hombre por comunicarse con sus semejantes cuando sus pasos no tenían más tierra sobre la que pisar. Y lejos de calmar su impulso natural por conocer el medio que le rodeaba, el hombre fue capaz de dominar las aguas y representar su percepción del mar sobre una superficie plana¹.

Es innegable la importancia que ha tenido la navegación en la historia de España. La inmensidad de nuevos espacios marinos provocó la aparición de procedimientos novedosos, resultantes de avances científicos y tecnológicos. El desarrollo de la tecnología naval y su liderazgo en este campo permitieron a España controlar y dominar los mares y océanos. La frontera con las Indias solamente pudo superarse gracias a los marinos y al diseño y desarrollo de embarcaciones capaces de surcar el «tenebroso» Atlántico y llegar hasta el lejano Pacífico, a la creación de nuevos instrumentos para conocer la posición exacta de los buques, y a las exploraciones, cuyas travesías permitieron realizar obras cartográficas².

Si bien los primeros descubrimientos de los españoles en las Indias fueron fruto de la casualidad, estos propiciaron nuevas investigaciones científicas y matemáticas en la navegación, fomentadas por la Monarquía Hispánica. El paso al Atlántico trajo consigo nuevos métodos náuticos que quedarían recogidos en los tratados de navegación. Estos textos, compuestos por una parte teórica, «tratado de la esfera», y una parte más práctica, «arte de navegar», se convirtieron en otro instrumento más de los navegantes. Analizaremos los primeros tratados de navegación, que surgen en el siglo XVI, y su vínculo con la Casa de la Contratación, primer centro de ciencia aplicada de carácter cosmográfico, cartográfico y náutico de Europa.

JUSTIFICACIÓN

A finales del siglo XVI Bernardo de Vargas Machuca apuntaba en su *Milicia y descripción de las Indias* (1599) la frase «a la espada y al compás», haciendo referencia tanto a la parte bélica como a la intelectual de la conquista. Es abundante la información que se ha escrito y

-
- 1 Moreno Martín, J. M. (2016). «El Mediterráneo centro de un mundo incompleto». En Moreno Martín, J. M. y Raffaelli, S. (Coords.) *Dueños del mar, señores del mundo. Historia de cartografía náutica española*. Madrid: Ministerio de Defensa y Museo Naval, pp. 10-21.
 - 2 Pérez Fernández, R. (2021). «El desarrollo de la ingeniería naval en España: 250 años de historia». *Revista de Historia Naval*, 154, pp. 107-118.

difundido sobre la parte bélica de la conquista de las Indias; sin embargo, la vertiente científica de su dominio, al ser un tema más especializado, presenta una menor divulgación. Es necesario conocer el desarrollo científico que experimenta la navegación para comprender la innovación de las obras de los autores que estudiaremos.

El interés por el tema surge a raíz de mis prácticas en la Fundación Museo Naval, donde pude realizar un trabajo de investigación sobre Rodrigo Zamorano y *El compendio del arte de navegar* (1581), uno de los tratados de navegación del siglo XVI. Es de agradecer la tutela de Carmen Torres López, jefe del Servicio Educativo y Cultural del Instituto de Historia y Cultura Naval, quien me brindó la ayuda necesaria para iniciar esta investigación. Es aquí donde me acerqué a las fuentes primarias, acometí un amplio estudio bibliográfico y tomé conciencia de la importancia de la navegación en la historia de España. Así es como nace el deseo de investigar y divulgar estos tratados, que, aunque no han sido muy estudiados en comparación con los que se escribieron en el siglo XVIII, son el germen de todos los que les sucedieron.

1. LA MAR EN LA HISTORIA DE ESPAÑA

Según el oceanógrafo Karl Haushofer, desde el comienzo de la historia, el mar es para el género humano un bien primitivo, al igual que su eterno enemigo mortal. Una fuerza que vivifica y destruye, que sustenta y derriba, que de primeras impide la peregrinación del hombre por el mundo.

El historiador Heródoto describe cómo los europeos tuvieron desde la Antigüedad esa vocación hacia el mar; una vocación al conocimiento del otro que les distinguía del resto. «Todos los años enviamos nuestros barcos con gran peligro para las vidas y grandes gastos a África para preguntar: ¿Quiénes sois? ¿Cómo son vuestras leyes? ¿Cómo es vuestra lengua? Ellos nunca enviaron un barco a preguntarnos a nosotros»³.

Así se explica por qué la cristiandad occidental decidió salir al océano y abrazar la libertad. El océano, considerado y definido como el extremo oriental de la Tierra, el final, fue dominado por el hombre gracias a la exploración marítima oceánica. Este hecho se pone de manifiesto en la cita de Juan Luis Vives ante las noticias de viajes y descubrimientos: *Generi humano suus est Orbis patefactus*⁴ («el orbe se ha revelado a la humanidad»). El espíritu

3 Citado en: Delgado, M. (2021). *El siglo español (1492-1659)*. Madrid: Ediciones Encuentro, p. 37.

4 Citado en: Maravall, J. A. (1999). *Carlos V y el pensamiento político del Renacimiento*. España: Boletín Oficial del Estado, p. 32.

humanístico español propio de los siglos xv y xvi fue el pilar de las motivaciones religiosas, intelectuales, políticas y económicas para hacerse a la mar; simultáneas a la gran unidad deseada por la monarquía de los Reyes Católicos y el apoyo de un pueblo pobre pero lleno de virtudes humanas admirables y movido por una devoción monárquica ejemplar⁵. A todos ellos les pertenecían las «*novas terras, nova maria, novas ataque incognita sidera scrutari*»⁶.

Así, el lema romano del escudo, el *Non Plus Ultra*, dejará paso en época de los Reyes Católicos⁷ al *Plus Ultra*, símbolo de la voluntad decidida de expansión oceánica. El año 1492 recoge la tradición de reconquista que se lleva fraguando en España desde la invasión islámica y que da lugar al hombre de frontera. Un hombre que, aunque deseoso de descubrimientos y novedades, conserva las bases fundamentales de la tradición. Él fue quien forjó el mundo histórico hispanoamericano, basado en el cristianismo y el espíritu humanístico. España acometió un proyecto excepcional de evangelización, impulsó una legislación justa y desarrolló un sentido de identidad etnoantropológica con los hombres americanos, a los que Francisco de Vitoria integra en el *ius gentium*, es decir, incorpora a la sociedad cristiana castellana⁸.

A partir del descubrimiento de América, los navegantes españoles realizaron exploraciones geográficas durante los siglos xvi, xvii y xviii, hasta la pérdida de las posesiones de ultramar. El Imperio español, con dominios en dos continentes, requería una proyección marítima que, en lugar de separar sus territorios, los unía⁹. Las conexiones marítimas fueron el hilo conductor de cada una de las relaciones entre las Indias y la Península, las rutas a Tierra Firme, a Nueva España, de Panamá al Callao y de Acapulco a Manila. Fueron imprescindibles no sólo para el intercambio de mercancías, sino también para facilitar el paso de personas y de ideas de un lado a otro de los océanos¹⁰.

5 Sánchez-Barba, M. H. (1992). *El mar en la historia de América*. Editorial Mapfre S. A., pp. 50-55.

6 Vives. *De causis corruptarum artium*. Valencia: Máysans de las Opera Omnia, t. VI, p. 2.

7 Sabemos que el lema «Plus Ultra» fue usado por primera vez en 1516 por Carlos V; aquí lo utilizamos como licencia, ya que son los Reyes Católicos los que se lanzan al Atlántico y rompen esa barrera del final de la Tierra.

8 Sánchez-Barba, M. H. (2012). *América Española. Historia e identidad en un mundo nuevo*. Madrid: Trébede, p. 19.

9 Martínez-Valverde, C. (1987). «Sobre la dilatada y compleja batalla del Atlántico española en los siglos XVI y XVII». En *Revista de Historia Militar*, 63, 37-72.

10 Tempère, D. (2002). «Vida y muerte en alta mar. Pajes, grumetes y marineros en la navegación española del siglo XVII». En *Iberoamericana*, II 5, 103-120

1.1. El salto al Atlántico: el arte de navegar

En múltiples ocasiones, se ha establecido un paralelismo entre la llegada del hombre a la Luna y el descubrimiento de América, así como entre la evolución de la astronáutica y el desarrollo de la navegación durante el Renacimiento, que permitió nuevos hallazgos geográficos. La primera supuso la expansión de la actividad humana más allá de nuestro planeta, mientras que la segunda permitió la exploración más allá del continente originario.

La navegación renacentista posteriormente alcanzaría niveles de complejidad y extensión notables, manteniendo comunicaciones marítimas globales en el Imperio español del siglo xvi. Este paralelismo subraya que el descubrimiento de América y las posteriores exploraciones en el Atlántico y Pacífico fueron una de las mayores gestas de la humanidad. A pesar de que en el siglo xvi se sabía que la Tierra era esférica, no se disponía de mapas precisos ni de técnicas exactas para determinar la ubicación. En contraste, los astronautas de la misión lunar tenían acceso a una tecnología avanzada y a mapas detallados, lo que nos permite concluir que la exploración del siglo xvi era más arriesgada y requería mayor ingenio y valentía. Mientras la astronáutica se asocia con el desarrollo tecnológico, el descubrimiento de América evoca aventura, valor personal y motivaciones espirituales¹¹.

La unión de los diversos territorios peninsulares por los Reyes Católicos, exceptuando Portugal, transformó a España en una gran potencia europea. Esta unión combinó las tradiciones y esfuerzos de la reconquista de Castilla con las ambiciones mediterráneas de Aragón, convirtiendo a España en un país experto en mar y tierra. Mientras Castilla tenía una activa fachada marítima en el Atlántico, Aragón dominaba el Mediterráneo.

Durante la Edad Moderna, los navegantes europeos exploraron el Atlántico en busca de rutas hacia Oriente. El descubrimiento de las islas Canarias por Juan de Bethencourt en 1403 impulsó a castellanos y portugueses a explorar más al sur. Tradicionalmente, la navegación se entendía como la maniobra del buque y el pilotaje, ya fuese costero o de altura. Sin embargo, en el siglo xvi surgió el «arte de navegar», un concepto definido por Juan Bautista

11 Ladero Quesada, M. A. (2010). «Marinas medievales y guerra en el mar: medios, técnicas, acciones. Primeros hitos navales de los reinos cristianos. Siglo XII». En O'Donnell y Duque de Estreada, H. y Blanco Nuñez, J. M. (Coords.). *Historia militar de España: Edad Media. II*, (pp. 413-444), Madrid: Ediciones del Laberinto.

Lavaña¹², cosmógrafo portugués al servicio de Felipe II, como la habilidad para guiar un navío al puerto propuesto.

El arte de navegar se desarrolló para arrostrar los problemas técnicos de la navegación de altura, convirtiéndose en una de las primeras disciplinas aplicadas que vincularon ciencia y técnica. Navegar por océanos vastos requería soluciones a nuevos desafíos. Las antiguas técnicas basadas en la brújula y las estimaciones del viento eran insuficientes, lo que llevó al desarrollo de nuevas herramientas y técnicas, como la observación de la latitud mediante astros. Este conocimiento, recuperado gracias al humanismo geográfico y la difusión de la obra de Ptolomeo, fue fundamental.

La estimación de la posición de la nave en el Atlántico era complicada por los vientos y la inexactitud de los métodos tradicionales¹³. Conocer la latitud era crucial y se lograba observando la altura de los astros respecto al horizonte. Este método, documentado desde el siglo xv¹⁴, mejoró con el «Regimiento del Norte»¹⁵. La latitud también se determinaba durante el día con el tránsito del Sol, utilizando el cuadrante o el astrolabio náutico.

La introducción de la latitud geográfica en las cartas portulanas permitió una mayor precisión en la navegación. La primera carta de latitudes, el planisferio de Cantino de 1502, representó un avance significativo en la cartografía náutica, facilitando la navegación y exploración globales¹⁶.

12 «El arte de navegar es aquella que enseña a los hombres cómo por la mar podrán guiar y enderezar el navío al propuesto puerto». Citado en: Vicente Maroto, M. I. (2001). *El arte de la navegación en el Siglo de Oro*. En *Cátedra Jorge Juan*, 187-230.

13 Cerezo Martínez, R. (1994). *La cartografía náutica española en los siglos XIV, XV y XVI*. Madrid: CSIC, pp. 30-31.

14 Encontramos evidencias de que en el siglo IV a.C se calculaban las latitudes geográficas y que Ptolomeo en el siglo II registró 8000 latitudes en su *Geografía*. Este conocimiento fue recuperado gracias al humanismo geográfico y la difusión de la *Geografía* de Ptolomeo, impresa por primera vez en 1533. López Piñero, J.M. (1986). *Op. Cit.*, p. 69.

15 El Regimiento del Norte es un manual o conjunto de instrucciones náuticas desarrolladas fundamentalmente en la Península Ibérica en los siglos XIV y XV. Contenía información sobre la navegación astronómica y el uso de instrumentos como el astrolabio y brújula. Aunque existían textos similares, el Regimiento del Norte era popular porque ayudaba a los marineros a ubicarse en el hemisferio norte: les enseñó a guiarse por la Estrella Polar para determinar la latitud en alta mar. Véase en: Vicente Maroto, M. I. (2001). *El arte de la navegación en el Siglo de Oro*. En *Cátedra Jorge Juan*, 187-230.

16 Cerezo Martínez, R. (1994). *Op. Cit.*, p. 54.

1.2. La Casa de la Contratación

En sus orígenes, la Casa de la Contratación se crea para gestionar el tráfico marítimo y comercial con las Indias¹⁷. Su tarea principal era respaldar el monopolio del *Mundus Novus*. A pesar de ello, a partir de los logros de las exploraciones castellanas, se transformó en un centro científico.

Inspirada posiblemente en la *Casa da Índia* portuguesa, la Casa de la Contratación se convirtió en el primer centro europeo de ciencia aplicada en cosmografía, cartografía y náutica¹⁸. Autores como Clarence H. Haring y Steven J. Harris resaltan su papel en la hidrografía y la navegación¹⁹. Según Puente Olea, era el verdadero almirantazgo de los mares.

La Casa de la Contratación materializó la Casa de Salomón definida por Francis Bacon en *Nueva Atlántida* (1627), donde la ciencia era el *auténtico ojo del reino*. Un modelo de organización científica centralizada. La utópica Casa de Salomón de Bacon se hizo realidad en la ciudad española de Sevilla.

Para una buena navegación eran imprescindibles tanto buenos pilotos que conociesen su oficio como buenos maestros que los instruyeran en el arte de navegar. La clara diferencia entre el oficio y el arte de navegar aparece ya reflejada en *Coloquio sobre las dos graduaciones diferentes que las cartas de yndias tienen*, una obra anónima que podría haber sido escrita por Hernando Colón. En ella dos interlocutores, Fulgencio y Theodosio, discuten sobre los horrores «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, requiérrese tomarlos por el cielo, y así es necesario que se sepa el altura del sol y la del norte; entender

17 El historiador Ernesto Schäfer señala que en 1502 los reyes recibieron un memorial de Francisco Pinelo titulado *Lo que parece, que se debe proveer, para poner en orden el negocio y contratación de las Indias*. Este documento se encuentra actualmente en el Archivo General de Simancas con el título de *Relación de medidas a tomar para ordenar el negocio y contratación de las Indias*, AGS, CCA, DIV, 6, DOC. 54. Citado en: Schäfer, E. (2003). *El Consejo Real y Supremo de las Indias. Su historia, organización y labor administrativa hasta la terminación de la Casa de Austria*. Madrid: Marcial Pons. Ediciones de Historia, pp. 44-47.

18 Sánchez Martínez, A. (2010). «La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la Contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Academia de Matemáticas de Felipe II». En *Revista de Indias*, vol. LXX, 250, 715-748.

19 Haring, C. H. (1918). *Trade and navigation between Spain and The Indies*. In *The time of the Hapsburg*. Cambridge: Harvard University, p. 35; Stevenson, E. L. (1927). «The Geographical Activities of the Casa de la Contratación». En *Annals of the Association of American Geographers*, 17/2, 39-59.

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 aderezos de la nao, esto puede el hombre aprender por sí, con el uso dello²⁰.

Percibimos la tensión entre la ciencia y la experiencia, ya que los viajes de descubrimiento precedieron a la educación científica. La solución que propuso la Monarquía Hispánica fue la creación de tres figuras que unieran ambas disciplinas.

Piloto mayor

El piloto mayor fue el primer puesto científico de la Casa de la Contratación; concebido como el sistema nervioso central de los estudios geográficos desde su creación tras la Junta de Navegantes de Burgos en 1508²¹. En *Norte de la Casa de la Contratación* de Veitia de Linage, se distinguen tres clases de pilotos y se definen sus responsabilidades: examinar a los pilotos de la Carrera de Indias, aprobar cartas e instrumentos, dibujar y corregir las «cartas de marear» y guardar en secreto estos mapas náuticos. La función principal del piloto mayor era la elaboración del Padrón Real, una carta original o mapa modelo que reflejaba todas las líneas de costa descubiertas y puntos reconocidos.

Los aspirantes a piloto mayor debían combinar práctica y teoría, ser mayores de veinticuatro años, de buenas costumbres, guardar los secretos del oficio, tener al menos seis años de experiencia en la navegación indiana, ser cristianos y también españoles²². Estos requisitos garantizaban la competencia y fiabilidad en el manejo de las exploraciones y el conocimiento geográfico²³.

20 Citado en: Vicente Maroto, M. I. (2001). *Op. Cit.*

21 En la Junta de Navegantes de Burgos de 1508 se decide crear el cargo de piloto mayor con el objeto de trazar «marcas» y cartas de marear. El rey Fernando el Católico convocó a cuatro hombres de mar que tenían una gran reputación: Juan Díaz de Solís, Juan de la Cosa, Vicente Yáñez Pinzón y Américo Vespucio. El objetivo era encontrar el paso hacia el Índico por el hemisferio occidental, en plena disputa con Portugal por la posesión de las islas de la Especiería. Vespucio toma este cargo y Pinzón y Díaz de Solís se embarcan en el proyecto de la búsqueda del Paso.

22 La elección del piloto mayor varió a lo largo del tiempo. Antes de la ley de 1595, el piloto era nombrado por Real Cédula, a elección del Rey, asesorado por expertos y el Consejo Real de Indias. Los primeros pilotos mayores, como Américo Vespucio, Juan Díaz de Solís y Sebastián Caboto, eran exploradores prácticos. Después de 1595, los candidatos debían examinarse ante un tribunal compuesto por cosmógrafos y expertos en navegación, destacándose así hombres científicos como Rodrigo Zamorano, cuya elección levantó polémica por no tener experiencia en navegación práctica.

23 Hernández Ruigómez, A. (2020). «La formación de pilotos de la Casa de Contratación: del piloto mayor a la Cátedra de Cosmografía». En *Cuaderno Monográfico del Departamento de Estudios e Investigación*. Madrid: Instituto de Historia y Cultura Naval, Ministerio de Defensa, 9-29.

Cosmógrafo

El cargo de cosmógrafo se crea en 1523 y el primero en ostentarlo es Diego Ribeiro, hasta 1533. El cosmógrafo era el especialista que fabricaba instrumentos de navegación y cartas de marear. Existían dos tipos de cosmógrafos, los dedicados a la fabricación de instrumentos y los dedicados a labores docentes y pedagógicas, sabios procedentes de universidades que estudiaban las matemáticas, la geometría y el cosmos. Una vez en la Casa de la Contratación, no sólo se encargaban de la formación de los pilotos, sino que también resolvían los problemas diplomáticos. Navegación y cosmografía iban de la mano²⁴.

Catedrático de Cosmografía

En 1551 Martín Cortés de Albacar es consciente de que la unión entre la práctica y la teoría es necesaria. En la dedicatoria a Carlos V de su *Breve compendio de la sphaera y del arte de navegar*, lamenta la ignorancia de una gran parte de los pilotos de la Carrera de Indias al inicio de su instrucción.

Que quanto mas dificultoso le pareciera al mismo Salomón fiel día de hoy viera como pocos o ningunos de los pilotos saben apenas leer y con dificultad quieren aprender y ser enseñados. Y habiendo avisado en el capítulo primero que al que entiende se ha de dar el governalle, viera en estos tiempos que quiere governar el ignorante, y regir a muchos en que a si no sabe regir no gobernar²⁵.

Este es solo uno de los ejemplos de las quejas que proliferaban en la Casa de la Contratación. Así se funda la Cátedra de Cosmografía el 4 de diciembre de 1552 por cédula. Gerónimo de Chaves fue designado para dirigirla. Se decidió dividir el trabajo por el inmenso caudal geográfico que se iba almacenando y los errores cometidos en la navegación. La Cátedra de Cosmografía sería la nueva encargada de la enseñanza de la náutica, sustituyendo al piloto mayor. Ya no enseñarían a los pilotos sólo conocimientos teóricos, sino también prácticos²⁶.

24 *Ibidem*.

25 Martín Cortés: *Breve compendio de la sphaera y del arte de navegar, con nuevos instrumentos y reglas, ejemplificado con muy sutiles demonstraciones*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 2005, f. IV r. Edición facsímil.

26 El texto del contemporáneo Juan López de Velasco define la Cátedra de Cosmografía: «La gente mareante sea más diestra y enseñada en el ejercicio de la mar. Hay en la dicha contratación instituida cátedra de Cosmografía á costa de S. M., adonde se lee la esfera y reglas del arte de marear, y práctica de los instrumentos y cartas de navegar, que se hacen y aprueban por los cosmógrafos que el rey tiene proveídos para ello». *Geografía y descripción universal de las Indias*, Madrid, Establecimiento tipográfico de Fortanet, 1894, p. 89. Edición facsímil. Biblioteca Provincial de Toledo.

Estos conocimientos se encontraban en los llamados «regimientos de navegación», «espejos de navegantes» o, de manera más literaria, «arte de navegar»²⁷.

Para el estudio de los grandes mares, los sabios olvidados de la Casa de Sevilla realizaron una labor significativa. De ello dan testimonio personajes como Andrés Morales, piloto que estudió las corrientes del Atlántico, o los estudios del cosmógrafo Alonso Santa Cruz, que muestran la determinación de las longitudes y las variaciones de la aguja imantada²⁸. La Casa de la Contratación sirvió para encauzar y fomentar el estudio de la náutica, ámbito en el que sobresalieron grandes figuras como las ya mencionadas. Nos centraremos en aquellos autores que ayudaron a nuestros navegantes del siglo XVI en el arte de navegar; etapa preparatoria de la náutica moderna en la que la navegación comenzó a apoyarse en conocimientos científicos y a disponer de sus primeros instrumentos precisos²⁹.

2. LOS TRATADOS DE NAVEGACIÓN

Los pilotos y cosmógrafos de la Casa de la Contratación elaboraron numerosas obras de navegación y geografía, así como derroteros, para los pilotos de la Carrera de Indias. El objetivo principal de estos tratadistas náuticos era obtener un conocimiento preciso del rumbo, la distancia, la latitud y la longitud. Para lograrlo, perfeccionaron gradualmente las cartas marítimas y los instrumentos de navegación. Las obras de náutica vinculadas a la Casa de la Contratación no sólo son documentos históricos valiosos, sino también testimonios vivos de una de las contribuciones más significativas de la cultura española al desarrollo de la humanidad. Este periodo destacó por la estrecha relación entre lo humanístico y lo científico, junto con el espíritu emprendedor del hombre de acción.

2.1. Estudios de astronomía y cosmografía en España antes de 1492

Desde las primeras etapas del estudio de la astronomía y la navegación, España desempeñó un papel crucial en Europa. Durante la Edad Media, el *Almagesto* de Ptolomeo, que compilaba el conocimiento de los astrónomos clásicos, fue reintroducido en Europa a través de

27 Puente y Olea, M. (1900). *Op. Cit.*, pp. 66-67.

28 *Ibidem*, pp. 8-9.

29 García Franco, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desarrollo histórico de los cuatro términos de la navegación*, Tomo II. Madrid: Instituto Histórico de Marina, pp. 100-102.

España. Primero traducido al árabe por Hunain Ibn Ishaq en el siglo IX y luego al latín por Gerardo de Cremona en Toledo en el siglo XI. Los árabes no sólo preservaron estas obras clásicas, sino que también añadieron sus propios descubrimientos.

En el reinado de Alfonso X el Sabio se recopilaron los *Libros del saber de astronomía*, que ya contenían fundamentos de la navegación astronómica tal como se conocía en el siglo XVI. Ramón Llull (1232-1315)³⁰ mencionó por primera vez las cartas náuticas y los instrumentos de navegación, elementos esenciales para la navegación del siglo XVI. Su obra tuvo una amplia difusión: se publicó incluso en París y la apreciaron figuras como Felipe II³¹.

La tradición continuó en el Renacimiento con Abraham Ben Samuel Zacuth (1452- ¿1515?), cuya obra *Hibbur ha-gadol* fue crucial para las observaciones astronómicas aplicadas a la navegación. Sus tablas astronómicas alcanzaron una precisión notable, complementadas por las *Tabulae astronomicae* de Alfonso de Córdoba (1503).

España mantuvo su liderazgo en la astronomía aplicada a la navegación durante el siglo XVI. Destacan las obras de Juan Martín Población *De usu astrolabi* (1526), las de Francisco Zarzoso sobre el «ecuatorial planetario» (1526) y también la de Juan de Rojas Sarmiento: *Comentariorum in astrolabium quod planisphaerium vocant* (1550). En cosmografía, fueron significativas las contribuciones de Jerónimo Girava y sus diversos tratados, así como los *Comentarios de sphaera* de Pedro Pérez de Mesa (1596)³².

Jerónimo Muñoz, en sus *Institutiones arithmeticae* (1566) y *Libro del nuevo cometa* (1573), aplicó principios matemáticos a la náutica y corrigió errores de la filosofía natural de Aristóteles y del *Almagesto*. Su obra, traducida al francés y al latín, influyó en Europa³³.

La España del siglo XVI era, por lo tanto, heredera de una brillante tradición ibérica, sobre todo en el campo de la astronomía práctica.

30 Fernández de Navarrete le atribuye un arte de navegar que no ha llegado hasta nuestros días. «El arte de navegar que escribió y mencionan Nicolás Antonio y otros bibliógrafos no ha llegado a nuestros tiempos». Fernández de Navarrete, M (1846). *Op. Cit.*, p. 25.

31 Rosselló i Verger, V. (2011). «La carta de navegar. Un instrumento mediterráneo de amplia difusión». En *Medievalismo*, 21, 55-79.

32 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Traducción al inglés de obras españolas de arte de navegar del siglo XVI*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad del País Vasco, pp. 30-33.

33 *Ibidem*.

2.2. Los primeros tratados de náutica del siglo xvi

Nunca se había visto en el mundo tanto afán por cultivar las matemáticas y navegación. Este deseo de conocimiento fue dictando las reglas y elementos en los que debía fundarse el arte de la navegación, reducido hasta entonces a prácticas aisladas. Como nos muestran la mayoría de los escritos técnicos de la época, que eran apenas un conjunto de reglas o de «recetas»³⁴, ciencia y técnica estaban separadas en la Edad Media. Fueron los escritores españoles, tristemente olvidados en su patria, pero apreciados en el extranjero, los inventores del arte y la teoría de la navegación, que constituyeron el capítulo inicial de la tecnología como disciplina aplicada³⁵.

Los libros de navegación, con sus regimientos y tablas, eran de uso imprescindible en la mar. Constantemente manejados por los marinos, llegaban a consumirse del todo o desaparecían en incendios y naufragios. Las obras náuticas nunca quedaron custodiadas en armarios, sino que acompañaban a los mareantes, lo que nos explica que hasta nuestros días hayan sobrevivido pocos ejemplares³⁶. Sus ediciones originales, tan raras como bellas, son las piezas más apreciadas de la Biblioteca del Museo Naval. Aunque para entonces el uso de la imprenta se había generalizado, López Piñero señala que en esta disciplina prevalecía el manuscrito: «Los textos de mayor importancia en estas disciplinas se difundieron y se conservan en forma manuscrita y los libros impresos son una minoría no representativa»³⁷.

2.3. Estructura y contenido de los tratados

Refiriéndonos al contenido de estas obras, podemos encontrar dos partes plenamente diferenciadas. Primero se expone un resumen sobre los conocimientos astronómicos que resultaban comunes en los medios científicos del momento: el llamado «tratado de la esfera», cuyo carácter es teórico y descriptivo. La segunda parte, más extensa, corresponde al «arte

34 López Piñero, J. M. (1979). *Ciencia y técnicas en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona: Labor, p. 44.

35 Fernández de Navarrete, M. (1803). *Noticia histórica sobre los progresos que ha tenido en España el arte de navegar*. Disponible en Biblioteca Nacional Digital.

36 Guillén y Tato, J. F. (1943). *Europa aprendió a navegar en libros españoles*. Instituto Histórico de Marina de Museo Naval. Madrid: Instituto Histórico de Marina, p. 5.

37 López Piñero, J. M. (1979). *Op. Cit.*, p. 122.

de navegar», de carácter técnico y práctico. En algunos casos existe una tercera parte que mostraría un derrotero o descripción de las rutas marítimas, pero, dada su minuciosidad, nunca consiguieron que la Corona les permitiese su impresión.

Muchos de los autores de estos textos náuticos nos explican en sus prólogos el significado y las partes que abarcaban dichas obras. Ejemplo de ello es lo que escribe Rodrigo Zamorano en su *Compendio de la arte de navegar*:

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 Luna, y de las Mareas, y la declaración de la Carta: con otras cosas a esto pertenecientes³⁸.

En resumen, los tratados del arte de navegar incluían una parte teórica, fundamentalmente cosmográfica, y una parte práctica. A estas obras se les añadían ilustraciones que llegaban a formar parte del propio texto, por su imbricación en el mismo y por las referencias que a ellas hacían los autores durante sus explicaciones. Son, por tanto, una parte inseparable del texto de una obra de carácter técnico y científico³⁹.

Los autores de estos libros de náutica exponían su visión del universo, que reproducía la de Joannes Sacroboso (siglo XIII), quien a su vez repetía las ideas de Aristóteles o Ptolomeo. La novedad no radicaba, por tanto, en su concepción global del cosmos, sino en su trato de determinados fenómenos geográficos: como se basaban en la experiencia propia o en la de los navegantes de la época (el ojo marino), pudieron incluso cuestionar la autoridad de los pensadores de la Antigüedad Clásica. He aquí donde detectamos la modernidad de estos libros⁴⁰.

38 Zamorano, R. (1581). *Compendio de la arte de navegar*. Sevilla, p. 8.

39 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 264.

40 Pérez-Mallaína, P. E. (2015). «Viejos y nuevos libros para pilotos: la evolución de los tratados de náutica españoles del siglo XVI al XVIII». En *Antonio de Ulloa: la biblioteca de un ilustrado*. Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla, 33-40.

El objetivo principal de estas obras nos lo muestran sus autores: la necesidad de que los pilotos aprendiesen las cuestiones teóricas de la navegación. Para ellos no era suficiente la experiencia de los pilotos; así Diego García Palacio expone el peligro de darles tanta responsabilidad a los navegantes, que no poseían los conocimientos necesarios:

Es materia para reprender la ignorancia que comúnmente se ve entre los que tiene semejante oficio (de piloto) sin tener las partes, uso, ni habilidad que habían menester para llevar en salvo tantas animas, hacienda y cosas como se les encarga⁴¹.

Ante la necesidad de acercarse a lectores con un bajo nivel intelectual pretenden ser obras amenas y pedagógicas. Falero es quien lo expone con mayor claridad, pues afirma que su libro «no se escribe para los sabios [...] para destetar a los que quisieren ser en este arte, no se tratará en él por términos y ejemplos sutiles y oscuros, ni menos pulidos»⁴².

En estos tratados los aspirantes a piloto podían encontrar resumidos los contenidos del catedrático de Cosmografía. Pretendían ser obras sencillas, con abundantes dibujos explicativos y con multitud de ejemplos. Una táctica divulgativa, pedagógica, fue redactarlos a modo de diálogo entre un maestro del arte de navegar y un discípulo de gran voluntad, como muestra Escalante:

Esta obra [...] cuyo estilo de diálogos entre dos personas que en ello platican, elegí [...] siguiendo el modo de los graves filósofos griegos y latinos, que lo usaron por la más cómoda disposición que suele tener este modo de declarar las cuestiones...y por la más fácil y menos molesta inteligencia que se suele hallar en las cosas escritas en este estilo de diálogos, en que las lecturas suelen ser más sabrosas y agradables⁴³.

3. PRINCIPALES TRATADOS DE NAVEGACIÓN DEL SIGLO XVI

Durante los siglos XVI y XVII, la producción de textos de náutica fue escasa en comparación con la del siglo XVIII, que triplicaría lo escrito en los dos siglos anteriores. En cuanto a la profesión de los autores de estos textos, debemos decir que fue variando: a los cosmógrafos y universitarios de los inicios los sustituyeron paulatinamente los pilotos, los capitanes y los militares.

41 De Palacio, D. G. (1994). *Instrucción náutica para navegar: Obra impresa en México*.

42 Citado en: López Piñero, J. (1986) *Op. Cit.*, p. 158.

43 Escalante de Mendoza, J. (1575). *Itinerario de navegación*. Madrid: Museo Naval (1985). Folio 22.

En el siglo XVI Sevilla, sede de la Casa de la Contratación y de su labor aglutinante de la actividad náutica, se convierte en el principal centro de edición de los tratados de navegación. Por ejemplo, en esta ciudad nació Martín Fernández de Enciso y con casi seguridad también era de allí Pedro de Medina. No sería hasta los siglos XVII y XVIII cuando Madrid reemplazara a Sevilla, por lo que en el siglo XVI la creación de textos coincidía con el centro donde se formaban los pilotos, rompiéndose esa relación en los dos siglos anteriores⁴⁴.

En cuanto a la formación de estos autores, eran muchos los que poseían una educación universitaria. Profesionalmente la mayoría de ellos estaba vinculada con la Casa de la Contratación, ya fuera como catedráticos de Cosmografía, pilotos mayores o supervisores de cartas e instrumentos náuticos. Ejemplo de ello son Falero, Chaves, Medina o Zamorano. No obstante, también encontramos hombres de acción como Fernández de Enciso, capitán de algunas de las empresas conquistadoras en Tierra Firme, o Juan de Escalante, que llegó a ser general de alguna de las flotas de la Carrera de Indias. Muchos hombres aplicados se aprovecharon de la cultura de aquella opulenta ciudad durante el Siglo de Oro; fueron ellos quienes ilustraron las ciencias y la navegación, como observaremos al examinar sus obras.

3.1. Martín Fernández de Enciso (1519), *Suma de geografía*

El primero de ellos, que no presenta en su título el nombre de «Arte», pertenece al Bachiller Martín Fernández Enciso (c. 1469-c.1533), el cual publicó en Sevilla en 1519 la *Suma de geografía*. Al mismo tiempo que intentaba instruir al emperador Carlos I en el conocimiento de las tierras y provincias del universo «considerando que la poca edad de vuestra alteza no ha dado lugar a que pudiese leer los libros que de la geografía hablan»⁴⁵, pretendió ilustrar a los pilotos y marineros en el arte de navegar, «pilotos y marineros a quienes vuestra alteza encomienda los viajes quando embia a descubrir tierras nuevas»⁴⁶.

En su prólogo explica que la escribe en castellano y no en latín para que sea útil a muchas más personas. Se trata del primer tratado de navegación impreso en España, aunque algunos estudios apuntan que fue la obra de Francisco Falero la primera. Sin embargo, esta fue publicada en 1535, cuando ya había salido a la luz la segunda edición de la *Suma*, que se publicó en 1530.

44 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 329

45 Fernández de Enciso, M. (1519) *Suma de Geografía*. Sevilla, p. 3

46 *Ibidem*.

14
27

Octubre.

Declinació del sol.
Días, grados, minutos.

i	vj	lj
ij	vij	liij
iiij	vij	lxxvij
iiij	viiij	lxxj
v	viiij	lxxj
vj	viiij	lxxij
vij	ix	lxxvij
viiij	ix	l
ix	ix	liij
x	x	lxxiiij
xj	x	lxxj
xij	x	lxxvij
xiiij	xj	lxxix
xiiij	xj	
xx	xij	lxxj
xxj	xij	lxxj
xxij	xij	liij
xxiiij	xiiij	lxxij
xxix	xiiij	lxxj
xx	xiiij	liij
xxj	xiiij	lxxj
xxij	xiiij	lxxj
xxiiij	xiiij	liij
xxix	xv	lxxj
xxv	xv	lxxix
xxvj	xv	lxxij
xxvij	xv	lxxj
xxviiij	xvj	lxxiiij
xxix	xvj	l
xxx	xvj	ix
xxxiij	xvij	

Octubre.
Tubre tiene .xxj. días. La luna .xxix. La noche ha .xiiij. horas. y el día diez.

vj H Berná obispo y confessor.

v b Leodegario obispo.

xiiij c

ij d Francisco confessor.

e

f f S. fe. virgen y marco papa y marty.

g

xviiij H Dimetro marty.

vij b Dionisio con sus compañeros.

c Cirbonio obispo y confessor.

xv d Micasio papa con sus compañeros.

e

iiij f Beraldo confessor. Sol en escorpion.

xij g Calixto papa.

i H

b Gallo abad.

ix c

d Lucas euangelista.

xvij e

vj f S. carpasio marty.

g Las .xj. mil virgines.

xiiij H Alodia virgen.

iiij b Translacion de sancta eulalia.

c

xj d Crispino y crispiniano.

e Eurastio papa y martyr.

xix f Vigilia.

viiij g Simón y judas apostolos.

H Marciso obispo.

xvj b

v c Quintino marty. Vigilia.

Imagen 1.

Declinación del Sol del mes de octubre de Martín Fernández de Enciso, en su *Suma de geographia* (1520).
Edición digital. Sevilla, Jacobo Croberger. Biblioteca Museo Naval.

Enciso con su escrito inicia el corpus de obras *pilotage* de autores españoles. Tal es la doctrina que contiene este primer tratado de navegación de Enciso, que no solamente consultó a los antiguos griegos como Ptolomeo, Eratóstenes, Plinio o Estabρόn, sino que alude también «a la experiencia de nuestros tiempos que es madre de todas las cosas»⁴⁷.

Son muy pocos los datos que conocemos sobre el autor. Sabemos que era vecino de Sevilla⁴⁸ y el primer dato que tenemos de su biografía es de 1508, que lo sitúa en la isla de La Española, ejerciendo su oficio de letrado. Tuvo considerable éxito y Alonso de Ojeda le pidió ayuda para financiar su expedición a las costas de tierra firme. Enciso accedió y se convertiría, por tanto, en alcalde mayor de todos los territorios que descubriese Ojeda⁴⁹. Esto nos demuestra que conocía el mar Caribe, sus costas, las islas de las Antillas, las aguas y las tierras que describiría en su *Suma de geografía*.

El objetivo de Enciso es instruir a los pilotos y, para ello, les propone el estudio de «el cuerpo eférico en romance: con el regimiento del norte y del sol. E con sus declinaciones y con la longitud y latitud del Universo»⁵⁰. Dice también que mandó hacer una figura en plano «en que puse todas las tierras y provincias del Universo de que hasta hoy ha habido noticias por escrituras antiguas y por vista en nuestros tiempos»⁵¹. Sin embargo, ese mapa no se llegó a imprimir; lo más probable es que fuera retirado por orden del Consejo de Indias para no facilitar información geográfica a los portugueses⁵².

Enciso quiso acometió una obra muy ambiciosa; aspiraba describir todas las costas y mares conocidos. Su objetivo era explicar cómo se ha de navegar observando el Sol, Venus y la estrella Polar, y al mismo describir profusamente todas las tierras conocidas con comentarios de la naturaleza y costumbres de sus habitantes, y en ocasiones, apuntes sobre la fauna y flora⁵³.

47 Fernández de Navarrete, M. (1846). *Op. Cit.*, pp. 123-125.

48 *Ibidem*, p. 331.

49 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 427.

50 Fernández de Enciso, M. (1519). *Op. Cit.*, p. 4.

51 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 332.

52 Vicente Maroto, M. I. (2001). «El arte de la navegación en el Siglo de Oro». En Cátedra Jorge Juan, 187-230.

53 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 428.

Cabe argumentar que la obra no cumple las expectativas del autor. Él pretendía describir las costas de todos los mares conocidos, lo cual era imposible. Y aunque no trate todas las cuestiones imprescindibles para considerar la obra como un auténtico tratado de navegación, los temas seleccionados son los más importantes de la náutica de este momento⁵⁴: el cálculo de la latitud mediante las observaciones de la altura del Sol al mediodía y mediante observaciones de la altura del polo. Ambos temas se tratan en la *Suma*.

Resulta pionero en la descripción de la esfera celeste y terrestre recogida al principio de su obra y que será una constante en los futuros manuales de navegación. Asimismo, describe conceptos fundamentales como «ecuador», «trópicos», «coluros», «eclíptica», «horizonte», «latitud y longitud»...^{55 y 56}.

La obra se divide en tres partes. La primera de ellas corresponde a la cosmografía, imprescindible para el desarrollo de la segunda parte, donde expone el tratado de la esfera inspirado en el sistema de Ptolomeo. Aquí explica los círculos que componen la esfera terrestre y celestial, de los ortos y ocasos, la división de los climas, los planetas, los periodos que emplean los planetas en describir sus órbitas. Incluye una serie de reglas empíricas destinadas a predecir el tiempo en la mar.

La segunda parte corresponde a la navegación. Empieza con las tablas de la declinación del Sol desde el año primero después del bisiesto hasta el cuarto y continúa con los regimientos del Sol y del norte, el regimiento del astrolabio y el cuadrante. Además, fija el meridiano en la isla del Hierro y da instrucciones sobre la construcción de cartas⁵⁷. Según las investigaciones de Thomas F. Glick, estos capítulos pueden tener su origen en la traducción de un pequeño tratado de navegación escrito en portugués por Andrés Pires en 1518⁵⁸.

54 *Ibidem*, p. 435.

55 *Ibidem*.

56 En este estudio nos hemos centrado principalmente en ver cómo los autores intentan calcular la latitud, a partir de la altura del Sol y la de la Estrella Polar con la ayuda de instrumentos náuticos. No obstante, debemos recordar que el cálculo de la longitud en estos momentos era prácticamente imposible. Esto cambió con el descubrimiento de métodos cronométricos y astronómicos en el siglo XVII.

57 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 332.

58 González González, F. J. (1992). *Astronomía y navegación en España. Siglos XVI-XVIII*. Madrid: Fundación MAPFRE América, p. 71.

La tercera parte, que es la más amplia de la obra, corresponde al derrotero: se inicia en Tarifa y desde aquí va recorriendo por derrotas y alturas las costas conocidas hasta ese momento. Su obra es una de las primeras que tocan este tema. En cada emplazamiento seleccionaba esta información: sitúa el lugar mediante referencias a otros ya descritos, describe el punto o los puntos donde un buque puede fondear para ir a tierra, describe por dónde debe acercarse, la profundidad que presenta... Y, por último, incluye datos útiles sobre el lugar y sus habitantes. Veamos el ejemplo de la descripción de la isla de La Trinidad:

Delante deste golfo [el de Paria] esta la isla de la trinidad: y hacia la parte del oeste haze el golfo de Paria un medio circulo oblicuo como diadema. Y al cabo deste circulo es la entrada de paria. Y en esta entrada ay entre la tierra y la isla ocho leguas. Y en el otro cabo no ay entre la isla y la tierra sino poco espacio: pero es fondo y es buena la entrada. Esta isla de la trinidad tiene de longitud veinte y cinco leguas. Y otras tantas de latitud. Está en ocho grados. Está poblada de mucha gente. Pero no está sojuzgada. Aquí usan los indios flechas tan largas como una bracaça fechas de cañas de juncos que ay en aquella tierra y al cabo inxierto un palo fuerte en que ponen huessos de pescados por fierros⁵⁹.

Observamos que el autor posee bastante información sobre este punto. Sin embargo, en otras ocasiones no puede ser tan preciso y describe un país entero en pocas líneas, como en el caso de Inglaterra, aunque siempre intenta seguir el esquema anterior, proporcionando información útil sobre la situación, distancias y datos de interés para la navegación⁶⁰.

Su descripción de las costas americanas hizo que la *Suma geográfica* se convirtiera en un libro muy solicitado. Se hicieron dos ediciones más en castellano, con correcciones (Sevilla, Cromberger, 1530; Sevilla, Andrés de Burgos, 1546), y una en inglés traducida por John Frampton⁶¹. Una traducción en inglés de la parte de la geografía indiana apareció en Londres, en 1578, como *A Brief Description of the Portes*⁶².

59 Fernández de Enciso, M. (1519). *Op. Cit.*, p. 63.

60 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 437.

61 González González, F. J. (1992). *Op. Cit.*, p. 70.

62 Vicente Maroto, M. I. (2001). *Op. Cit.*

3.2. Francisco Falero (1535), *Tratado del esphera y del arte de marear*

Francisco Falero⁶³ fue un cosmógrafo portugués que vino a España junto a su hermano Ruy Falero y Fernando de Magallanes y que sirvió al rey de España desde 1519. Fue piloto de la Casa de la Contratación y figuró en la Junta sobre la demarcación de la especiería⁶⁴. También trabajó como experto en las principales revisiones del padrón real, las de 1536 y 1553.

En 1535, también en Sevilla, se publicó el *Tratado del esphera y del arte de marear* de Francisco Falero o Faleiro. Presentó su obra en castellano y fue revisada por el catedrático de Astrología de la Universidad de Salamanca, Juan de Salaya, quien la juzgó muy útil para los navegantes⁶⁵. La reina Juana I le concedió el privilegio real en la Villa de Tordesillas en agosto de 1532, por un periodo de diez años, para imprimir el libro y venderlo⁶⁶. En su *Biblioteca marítima*, Fernández de Navarrete la califica como una obra sumamente rara: los ejemplares que encontramos en España son el de la Biblioteca Nacional, el de la Academia de la Historia y el de la Biblioteca del Museo Naval.

La distribución de la obra de Faleiro es análoga a la que siguió Sacrobosco en su *Sphaera* y los temas en la parte náutica coinciden con los que que tratara Fernández de Enciso, aunque mejor explicados. Además, añade un capítulo sobre la declinación magnética⁶⁷.

La primera parte consta de 22 capítulos. En el prólogo, el autor alude señala que estos constituyen el tratado de la esfera y de sus movimientos, y la demostración de que la Tierra está en el centro de ella. Recorre los contenidos de los libros primero y segundo del *Tratado de la esfera* de Sacrobosco y también de sus libros tercero y cuarto, que tratan los siete climas, los eclipses del Sol y Luna y los movimientos de las ocho esferas, así como el tiempo que tardan en hacer una rotación⁶⁸.

63 No se han podido encontrar fechas de nacimiento ni defunción.

64 Torres López, C. (2018). *Faleiro, Francisco. Tratado del esphera y del arte de marear. Con el regimiento de las alturas. Con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias. Con privilegio imperial. (1535)*. Murcia: Cátedra de Historia y Patrimonio Naval.

65 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 340.

66 *Ibidem*.

67 García Franco, S. (1947). *Op. Cit.*, I., pp. 103-104.

68 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 339.

La segunda ya sería el propio regimiento, dividido en nueve capítulos que versan sobre las alturas y el arte de marear, la declinación del sol y las reglas para conocer la derrota. Insiste en la importancia del horizonte y en su utilidad para tomar las alturas de los astros. Destacamos que incluye un glosario de términos útiles para poder seguir la obra⁶⁹.

Al final del texto incluye siete folios con tablas de declinación del Sol desde el año I al IV del bisies-to. Carece de una parte dedicada a uso y construcción de instrumentos náuticos y derrotero⁷⁰.

Destacamos que el autor decide establecer la medida del grado del meridiano en 16 leguas $\frac{2}{3}$ frente a la más común, aceptada por casi todos los tratadistas, de $17 \frac{1}{2}$ leguas⁷¹. Este libro no debió de ser muy práctico ni para los técnicos ni para los teóricos de la navegación –pronto lo superarían otros tratados– y por ello no se reeditó y tampoco tenemos noticia de que se tradujera a ningún otro idioma⁷².

3.3. Alonso de Chaves (1537), *Quatripartitu en cosmographia practica i por otro nombre llamado Espejo de Navegantes*

Alonso de Chaves (c. 1495-1587) fue conocido como experto en navegación, autor de cartas de marear y constructor de instrumentos náuticos. Durante más de sesenta años trabajó en las actividades científicas de la Casa de la Contratación. En 1552 tomó el cargo de piloto mayor y, aunque en 1575 solicitó su retiro, la Casa le mantuvo en sus cargos de piloto y cosmógrafo hasta 1586, cuando fue sustituido por Rodrigo Zamorano⁷³. Con su nombramiento como piloto, la organización de la enseñanza en el arte de navegar en Sevilla cambió radicalmente. El anterior piloto, Sebastián Caboto, había señalado que el navegante sólo necesitaba conocimiento práctico; sin embargo, Chaves apostó por darles importancia a los contenidos teóricos sobre navegación, astronomía y cartografía, conocimientos necesarios para desempeñar sus labores⁷⁴.

69 *Ibidem*.

70 Torres López, C. (2018). *Op. Cit.*

71 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 16.

72 *Ibidem*.

73 González González, F. J. (1992). *Op. Cit.*, pp. 80-81.

74 Aguiar Aguilar, M. (2019). «Los primeros instrumentos de navegación que viajaron a América». En *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 49, 223-244.

Durante su cargo como piloto mayor, Alonso de Chaves escribió al menos dos tratados⁷⁵: la *Relación de la orden que observaba en el examen y admisión de pilotos y maestros de Indias en Sevilla* (1561)⁷⁶ y el *Espejo de navegantes*, cuya fecha de redacción se ignora. La fecha de 1537, atribuida a esta obra, se deduce de una cita que hace en el libro cuarto sobre un cabo que «se ha descubierto en esta costa del Perú hasta hoy, primero de noviembre de 1537»⁷⁷.

Como ya nos anuncia el título de la obra, el *Quatri partitu* está dividido en cuatro libros divididos en tratados y subdivididos en capítulos⁷⁸. Además, añade un índice exhaustivo de todos los temas tratados bajo el epígrafe de *División y orden de todas las materias*. El libro primero se divide en dos partes: la primera versa sobre el calendario y las fiestas cristianas; en la segunda, explica de manera extensa la construcción y uso de los instrumentos de náutica, como la ballestilla, astrolabio, cuadrante, carta de marear... Es curioso cómo los clasifica y los enumera de más necesario a menos necesario; a su juicio, los imprescindibles para navegar son la brújula y la carta náutica⁷⁹. En el libro segundo da definiciones imprescindibles de cosmografía basándose en la astronomía ptolemaica y la física de Aristóteles. En su quinta parte ofrece información abundante sobre las predicciones meteorológicas. El libro tercero trata de la aguja de marear, las fases de la Luna y las mareas. También explica las partes en las que se divide una nave y sus denominaciones, los naufragios y el combate naval⁸⁰. Finalmente, en el libro cuarto expone un derrotero. Describe cómo navegar hacia las Indias y desde ellas dando una lista de las localidades por orden alfabético e indicando sus alturas y sus leguas, posición y distancia y dirección al puerto más próximo⁸¹. Incluiría también descripciones de peligros náuticos como arrecifes, bancos de arena, corrientes...

75 Los dos se conservan en forma de manuscritos. Puede ser que escribiera otros tratados, pero no han llegado hasta nuestros días.

76 Según Fernández de Navarrete, el documento estaba en el Archivo General de Simancas. Fernández de Navarrete (1846) *Op. Cit.*, pp. 16-17.

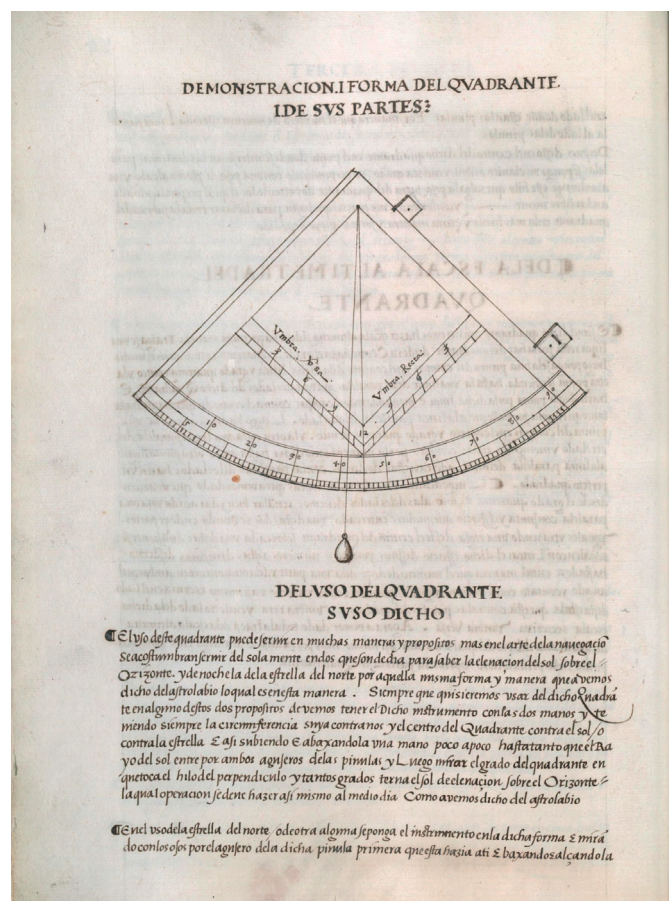
77 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 16.

78 Aguiar Aguilar, M. (2019). *Op. Cit.*

79 *Ibidem*.

80 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 17.

81 Aguiar Aguilar, M. (2019). *Op. Cit.* Aunque la obra no se conserva íntegramente, según las referencias disponibles y los fragmentos de su obra, estas son algunas de las localidades que incluyó en su derrotero: de las localidades en el Atlántico y el Caribe, menciona las Islas Canarias, las Islas Azores y Cabo Verde. En cuanto a las localidades en las Américas, menciona La Española, San Juan de Puerto Rico, Veracruz, Nombre de Dios y Portobelo, Cartagena de Indias. También menciona localidades de la costa de África. Asimismo, menciona



Imágenes 2 y 3.

El astrolabio y el cuadrante de Alonso de Chaves en su *Quatri partitu* o *Espejo de navegantes* (1528).
Biblioteca Digital Real Academia de la Historia

El *Espejo de navegantes* se vio afectado por el criterio del Consejo de Indias, que prohibió su difusión e impresión por su valor estratégico, especialmente por su derrotero, como les ocurrió a Juan de Escalante de Mendoza y Baltasar Vellerino de Villalobos. Por fortuna, los manuscritos, descubiertos al cabo de siglos, se han conservado, como es el caso de la obra *Quatri Partitu* de Alonso de Chaves⁸².

enclaves en la ruta de retorno a España como el Cabo de San Vicente o la Bahía de Cádiz. Aunque la lista de localidades no sea exhaustiva por la pérdida parcial del texto original, estos puntos reflejan la amplitud del conocimiento y la importancia estratégica de las rutas descritas por Chaves.

⁸² Por los secretos que contenía, el libro de Chaves no pudo imprimirse y su memoria se perdió durante los siglos. Hugo O'Donnell, académico de la Real Academia de la Historia, apunta que el texto debió de permanecer mucho tiempo en el Monasterio de Monforte de Lemos, sin que se sepa cómo llegó hasta allí, y pasó a la Biblioteca de las Cortes. Allí, el bibliotecario Bartolomé José Gallardo reunió libros procedentes del secuestro de los fondos

Cesáreo Fernández Duro apunta que este libro debió de ser concebido entre 1520 y 1538 y reconoce que «es de justicia colocar entre todos estos primeros, si no el primero, a Alonso de Chaves, menos afortunado que sus colegas en dar a la prensa la obra tantos años sepultada»⁸³.

Como la obra de Alonso de Chaves quedó oculta durante cuatro siglos, fueron los textos de Fernández de Enciso y Falero los que se convirtieron en el fundamento de todos los demás libros de este género por espacio de cerca de dos siglos, como afirma Fernández Duro⁸⁴. Sin embargo, todavía a mediados de siglo, eran muchos los naufragios que se producían por la falta de libros y maestros de navegación. En este contexto se publicaron las obras de Medina y Cortés, que, como afirma López Piñero, «iniciaron una época radicalmente distinta en la historia de la literatura náutica, superando el nivel de “recetario” práctico o de manual escolar propio de los textos anteriores»⁸⁵.

3.4. Pedro Medina (1545), Arte de navegar

Pedro Medina (c. 1493-1567) es otro de aquellos hombres que emergieron en el entorno de la Casa, totalmente ligado a ella hasta alcanzar la categoría de maestro, con la que firma. Se involucró plenamente en la enseñanza de los pilotos y pleitos de la Casa, sin llegar a desempeñar cargo oficial alguno. Su biografía presenta grandes lagunas, pero de su *Regimiento de navegación* y de su *Crónica de los duques de Medina Sidonia* se deduce que nació en Sevilla⁸⁶.

Si bien no era marino, sí fue un hombre docto en letras e «insigne matemático» en palabras de Ortiz de Zúñiga⁸⁷. Navarrete lo califica como uno de los más ilustrados matemáticos de su tiempo; a su juicio, de hecho, trató la materia con mayor claridad y extensión que Enciso. En 1539

de los Jesuitas tras su expulsión en 1835. Parte de estos fondos fueron transferidos a la Academia en 1850. Así lo encuentra Cesáreo Fernández Duro, el gran historiador naval, que lo da a conocer en 1895. García Calero, J. (5/07/2015). «Historia de *Espejo de navegantes*, el manuscrito secreto de 1537». ABC. <https://abcblogs.abc.es/espejo-de-navegantes/otros-temas/historia-de-espejo-de-navegantes-el-manuscrito-secreto-de-1537.html>

83 Fernández Duro, C. (1895). *De algunas obras desconocidas de cosmografía y navegación y singularmente de la que escribió Alonso de Chaves* á principios del siglo XVI. Madrid: Imprenta de la Revista de Navegación y Comercio, pp. 10-12.

84 *Ibidem*, p. 78.

85 López Piñero, J. M. (1986). *Op. Cit.*, p. 156.

86 Cuesta Domingo, M. (1999). «Pedro Medina y su obra». En *Revista de Historia Naval*, 67, 7-36.

87 Guillén y Tato, J. F. (1943). *Op. Cit.*, p. 10.

presentó un tratado de navegación y una carta que no fueron aprobados ni por el piloto mayor ni por los cosmógrafos, quienes además prohibieron su venta. Medina reclamó ante el Consejo de Indias, alegando que los padrones e instrumentos náuticos vendidos por el cosmógrafo oficial eran erróneos, y se ofreció a demostrarlo⁸⁸. El consejo accedió y se inició una larga controversia que no llevó a ninguna parte. Medina acusó a Diego Gutiérrez, el cosmógrafo oficial, de hacer cartas sin seguir el padrón real; Gutiérrez no aceptaba la crítica de Medina, a quien acusaba, con razón, de no haber navegado nunca. Aunque el pleito se prolongó durante años, no conocemos su conclusión⁸⁹. Este hecho nos demuestra que estos hombres duchos, le ocurre igualmente a Zamorano, son atacados por carecer de experiencia marítima y escribir obras de náutica.

Medina consiguió publicar su *Arte de navegar* y solicitó su admisión como cosmógrafo de la Casa. Por Real Cédula de 16 de diciembre de 1545, recibió el permiso de impresión por diez años, pero no fue admitido como cosmógrafo de la Casa⁹⁰.

Navarrete señala que Medina muestra un enfoque excesivamente teórico y que su trabajo resulta complejo. Aunque se reconoce su erudición, también se evidencia que carecía de experiencia práctica en la navegación:

En su *Arte de navegar* incurrió en algunos defectos propios de los que sólo cultivan la teórica de una ciencia: tales pueden considerarse la extravagancia de algunas de sus reglas, su tesón en defender los errores de la carta plana, los argumentos absurdos contra la variación de la aguja y otros semejantes, que no bastaron á privarle de la gloria de ser tenido por el príncipe de la náutica en todas las escuelas de Europa, y de servir de guía á todos los navegantes⁹¹.

Es innegable el valor de Medina y su gran aportación a la náutica, pero las palabras de Navarrete retratan su inexperiencia como navegante, ya que ciertos puntos de su obra no consideran la experiencia y se refieren apenas a la pura teoría⁹². La obra de Medina se expandió por toda Europa alcanzando una fama internacional, se tradujo al inglés, al italiano, al francés

88 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 17.

89 *Ibidem*.

90 *Ibidem*.

91 Fernández de Navarrete, M. (1803). *Op. Cit.*, p. 40.

92 Ibáñez Fernández, I. (2002). *Op. Cit.*

y al holandés; contamos con veintidós ediciones extranjeras⁹³. Guillén Tato señala que estas ediciones lo erigen en verdadero patriarca de las ciencias náuticas.

Medina inicia su *Arte de navegar* con un prólogo dirigido al príncipe Felipe. Después de citar las posibles formas que tiene un súbdito de servir, él decide escribir un libro sobre navegación en honor a su alteza, impreso en Valladolid en 1545. El motivo de la redacción de esta obra es que el autor era consciente de todos los beneficios que aportaba la navegación en lo político, en lo económico y en la expansión de la fe, por lo que lamentaba que no hubiera pilotos preparados para realizar esta misión. Además, señala que no había buenos maestros que enseñasen el arte de navegar ni libros donde pudieran instruirse.

En el proemio de la obra afirma que el arte de navegar es superior al resto de las demás artes porque está interrelacionada con las demás e incluye la aritmética, la geometría y la astrología. Finalizando el proemio, después de las tablas, se adentra en el desarrollo de las materias del texto⁹⁴.

Medina divide su obra en ocho libros. En el libro primero escribe su «tratado de la esfera»: en catorce capítulos escribe sobre el orden y la composición del universo, siguiendo el sistema de Ptolomeo y astrónomos árabes⁹⁵. El segundo libro versa sobre la mar y sus movimientos, se remonta a los orígenes de la navegación, y hace hincapié en temas de oceanografía, historia marítima y predicción del tiempo⁹⁶.

En la introducción del tercer libro, que versa sobre los vientos, define físicamente el viento y establece, citando a Alejandro Magno, que su movimiento es circular. Después de esto, describe los vientos de la carta de marear que los marinos llaman rumbos y se detiene en la rosa de los vientos. Una vez conocidos los rumbos, define la carta de marear como instrumento de navegación que permite saber dónde está la nao, a dónde se quiere ir y de dónde viene (aunque aclara que esto es imperfecto al ser la tierra redonda). Publica una carta de marear que incluía la navegación de Europa, África y América, indicando rumbos, distancia y latitud, así como explica cómo determinar el rumbo en la carta y cómo verificar su exactitud.

93 Podemos consultar las ediciones italianas y francesas del *Arte de navegar* de 1545 en el Museo Naval.

94 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, pp. 343-344.

95 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 17.

96 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 345.



Imagen 4.

Portada de la traducción al francés de la obra *El arte de navegar* de Pedro de Medina (1545). *L'Art de naviguer de maistre Pierre de Medine, Espagnol contenant toutes les regles, secrets, & enseignemens necessaires a la bonne navigation; Traduict de Castillan en François, avec augmentation & illustration de plusieurs figures & annotations par Nicolas de Nicolai du Dauphine, Geographe du tres-Chrestien Roy Henri II de ce nom et dedié à sa tres-Auguste Maesté.* Traducido en Lyon en Chez Guillaume Rouille. Edición 1554. Centro Virtual Cervantes

Expone unas tablas para que el piloto sepa las leguas navegadas (con una simple entrada en tablas podía resolver el problema sin hacer ningún cálculo matemático)⁹⁷.

En el libro cuarto trata la altura del Sol y cómo se ha de regir por ella la navegación. Antes de abordar el tema, desarrolla un glosario indispensable para entender este capítulo, pues definiciones de términos como «altura», «grado», «horizonte», «zodiaco», «longitud», «latitud», «hemisferio»... Explica cómo calcular la latitud por la meridiana del Sol. Para ello facilita unas tablas de declinación del Sol. Termina el libro con un calendario de los santos de todo el año.

El libro quinto expone la altura de los Polos, cómo calcular la latitud mediante la Estrella del Norte y cómo se sabrá la hora de noche mediante un reloj del norte. Empieza con una serie de definiciones y posteriormente muestra los instrumentos necesarios para tomar la altura del polo: «ballestilla o cuadrante». Termina explicando cómo calcular la latitud en el polo sur mediante el crucero⁹⁸.

En el libro sexto considera las agujas de navegar, sus efectos y cómo se podían enmendar. Aunque enumera seis casos por los cuales la aguja se podía apartar del norte, no menciona la declinación magnética. En el libro séptimo se ocupa de la Luna, de las crecientes y menguantes y cómo afectan a la navegación⁹⁹. Finalmente, en el octavo libro trata los días del año, define «día» y las partes en las que se divide, y calcula la hora del amanecer y del ocaso.

Resaltamos la escasa atención que le presta al problema de la variación de la aguja: afirma que este fenómeno era falso, una invención de los marinos, lo que nos ilustra la escasa práctica marítima de Pedro Medina¹⁰⁰. Los hermanos Maggs destacan el detallado mapa del mundo que contiene, elaborado con los datos de los pilotos de la Carrera de Indias, con los que tenía trato, ya que los examinaba en la Casa de la Contratación¹⁰¹.

Esta obra no se reeditó en España, probablemente por los problemas causados por el veto de los técnicos de la Casa de la Contratación, puesto que sólo tuvo licencia para imprimirla

97 *Ibidem*.

98 *Ibidem*.

99 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 18.

100 *Ibidem*.

101 Ibáñez Fernández, I. (2002). *Op. Cit.*

por diez años. En 1552, además, editó un *Regimiento de navegación*, algo así como una simplificación de su *Arte de navegar*. Este sí tuvo una amplia difusión internacional; alcanzó doce ediciones en Francia y veinte en toda Europa¹⁰².

Se especula con la existencia de otras obras geográfico-cartográficas de Medina, trabajos menos ambiciosos, relacionados quizá con su actividad en la Casa de la Contratación. Ejemplo es el coloquio sobre las dos graduaciones diferentes que tienen las cartas de Indias, al que Cesáreo Fernández Duró se refiere en sus *Disquisiciones náuticas*¹⁰³. También se atribuye al maestro *Descripción de toda España con parte de la costa de África*. Debió de tratarse o bien de un proyecto no llevado a término, o bien de un borrador utilizado, como era habitual, por otros funcionarios de la Casa¹⁰⁴.

Aunque no tuviera ningún cargo oficial en la Casa, se tenía noticia de que hacia 1538, cuando Medina era ya clérigo, hacía «cartas de marear y regimentar y astrolabio y cuadrantes de agujas y ballestillas y todos los otros instrumentos necesarios para la navegación en las Indias, y había hecho ya un nuevo regimiento de la altura del Sol y del norte y un libro de cosmografía»¹⁰⁵. Demostró tanto conocimiento que incluso Carlos V firmó una real cédula (Toledo, 20 de diciembre de 1538) que le autorizaba a trazar cartas, regimientos e instrumentos sin la aprobación del piloto y cosmógrafos. Asimismo, por otra real cédula (24 de enero de 1539) disponía que le mostrasen el Patrón Real. Esto es un doble testimonio de la importancia del personaje.

De la pluma de Pedro Medina salieron cuatro libros de cosmografía. Redactó su obra a lo largo de doce años (1538-1550)¹⁰⁶: *Libro de cosmografía. En que se declara una descripción del mundo. Dirigido a la Sacra Majestad del Emperador don Carlos, nuestro señor* (1538)¹⁰⁷; *Coloquio de cosmographia fecho entre el magnánimo señor comendador Pedro de Benavente e Pedro de Medina, maestro de la navegación, cosmographo de Su Majestad* (1543)¹⁰⁸; *Suma*

102 *Ibidem*.

103 *Ibidem*.

104 Cuesta Domingo, M. (1999). *Op. Cit.*

105 *Ibidem*.

106 *Ibidem*.

107 Manuscrito disponible en la Bodleian Library, Oxford.

108 Podemos encontrar el manuscrito en la Yale University Library. Constituye un pequeño libro de cincuenta páginas, formado por el propio *Coloquio* y un breve resumen o ensayo del *Regimiento de la altura del Sol y del Norte*.

de *Cosmographia* (1550)¹⁰⁹; *Suma de Cosmographia. Contiene muchas demostraciones, reglas y avisos de astrología, filosofía y navegación. Facíalo el maestro Pedro de Medina, vecino de Sevilla, el que compuso el libro del Arte de navegar* (1561)¹¹⁰. Pedro de Medina escribió también el primer libro editado en castellano que describe no sólo las condiciones geográficas de nuestro país, sino también las tradiciones locales, historias y leyendas españolas, titulado por Artigas como *La primera guía de la España imperial*¹¹¹.

Su obra prolífica evidencia la intelectualidad de Medina, tanto en el campo humanístico como en la cosmografía y la náutica.

Como hemos podido observar, Pedro Medina era un hombre puramente teórico, por lo que su obra se volvía compleja para los navegantes. Es por ello que tanto en la segunda como en la tercera edición del *Arte de navegar* se introdujeron cambios sustanciales. Bajo el título de *Regimiento de navegación*, incluían tratados más elementales. Guillén Tato dice que esta reducción de contenido responde a «la necesidad de un texto más asequible a la rusticidad del hombre de mar siempre reacio a asimilar la ciencia a grandes dosis, por aferrado a la práctica empírica y grosera de su oficio»¹¹².

3.5. Pedro Medina, (1552) *Regimiento de navegación*

En 1552, el editor Juan Canalla publica, con el título de *Regimiento de navegación*, una edición reducida del *Arte de navegar* de 1545. En ella suprimió la mayor parte de los contenidos de la esfera por un glosario de términos¹¹³ y desarrolló una tabla de las seis cosas notables que se tratan, con avisos y reglas de cada una. Estos son la carta de marear, la altura del Sol, altura del Polo, la aguja de marear, la cuenta de la Luna y el reloj de las horas. Además, al final del libro nos demuestra que Alonso de Chaves era un autor de referencia, aunque su obra no hubiese salido a la luz. Medina le pide su aprobación de la obra a través de una carta de contestación¹¹⁴.

109 Destacamos el manuscrito que se halla en la Biblioteca Nacional de Madrid. Está escrito en pergamino, con una letra cuidada y con unas láminas policromadas. También podemos acceder a la *Suma* de la Colombina sevillana y la de Oxford.

110 Encontramos un manuscrito de esta obra en la Biblioteca Colombina de Sevilla.

111 García Franco, S. (1947). *Op. Cit.* II, pp. 103-104.

112 Guillén y Tato, J. F. (1943). *Op. Cit.*, p. 10.

113 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 358.

114 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 18.

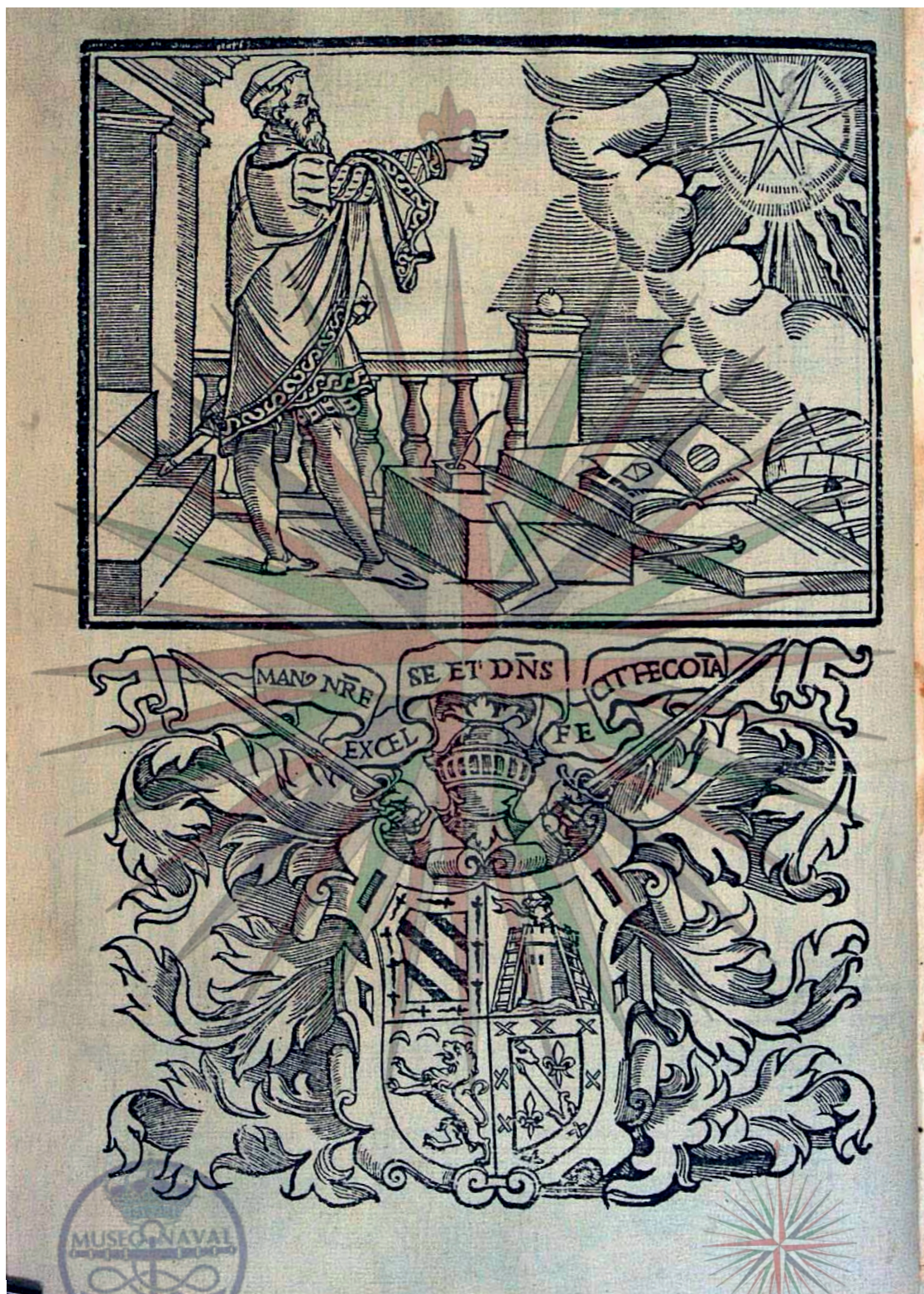


Imagen 5.

Retrato de Martín Cortés. Ilustración del *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar*, Sevilla, 1556.
Biblioteca Museo Naval

En 1563 se publicó otro *Regimiento de navegación*, con el prólogo dedicado, como sus obras anteriores, a Felipe II. Además, se extiende sobre las ventajas y peligros de la navegación y sobre el motivo principal por el que escribe su obra: para que los pilotos y navegantes puedan hacer sus navegaciones libres del peligro de la ignorancia. Afirma ser el primero que ha escrito sobre la navegación y que, después de haber publicado su *Arte de navegar*, más teórico, redacta ahora este libro para «que se entiendan las cosas de la navegación, en especial los casos de peligro que navegando les puede suceder»¹¹⁵.

Este regimiento es una reelaboración del de 1552. La primera parte es idéntica; lo novedoso que presenta es la parte segunda, «De los avisos y consejos para casos prácticos de la navegación», que está ampliada y separada de este libro. Pardo Figueroa apunta que lo original de este nuevo regimiento es que en el libro cuarto acepta como algo sabido el problema de la variación de la aguja, cuando en su primera obra lo negaba. Considera que este problema proviene de un error de construcción de las agujas y propone como solución hacer agujas más perfectas¹¹⁶.

3.6. Martín Cortés (1551), *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar*

Al mismo tiempo que Medina trabajaba en Sevilla su obra, Martín Cortés (c. 1510-1582) lo hacía en Cádiz con su *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar*, que no se imprimió hasta 1551. Cortés nació en Bujaraloz, reino de Aragón, pero se fue a vivir a Cádiz antes de 1530, donde se dedicó a la enseñanza, concretamente a explicar a los pilotos aspectos de la ciencia y la técnica de navegar guiados por las estrellas. Seguramente esta fue la motivación para escribir su obra¹¹⁷. Una obra que se convirtió en uno de los textos de navegación más importantes de la Península en el siglo XVI, al igual que la de Medina. El texto de Cortés se expandió por toda Europa, con especial difusión en Inglaterra. En sus ediciones inglesas se puede leer «que no existe en lengua inglesa libro alguno que, con un método tan breve y sencillo, explique tan raros secretos de la filosofía, astronomía y cosmografía, de todo cuanto pertenece a una buena navegación»¹¹⁸.

115 *Ibidem*, p. 19.

116 *Ibidem*.

117 Escartí, V. J. (2009). «Nota sobre la visión del mundo y la ideología cesarista en el Breve compendio de la Sphaera de Martín Cortés». En *eHumanista*, 13, 262-276.

118 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 24.

El *Compendio* va precedido de una carta-dedicatoria a Carlos I, una tabla de las materias tratadas y un prólogo al marqués de Santa Cruz. El *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* se divide en tres partes. La primera tiene veinte capítulos y «trata de la composición del mundo y de los principios universales que para el arte de la navegación se requieren», su «tratado de la esfera». La segunda «trata de los movimientos del Sol y de la Luna y de los efectos que sus movimientos causan», en veinte capítulos. Finalmente, la tercera parte se subdivide en catorce capítulos y versa sobre la composición y uso de instrumentos y reglas del arte de la navegación, la carta de marear, la variación de la aguja, el uso del astrolabio y ballestilla, la altura del Sol y un instrumento para contar las horas¹¹⁹.

Aunque la obra de Cortés se publicara seis años después que la de Medina, Cortés le disputa la primacía, ya que ambos escribieron sin poder aprovecharse de sus respectivos conocimientos. Así lo refleja Cortés en su dedicatoria al emperador, donde afirma que «era el primero que reducía la navegación a breve compendio, poniendo principios infalibles y demostraciones evidentes, así en la teórica como en la práctica de ella»¹²⁰. Algunos autores como Ursula Lamb señalan que el *Arte* de Medina es «el primer gran libro de navegación»¹²¹. Sin embargo, en el panorama peninsular, la mayoría de los autores coinciden en la superioridad de Cortés: Fernández de Navarrete dice que es «más atinado»¹²², Fernández Duro lo considera «más minucioso»¹²³, para Guillén Tato está escrito «con más acierto y claridad»¹²⁴ y según López Piñero su estilo es «más claro» y su «exposición más metódica y mejor ordenada»¹²⁵. El único que contradice esto es Márquez y Roco, quien expone que el texto de Cortés es superior en casi todo al de Medina, pero «menos prolijo y completo»¹²⁶ en la práctica ordinaria de la navegación.

119 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 20.

120 Cortés, M. *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar*. Ed. Facs (repr. Facs. De la de. De Sevilla, en casa de Antón Álvarez, 1551). Instituto Fernando el Católico, Zaragoza, 1945, en la carta a Carlos V que precede a la obra.

121 Lamb, U. (1995). «The cosmographies of Pedro de Medina». En U. Lamb, *Cosmographers and pilots of The Spanish maritime empire*. «Variorum Collected Studies Series». CS499. Variorum, Aldershot (Great Britain). 11-7.

122 Fernández de Navarrete, M. (1803). *Op. Cit.*, p. 44.

123 Señala que es más minucioso para él sobre todo en la parte de los instrumentos. Citado en: Fernández Duro, C. (2018). *Los ojos en el cielo. Libro cuarto de las disquisiciones náuticas*. Madrid: Forgotten Books, pp 8-9.

124 Guillén y Tato, J. F. (1943). *Op. Cit.*, p. 14.

125 López Piñero, J. M. (1986) *Op. Cit.*, p. 164.

126 Márquez y Rocco, F. (1883). *Breve reseña de la historia de las ciencias náuticas en nuestra península*. Madrid: Imprenta de la Viuda é hijo de E. Aguado, p. 144.

El motivo por el cual prevalece la obra de Cortés es que presenta una nueva idea: Cortés introduce su teoría del magnetismo, donde apunta que la variación de la declinación magnética era producida por la existencia en el cielo de un polo magnético distinto del polo del mundo. González González (1992,76) expone lo siguiente:

Problema de la declinación de la aguja había sido ignorado por Fernández de Enciso y negado por Pedro de Medina. Solamente Francisco Faleiro le dedicó a este tema un capítulo de su *Tratado del sphaera y del arte de marear*. Martín Cortés fue más allá, pues, además de estudiar la declinación magnética y sus variaciones, llegó a enunciar un concepto de polo magnético que él llamó punto atractivo¹²⁷.

Cortés se convierte en un autor con una idea original que da solución a un problema.



Imagen 6.

Figura de la composición de toda la esfera del mundo de Rodrigo Zamorano (1581) en *Compendio del arte de navegar*. Biblioteca Museo Naval

¹²⁷ González González, F. J. (1992). *Op. Cit.*, p. 76.

Teoría del magnetismo de Cortés

Un problema que perseguía a los navegantes era que la extremidad de la aguja no apunta exactamente al punto cardinal norte o polo geográfico. Los primeros que notaron esta discordancia pensaban que o bien se debía a un error en la construcción o montaje de la aguja, o bien que se cometían errores en las observaciones realizadas al no estar la nave en reposo. Fueron unos pocos espíritus despiertos los que pusieron en duda el problema de la construcción y vislumbraron la existencia de un meridiano magnético distinto del meridiano verdadero¹²⁸. Sin embargo, en el siglo XVI este era un tema complejo y confundía a quienes se dedicaban a su observación y estudio.

En un principio se creía que las agujas se orientaban hacia el polo del mundo, según la terminología de la época. Otros sostenían que apuntaba hacia la estrella Polar y que las variaciones del instrumento se debían a la rotación de la estrella alrededor del polo. Luego se descubrió que las agujas no apuntaban exactamente al norte. Al fin, Colón a partir de las observaciones que realiza en sus viajes, constata que la diferencia entre las lecturas de la aguja y el norte verdadero varían en función de la situación del observador. Seguramente fue el primero en descubrir esto¹²⁹.

Como ya se ha mencionado, Cortés es el primero en solucionar definitivamente problema; el resto de los autores anteriores o bien no lo habían tratado, o bien apenas lo mencionaban, o bien lo negaban, como Medina. La aportación de Cortés fue suponer la existencia de un «punto atractivo», que hoy conocemos como polo magnético, distinto del polo geográfico, aunque situado cerca de éste, hacia el que se orientan las agujas¹³⁰. Cortés también explica por qué el valor de la declinación magnética varía según la posición del observador. Al situar este punto atractivo fuera de la Tierra, la variación será en función de la longitud, como afirmaban entonces muchos pilotos; por ello, durante un tiempo se pensó que podría determinarse la longitud en función del valor de la declinación magnética¹³¹. Aunque algunos otros factores influyen en la declinación magnética, como las mareas solares y lunares en la atmósfera, los especialistas reconocen el gran paso que supuso la hipótesis de Cortés en el estudio del magnetismo. En palabras de López Piñero¹³², el texto donde Cortés formula su teoría es un clásico:

128 García Franco, S. (1947). *Op. Cit.*, p. 45.

129 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, pp. 252-253.

130 *Ibidem*.

131 *Ibidem*.

132 López Piñero, J. M. (1986). *Op. Cit.*, p. 206.

Muchas y diuersas son las opiniones que he oydo y en algunos modernos escriptores leído acerca del nordestear y nouestear de las agujas, y a mi parescer ninguno da en el fiel y pocos en el blanco. Dizen nordestear quando el aguja enseña del norte hazia el nordeste. Y noruestear quando del norte declina hazia el norueste. Para entendimiento destas diferencias que las agujas differen del polo, hace de imaginar (estando en el meridiano do las agujas señalan el polo) vn punto baxo del polo del mundo, y este punto este fuera de todos los cielos contenidos baxo el primer mobile. El qual punto o parte del cielo tiene vna virtud atractiua que attrahe así el fierro tocado con la parte de la piedra yman...¹³³.

Martín Cortés no se limita a formular una teoría que explica las variaciones de la aguja respecto al norte, sino que une la teoría con la práctica; propone que en las diferentes rutas se registre el valor de las variaciones en grados y minutos y así en un futuro anticiparse a estas variaciones. Esto es una práctica que se hace actualmente en los barcos. Cortés fue estudiado por aquellos autores del siglo XVI que se ocupaban del magnetismo, como Robert Norman, navegante y científico inglés¹³⁴. Además, su estudio se considera un precedente a los desarrollos científicos del siglo XVIII de autores como Halley, Euler o Buffon¹³⁵.

Cortés abordó otro problema significativo que afectaba a los pilotos acostumbrados a utilizar observaciones astronómicas para trazar su rumbo y distancia en las cartas de navegación con cuadrículas de latitudes y longitudes. Los cartógrafos enfrentaban dificultades al espaciar correctamente los meridianos y paralelos, no en la escala ecuatorial, sino aproximadamente a la latitud 37° N del cabo de San Vicente. Para evitar errores, Cortés elaboró una extensa tabla que indicaba la verdadera extensión de cada grado en cada latitud¹³⁶.

Antes de tratar la composición de la carta de marear, Cortés da una definición de lo que es navegar: «(...) Que navegar no es otra cosa fi no caminar fobre las aguas de un lugar a otro: y es una

133 Cortés, M. (1551). *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar*. (Tercera parte, cap. V).

134 Robert Norman contribuyó significativamente al estudio del magnetismo. Es conocido por su trabajo sobre la inclinación magnética: al igual que Cortés, señala que la aguja no solo apunta al norte magnético, sino que también se inclina hacia abajo en un ángulo con respecto a la superficie de la Tierra. Publicó sus hallazgos en un libro titulado *The New Attractive*, 1581. Explica la creación de un dispositivo llamado «inclinómetro», que podía medir el ángulo de inclinación magnética.

135 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, pp. 254-255.

136 López Piñero, J. M. (1986). *Op. Cit.*, p. 156.

de las quatro cofas difficultofas que el fapientiffimo rey escriuio» (Martín Cortes, 1551, fol. lxi reverso). Al no haber un camino determinado como en la tierra, es necesario conocer la posición de los lugares y la distancia entre ellos. Describe cómo levantar una carta de marear y los elementos que debe contener, como la rosa de los vientos, la graduación y la escala de distancias¹³⁷.

No detallaremos cada uno de sus capítulos, pero sí que destacaremos el cuarto, que dedica a la fabricación de la aguja. Cortés se convierte en el primer autor que en un texto del arte de navegar describe la fabricación de los instrumentos náuticos y se anticipa, por tanto, a la Real Cédula de 4 diciembre de 1552¹³⁸, que los incluyó como materia en el programa de estudios de los navegantes. Asimismo, en el capítulo quinto es donde introduce la novedad de la existencia de un polo magnético celeste que atrae a la aguja¹³⁹. Ya se ha citado la importancia de las ilustraciones en las obras de náutica, que forman una unidad con el texto. No obstante, no debemos olvidar que Cortés da un paso más que el resto de los autores e innova en este ámbito. Aparte de las ilustraciones ordinarias, hay otras que el propio lector tiene que confeccionar. Son ilustraciones compuestas por varias piezas de papel que se superponen, unidas por un eje. Un trozo de cordón las atraviesa por su centro y las mantiene sujetas mediante unos nudos en el anverso y reverso de la hoja. El lector recorta una hoja desplegable que se sitúa al final de la obra para obtener las partes que corresponden a cada una de las figuras y realizar así su montaje. Estas ilustraciones tienen dos piezas: la que aparece en el texto y la que debe ser recortada y añadida. Hay algunas que se componen de tres piezas¹⁴⁰.

El único autor que alude a ellas es Bastarrachea Moreno, quien apunta en su tesis que estas ilustraciones han pasado inadvertidas para los académicos. El motivo es que el propio autor ni siquiera las nombra. No hay instrucciones de montaje ni ninguna otra mención. Lo que nos hace sospechar que sean montajes es que en ocasiones la figura aparece incompleta, siendo imposible entender las referencias que a ella se hacen en el texto. Solamente examinando un original se puede apreciar el resultado del montaje, su finalidad y en qué medida son ilustrativas¹⁴¹.

137 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 353.

138 El texto de Martín Cortés fue editado un año antes de que entrase en vigor el plan de estudios de 1552. Por su contenido, que coincide en la totalidad con las materias establecidas del plan, nos hace pensar que pudo haberlo inspirado.

139 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 353.

140 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, pp. 264-265.

141 *Ibidem*.

3.7. Rodrigo Zamorano (1581), *El compendio del arte de navegar*

Rodrigo Zamorano (1542-1620) nació en Medina de Rioseco y en 1574 abandonará las tierras castellanas para hacer carrera en Sevilla. Es en la Casa de Contratación donde empezó su actividad investigadora, que compaginó con la producción de instrumentos necesarios para la navegación. También realizó el patrón del Estrecho de Magallanes. Su amplia gama de conocimientos le llevó a ser la primera persona en ostentar los tres cargos de la Casa de la Contratación, cosmógrafo, catedrático de cosmografía y piloto mayor, lo que despertó las envidias de la ciudad de Sevilla¹⁴². Zamorano, que hubo de afrontar numerosos pleitos, dedicó su vida a las matemáticas para posteriormente aplicar sus conocimientos al pilotaje.

El gran legado de Zamorano, ese que ha sobrevivido al paso del tiempo, son sus obras principales. La primera de ellas es la traducción al castellano de *Los seis libros primeros de la geometría* de Euclides (1576), que analiza la matemática de la geometría del autor griego, prueba de la recuperación en el siglo XVI de los textos y autores clásicos para el estudio de la navegación.

En segundo lugar, cabe citar su obra quizá más relevante, *El compendio de la arte de navegar*, reeditada hasta en cuatro ocasiones y traducida al inglés por Edward Wright, al holandés en 1598 por el matemático Martín Everest y al portugués.

Su primera edición data del 1581. En el prólogo atribuye la importancia de su obra a haber corregido las tablas de declinación solar, hasta esa fecha erradas. Como el año tiene 365 días, 5 horas y 49 minutos, se redondeaban los minutos a las seis horas, algo aparentemente inocuo pero en verdad relevante: como esos once minutos acumulados provocaban una variación en los equinoccios de medio grado cada ochenta años, había que revisar las tablas de declinación cada seis o diez años¹⁴³. Lo más significativo de su libro, aparte de la corrección citada, es el método que describe para determinar la posición de la nave. Zamorano recomienda sustituir el método tradicional, el «punto de fantasía», que era impreciso, por el método «punto de escuadría o geométrico», para el que se usan dos compases¹⁴⁴.

142 Alonso Rojo, J. M. (2019). *Rodrigo Zamorano, el riosecano matemático y piloto mayor en la época de Felipe II*. [Tesis de doctorado, Universidad de Valladolid], p. 105.

143 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, pp. 49-60.

144 El punto de escuadría o punto geométrico es crucial para la correcta orientación. Se usa para determinar el rumbo y la posición de la nave exacta. Utilizando herramientas como el sextante, los marinos pueden calcular la latitud y longitud mediante la observación de cuerpos celestes y así determinar su posición exacta.

Según Navarrete, la obra de Zamorano es un

tratado puramente elemental pero escrito con suma claridad y concisión, sin las prolijas é inútiles discusiones de los tratados precedentes y muy propio para la enseñanza de la cátedra que el autor regentaba en aquella ciudad con general aplauso¹⁴⁵.

También Baltasar de Vellerino se refiere a este texto, del que afirma que «se hallara lo necesario de a práctica, para que o que es la especulación, el regimiento de licenciado Rodrigo Zamorano es muy completo y acertado»¹⁴⁶. Lo cierto es que es una de las obras que constituyen el corpus de los trabajos de la Casa de la Contratación. Deducimos que Zamorano debió escribir también un libro sobre los eclipses, pues al ocuparse de ellos en el libro tercero dice lo siguiente: «Lo remitimos a nuestro libro de los Eclipses cuando salga a la luz, donde lo tenemos suficientemente tratado»¹⁴⁷. La obra se compone de dos partes: la primera, «Principios de esfera», dividida en veinte capítulos que versan sobre la esfera del mundo, los movimientos de los cielos y la distribución de los elementos de la Tierra; y la segunda, que es eminentemente práctica, estudia la fabricación y el uso de los instrumentos náuticos en cuarenta capítulos y tiene por título «Astrolabio, Altvra del Sol, Sombras, Regimiento, Declinación, Reglas del Sol, Altvra del Polo, Ballestilla, Agvia de marear, Carta de marear, Lvna mareas, Reox»^{148 y 149}.

La tercera de sus obras se publica en 1585: *Cronología y repertorio de la razón de los tiempos*. Es dedicada al marqués de Priego y contiene cinco libros sobre la cosmografía, el tiempo y el clima. En el tercero estudia el calendario eclesiástico, el romano y la Reforma gregoriana y el cuarto, por su parte, se dedica a los fenómenos atmosféricos. El quinto versa sobre historia, concretamente sobre la historia de los pontífices, de los emperadores romanos, y de los reyes

145 Fernández de Navarrete, M. (1803). *Op. Cit.*, p. 110.

146 Citado en: Alonso Rojo, J. M. (2019). *Op. Cit.*, p. 135.

147 *Ibidem*, p. 172.

148 Saba, A. (2004). *El léxico del compendio del arte de navegar de Rodrigo Zamorano*. Madrid: Estudios de la UNED, pp. 12-13.

149 Dado que todas las palabras anteriores hacen referencia a instrumentos de navegación, «reox» podría ser una transliteración incorrecta o arcaica de una palabra relacionada con la navegación o la astronomía. Como «reox» no parece ser un término conocido en los diccionarios modernos ni en los textos de navegación y astronomía antiguos más comunes, es posible que sea un error de transcripción. Otra posibilidad es que «reox» se refiera a una forma arcaica o dialectal de un término que no es fácilmente reconocible hoy en día.

de España desde Tubal hasta Felipe II, los reyes de Aragón, Navarra y Portugal¹⁵⁰. Según Pulido Rubio es su obra más significativa, ya que a partir de ella podemos conocer su cultura y su conocimiento de la astronomía griega, los precursores de Copérnico, las teorías de epiciclos y deferentes de Heráclides del Ponto, y el sistema heliocéntrico de Aristarco de Samos¹⁵¹.

Finalmente, cabe recordar una faceta artística de Zamorano: conocemos que todas sus obras se enmarcan en el mundo de las matemáticas y las ciencias; sin embargo, conservamos una incompleta traducción de Zamorano que se titula *Libro primero de pintura de León Baptista Alberto*. El texto aparece acompañado de unos sencillos dibujos sobre cuestiones geométricas. Aunque el corpus del texto esté incompleto, es muy significativo: resulta ser el primer intento de volcar a una lengua romance, distinta a la italiana, el texto albertiniano. Su traducción en un ambiente científico nos demuestra que fue una obra muy valorada en el entorno intelectual español, más de lo que se pensaba¹⁵².



Imagen 7.

La Habana de Baltasar de Vellerino de Villalobos, *Luz de Navegantes* (1592).
Manuscrito sobre papel. 20,5 x 28 cm. Sin escala. Biblioteca Museo Naval

150 Alonso Rojo, J. M. (2019). *Op. Cit.*, p. 173.

151 Pulido Rubio, J. (1950). *Op. Cit.*, p. 450.

152 Morales Martínez, A. J. (1994). «Arte y ciencia en la Sevilla del siglo XVI. Los manuscritos del cosmógrafo Rodrigo Zamorano». En *Actas del X Congreso del CEHA. Los clasicismos en el Arte español*. Madrid: UNED, 457-458.

3.8. Juan Escalante de Mendoza (1575), *Ytinierario de navegación de los mares y tierras occidentales*

Juan Escalante de Mendoza (c. 1545-1596) era un experto navegante cántabro, trasladado a Sevilla por su amor al mar. En 1575 escribe el *Ytinierario de navegación*, dedicado a Felipe II. En la dedicatoria, el marino expresa que el objetivo de su libro es corregir la ineptitud de los capitanes, pilotos, maestros y demás marineros, quienes, debido al desconocimiento de las rutas y su ignorancia en la gestión de las naves, frecuentemente pierden estas y sus valiosas cargas¹⁵³. Destaca de esta obra que está escrita en forma de diálogo, con la finalidad de que fuera más sencilla para los navegantes.

El manuscrito consta de tres libros: el primero trata de la navegación del río de Sevilla, desde este puerto hasta el de Sanlúcar de Barrameda. Incluye también un tratado de arquitectura naval, publicado por Cesáreo Fernández Duro en el libro quinto de las *Disquisiciones náuticas* (1880). El segundo es el derrotero que incluye la navegación desde la embocadura del río Guadalquivir hasta el golfo de la Vera Cruz y el puerto de Nombre de Dios. En este libro añade también incisos sobre instrumentos náuticos y cálculos de latitudes. Finalmente, el libro tercero describe la navegación de regreso a Sevilla. Aquí es donde añade diálogos sobre temas heterogéneos como mareas, corsarios, la aguja magnética¹⁵⁴...

El libro de Juan Escalante de Mendoza forma parte de aquellos textos que no se publicaron debido a razones estratégicas; se trata de un libro de rutas marítimas cuya divulgación no era conveniente, ya que podría beneficiar a los enemigos de los monarcas españoles. Estos manuscritos se reproducían en varias copias, controladas estrictamente por el Consejo, y sólo personas en determinados cargos tenían acceso a ellos, conforme a sus responsabilidades y funciones¹⁵⁵.

En relación con la obra de Escalante de Mendoza, podemos mencionar la de Baltasar Vellerino de Villalobos, su *Luz de navegantes* (1592). El propio Vellerino expone que se inspiró en la obra *Compendio del arte de navegar* (1581) de Zamorano. Asimismo, se basó en el libro

153 Escalante de Mendoza, J. (1985). *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales*, 1575. Madrid: Museo Naval, p. 9.

154 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 57

155 Vicente Maroto, M. I. (1999). «El arte de navegar». En Martínez Ruiz, E. (coord.) *Felipe II, la ciencia y la técnica*, (pp. 343-368). Madrid: ACTAS.

de Escalante de Mendoza, incluso se puede decir que lo plagió, por lo que fue denunciado. A pesar de esto, la obra de Vellerino es clave y complementa la de Escalante, pues cartografía su texto y añade nuevos mapas (introduce más de un centenar de ilustraciones)¹⁵⁶. Y no sólo esto; también sistematizó los datos, convirtiéndola en una obra concisa y práctica. Su obra permaneció inédita por petición del Consejo de Indias. Se conservó en la Biblioteca de Salamanca (Manuscrito nº 291) hasta su publicación por el Museo Naval en 1984¹⁵⁷.

3.9. Andrés de Poza (1585), *Hydrografia*

No solamente los cosmógrafos y los pilotos escribieron tratados. Andrés de Poza (p, m, s. XVI -1595) era un jurista de origen vizcaíno que terminó especializándose en matemáticas, astronomía y navegación. Llegó a ser catedrático en la Escuela de Náutica de San Sebastián¹⁵⁸.

Escribe su *Hydrografia*, editada en Bilbao en 1585. En el preámbulo explica por qué escribe su obra, la cual consta de 103 capítulos, divididos en dos libros. Su objetivo era divulgar lo más útil y necesario sobre la entrada y salida de los principales puertos europeos. Para ello recopila información de textos italianos, franceses, ingleses¹⁵⁹...

El primer libro está subdividido en cinco partes donde se trata la parte teórica y las tablas de declinación del Sol. En él explica la esfera, la forma del universo, los movimientos de los cielos, el uso de los instrumentos, el cálculo de la latitud y longitud... Destacamos que lo hace en griego, latín, italiano, castellano, francés y alemán¹⁶⁰, lo que nos muestra su acervo cultural y su vocación global. En el libro segundo hace una relación de los puertos, costas, cabos y mareas del océano. Asimismo, define los términos que más usa en su obra.

156 A nivel técnico, las ilustraciones están realizadas con tinta marrón oscuro y a página entera. El formato es apaisado y utiliza tanto el anverso como el reverso. En algunos casos las representaciones son poco detallistas y en otras los dibujos están decorados con proyecciones de poblaciones, elementos defensivo-militares, barcos de época...

157 Posada Simeón, J. C. (2023). «Baltasar Vellerino de Villalobos. Luz de Navegantes» (1592). En Iglesias Rodríguez J. J. y López-Guadalupe Muñoz, M. L. (coords.) *Encrucijada de mundos: Identidad, imagen y patrimonio de Andalucía en tiempos modernos*. Proyecto de Investigación de la Universidad de Sevilla. Disponible en: <https://grupo.us.es/encrucijada/baltasar-vellerino-de-villalobos-luz-de-navegantes-1592>

158 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 60.

159 Pintos Amengual, G. (2020). *Op. Cit.*, p. 356.

160 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, p. 60.

La *Hydrografia* destaca por las consideraciones de Poza sobre la variación de las agujas, el uso de la carta plana y el modo de observar la longitud en el mar por la distancia entre la Luna y las estrellas zodiacales¹⁶¹.

4. DIFUSIÓN DE LOS TRATADOS DE NAVEGACIÓN POR EUROPA. TRADUCCIONES

España alcanzó un gran prestigio marítimo a nivel internacional. Muestra de ello es el prólogo que escribe en 1554 Nicolás Nicolai, geógrafo del rey Enrique II¹⁶², para el *Arte de navegar* de Pedro de Medina:

Oh feliz nación española, cuan digna eres de loor en este mundo; que ningún peligro de muerte, ningún temor de hambre ni de sed, ni otros innumerables trabajos han tenido fuerza para que hayas dejado de circundar y navegar la mayor parte del mundo, por mares jamás surcados y por tierras desconocidas de que nunca se había oído hablar; y esto solo por estímulo de la fe y de la virtud; que es, por cierto, una cosa tan grande que los antiguos no la vieron ni la pensaron y por imposible la tuvieron¹⁶³.

Las obras españolas de náutica del siglo XVI fueron sorprendentemente populares en Europa; contamos con un sinfín de ediciones en todos los idiomas cultos. Hecho significativo es que, al entrar al National Maritime Museum de Greenwich, donde una gran potencia naval como es Inglaterra muestra los trofeos de su historia, el visitante encuentra una vitrina donde hay un libro con un epígrafe que dice así: «El primer libro de navegación impreso en Inglaterra, traducción de Richard Eden del *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* de Martín Cortés, 1561». No solamente destacamos que es el primer libro sobre navegación impreso en Inglaterra, una obra española, sino también que se le da tanta importancia como para figurar en este lugar tan destacado. No es un hecho anecdótico: el primer tratado de navegación del que dispusieron la mayoría de los países europeos fue, efectivamente, la traducción de un original español¹⁶⁴.

161 *Ibidem*.

162 Enrique II de Portugal. El Piadoso. (1512-1580).

163 Citado en: García Franco, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desenvolvimiento histórico de los cuatro términos de la navegación*, Tomo II. Madrid: Instituto Histórico de Marina, p. 100.

164 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 56.

¿Por qué traducir estas obras? La respuesta nos da la Frampton, un inglés que en 1582 traduce el *Arte de navegar* de Pedro Medina. En la carta dedicatoria de la traducción¹⁶⁵ apunta que la traduce no sólo porque se trate de una obra de gran importancia, sino también por la insistencia de los pilotos y capitanes de barcos –que juzgaban la obra como necesaria para los profesionales de la mar «tanto como el arma para el soldado»– y para que «estas ciencias tan necesarias para el bienestar general» comiencen a arraigarse y desarrollarse en su propio país¹⁶⁶.

La Suma de Enciso fue reimpresa dos veces en la propia Sevilla y su parte geográfica traducida al inglés. El libro de Falero no pasó de la primera edición. Sin embargo, los tratados de Martín Cortés y Pedro Medina alcanzaron en Europa una extraordinaria difusión y se erigieron en referentes de esta nueva disciplina. El tratado de Medina fue editado quince veces en francés entre 1554 y 1633, cinco en holandés desde 1580 a 1598, tres en italiano (1554, 1555 y 1609) y dos en inglés. Por su parte, el de Cortés tuvo diez ediciones en inglés entre 1561 y 1630¹⁶⁷. Asimismo, destacamos que el *Compendio de la arte de navegar* de Rodrigo Zamorano tuvo hasta cinco ediciones (1581, 1582, 1586, 1588 y 1591) y se tradujo al inglés, holandés y portugués¹⁶⁸.

Sabemos que los más destacados navegantes extranjeros se sirvieron de estos textos. Por ejemplo, Martin Frobisher llevaba un ejemplar del *Regimiento* de Medina en 1576, cuando buscaba el paso del noroeste, y Francis Drake poseía otro en 1578 cuando atravesó el estrecho de Magallanes. Incluso en 1871 se encontró una traducción holandesa del *Arte* de Medina entre los objetos conservados en los hielos, procedentes del tercer viaje de Willem Barents desde las islas Spitzberg hasta Nueva Zambia.

Los países europeos repararon en la necesidad de crear una organización donde se cultivaran y se desarrollaran las enseñanzas náuticas. Su referente fue la Casa de la Contratación de Sevilla, modelo que siguieron varios países, entre ellos Inglaterra. En 1582 Richard Hakluyt recomendó en sus *Voyages* el establecimiento de un centro docente para pilotos al estilo

165 «Porque la obra es tan principal que en nuestro tiempo no se ha expuesto en nuestra lengua algo similar en todos los aspectos, considerando que instruye y enseña todo el arte de la navegación en todos los puntos, y es igualmente necesario para el marinero, como el accidente lo es para el gramático, el arma para el soldado, la herramienta para el trabajador, el guía para el ciego, y el instructor para el que aprende».

166 Basterrechea Moreno, J. P. (1997). *Op. Cit.*, p. 56.

167 López Piñero, J. M. (1986). *Op. Cit.*, p. 170.

168 VV. AA. (1992). *Op. Cit.*, pp. 52-53.

sevillano. Describió el sistema de clases y exámenes de la Casa y elogió tanto a Alonso y Jerónimo de Chaves como a Medina, «*que escriben doctamente sobre el arte de la navegación*». Los primeros textos de náutica de estos países se apoyaron en los tratadistas españoles. Así, *A Regiment for the Sea* (1577) de Bourne está inspirado en Cortés, al igual que el tratado holandés de Michel Coignet (1577)¹⁶⁹.

En conclusión, como hemos podido observar, España se situó en la vanguardia en el estudio de la cosmografía, cartografía y técnicas de navegación. Dichas novedades quedaron recogidas en los tratados de navegación, expandiéndose por todo Occidente a través de traducciones. Por ello podemos reafirmar la cita de Guillén y Tato: es cierto que «Europa aprendió a navegar en libros españoles».

4.1. Decadencia del siglo xvii

González González relaciona el siglo xvii con el colapso de la ciencia española. Un reflejo de este colapso de la actividad científica es el volumen de publicaciones de carácter científico que encontramos en este periodo. Durante la última parte del siglo xvi y los primeros años del xvii, las publicaciones disminuyeron significativamente, hasta que a mediados del xvii se produjo una fuerte caída. Mientras que en el resto de Europa hubo un auge de la literatura científica, en España se publicaban menos libros que en el siglo anterior¹⁷⁰.

La principal causa fue la adversa situación de las instituciones dedicadas al cultivo de las ciencias. La Academia de Matemáticas de Madrid cerró en 1625 y la Casa de la Contratación de Sevilla entró en un periodo de decadencia por la escasez de alumnos y los abusos cometidos en los exámenes. También las universidades registraron un descenso en la calidad de sus enseñanzas¹⁷¹.

Sin embargo, percibimos que al final de la centuria hay un resurgimiento de las obras dedicadas a la navegación. Contamos con los textos de García de Céspedes (1606), Thomé Cano (1611) o Antonio de Nájera (1628). A la vez se crean nuevos centros docentes para la formación de los pilotos, como es el Real Colegio de San Telmo en 1681.

169 Vicente Maroto, M. I. (2001). *Op. Cit.*

170 González González, F. J. (1992). *Op. Cit.*, 89.

171 *Ibidem*.

Podemos afirmar que la decadencia de la navegación fue uno de los signos de la profunda crisis de la España del siglo XVII. La rica tradición anterior del siglo XVI desapareció bruscamente. Los estudios de náutica dejaron de desarrollarse en la Casa de la Contratación de Sevilla, la institución clave en el desarrollo de la cosmografía y náutica durante el Siglo de Oro. A pesar de esto, el resto de Europa seguía basando sus conocimientos sobre navegación en las aportaciones de los españoles: por ejemplo, en Inglaterra se seguía usando el tratado de Martín Cortés y en Francia se seguía editando el *Arte de navegar* de Pedro de Medina¹⁷².

5. CONCLUSIONES

En este estudio, se ha podido investigar la importancia de la mar en la historia de España y sus aportaciones científicas al desarrollo de la navegación; desde los primeros asentamientos en la península ibérica hasta el descubrimiento de América. Fue la cristiandad occidental, concretamente España y Portugal, la que decidió acabar con las fronteras del Orbe y embarcarse en sus naos hacia lo desconocido. La Monarquía Hispánica superó el lema romano, *Non Plus Ultra*, dejando paso al *Plus Ultra*, símbolo de la voluntad decidida de expansión oceánica. La relación entre las Indias y la península ibérica fue posible gracias al mar, que las conectaba.

Como hemos comprobado, el descubrimiento del Nuevo Mundo fue fruto de la casualidad. No obstante, el éxito de las siguientes exploraciones corresponde al estudio y desarrollo científico que experimenta la navegación. En el presente trabajo hemos conseguido los siguientes objetivos:

- **Demostrar que el «arte de navegar» nace en España**

Como consecuencia de la navegación por el Atlántico, entre los eruditos españoles se acuña un nuevo concepto, «el arte de navegar». Se refiere a la compilación de saberes y enseñanzas que, necesarias para los navegantes, les darán las herramientas para calcular con la máxima precisión la posición del navío en el vasto océano. Su principal objetivo era conocer el rumbo, la distancia, la longitud y la latitud.

172 González González, F. J. (2006). «Del arte de marear a la navegación astronómica: técnicas e instrumentos de navegación en la España de la Edad Moderna». En *Cuadernos de Historia Moderna. Anejos*, 5, 135-166.

El salto al Atlántico conllevó problemas inexistentes en la navegación mediterránea. Podemos afirmar que estas nuevas instrucciones son creación de los autores españoles, herederos de una brillante tradición ibérica en el campo de la astronomía, transmitida desde la Edad Media hasta la Edad Moderna. A esta tradición se le suma el «humanismo geográfico»¹⁷³, que se desarrolla en el Renacimiento, cuando resurge el interés por el conocimiento geográfico, impulsado por las exploraciones. Al analizar las fuentes primarias, observamos que los autores beben de la Antigüedad Clásica. Se redescubrieron y estudiaron las obras geográficas de antiguos autores, como es la *Geographia* de Ptolomeo. El humanismo geográfico no sólo involucraba la geografía, sino también la astronomía, las matemáticas o la cosmografía, buscando una comprensión holística del mundo.

Por lo tanto, el arte de navegar recogía los saberes de la Antigüedad Clásica, las aportaciones de los árabes y las experiencias de los marinos. Todo este conocimiento fue recopilado por los autores españoles que estudiamos. López Piñero afirma que estos abrieron un nuevo capítulo en la historia de la literatura náutica, superando el nivel recetario práctico o de manual propio de los textos anteriores.

- **Destacar la labor científica de la Casa de la Contratación**

Podemos determinar que la creación de estos tratados no fue solamente consecuencia del descubrimiento de América y la tradición del estudio de la astronomía en la Península. La Casa de la Contratación se convierte en el principal centro de estudios de cosmografía y astronomía de Europa también gracias al esfuerzo y la organización de la Corona desde el inicio del Descubrimiento. No debemos olvidar la importancia de la labor científica de la Casa de la Contratación, aunque en origen no fuese creada para esto. Sin embargo, dicha institución llegó a ser tanto el lugar donde se instruía a los futuros pilotos de la Carrera de Indias, donde se sometían a los exámenes, como el lugar donde los maestros elaboraban sus tratados de navegación. En ellos, los autores recopilaban sus teorías y saberes del arte de navegar.

Por consiguiente, sostenemos que los tratados de navegación y sus autores estaban vinculados con la Casa de la Contratación y, por ende, con la ciudad de Sevilla. Analizando los lugares de edición, hemos comprobado que la mayoría de los tratados del siglo XVI son editados en Sevilla. Esto retrata el vínculo entre la institución, el conocimiento náutico

173 Término de López Piñero.

y la ciudad. Determinamos que los inicios de estas obras náuticas están en la Casa de la Contratación. Con su posterior declive, la edición de los textos cambió de lugar, concentrándose en Madrid. Como hemos comprobado, los autores del siglo XVI sustentaban cargos oficiales de dicha institución, como pilotos mayores o catedráticos de cosmografía. Posteriormente, en el siglo XVIII, predominarían los autores militares. Con lo cual, sólo en el siglo XVI se encuentra una relación directa con el centro donde se formaban los pilotos.

- **Reconocer la necesidad de los tratados de navegación**

Tras la aproximación a los principales tratados de náutica del siglo XVI percibimos que presentan una estructura y objetivo comunes. Todos los autores incluyen al inicio de la obra un prólogo donde explican por qué la escriben, su contenido y a quiénes va dirigida. La mayoría de los autores apunta que la finalidad de sus textos es instruir a los navegantes, a los que ya no bastaba su experiencia, sino que debían aprender conocimientos teóricos. Los conocimientos que encontramos en los tratados fueron materia de estudio para los pilotos que se instruían en la Casa de la Contratación, incluso se sometían a exámenes. Esto nos indica lo necesario que era que un navegante reuniera tales conocimientos teóricos. Los tratados de navegación se convirtieron en las obras de referencia tanto para los navegantes españoles como para sus vecinos europeos.

Todos ellos comprendieron la necesidad de estas obras para la nueva navegación. Por lo tanto, encontramos ediciones en los idiomas cultos (inglés, francés, holandés, italiano, portugués...) de estas obras españolas. Deducimos que suponía una gran ventaja para los navegantes poseer estas obras. Por eso el Consejo de Indias prohibió la publicación de muchos de ellos. Era consciente de lo que supondría que los enemigos de la Monarquía Hispánica accedieran a esa información.

- **Realizar un análisis de los principales tratados del siglo XVI y sus autores**

Tras la aproximación realizada a los principales tratados de náutica del siglo XVI percibimos que presentan una estructura y objetivo comunes. Todos se dividen en una parte teórica, «tratado de la esfera», y otra práctica, «el arte de navegar» (algunos incluso incluyen derroteros). Los textos presentan unas características semejantes: por un lado, destacamos que el contenido de todos apunta a la navegación, pero cada uno de ellos se centra en una disciplina, ya sea la cosmografía, los derroteros o las matemáticas. Por otro, resaltamos que la base de sus estudios son los textos de la Antigüedad Clásica, como la obra de Ptolomeo, y estudios más contemporáneos, como la teoría de la esfera

de Sacrobosco. La mayoría de los autores mencionan esas obras. El único que no lo hace es Falero. Otra característica común son los dibujos que estos incorporan a sus textos, formando con estos una unidad. Podemos percibir la calidad de estos dibujos y también su utilidad, indispensable para el aprendizaje de estos conocimientos.

Además, como el objetivo de los textos era la enseñanza, el vocabulario y la redacción de los tratados son sencillos: de ese modo podrían ser comprendidos por la mayoría. Es más, cuando se tratan temas más específicos, los autores añaden glosarios y definen los términos.

Aparte de las similitudes enumeradas, detectamos aportaciones en cada uno de ellos:

- Martín Fernández de Enciso expone un derrotero muy exhaustivo, incluso detalla las poblaciones de diferentes lugares.
- Pedro Medina escribe su *Regimiento de navegación*, resumen de su *Arte de navegar*, para aproximarse con un vocabulario más sencillo a los pilotos.
- Martín Cortés expone su teoría del magnetismo, dando una solución innovadora al problema de la aguja. Igualmente, innova en cuanto a los dibujos y crea piezas separadas para que los aprendices las construyan y así comprendan mejor las enseñanzas.
- Rodrigo Zamorano se atribuye el logro de haber corregido las tablas de declinación solar. Asimismo, recomienda calcular la posición de la nave con un método más preciso, el punto de escuadría o geométrico.
- Juan Escalante de Mendoza articula su obra como un diálogo para ser más comprensible, al estilo de la mayéutica de Sócrates.

Todos ellos fueron los artífices del *Plus Ultra*, tanto maestros como aprendices.

Los tratados de navegación constituyen una gran aportación a la literatura tanto española como europea. En este trabajo hemos analizado aquellas que se editaron en el siglo XVI, pero, como hemos visto, algunas de ellas no fueron publicadas por toda la información que mostraban. Por ejemplo, la obra de Alonso de Chaves estuvo perdida durante siglos. Es posible que haya otras como estas que desconozcamos hoy. Esta hipótesis podría responder a un gran interrogante: ¿por qué no disponemos de buena parte de las obras publicadas en el siglo XVI?

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes primarias:

CORTÉS, M. *Breve compendio de la esfera y de la arte de navegar*. Ed. Facs (repr. Facs. De la de. De Sevilla, en casa de Antón Álvarez, 1551). Instituto Fernando el Católico, Zaragoza, 1945.

ESCALANTE DE MENDOZA, *Itinerario de navegación de los mares y tierras occidentales* (1575), manuscrito. (Transcripción de Martín Navarrete, 1791). Manuscrito conservado en la Biblioteca Nacional, Madrid.

DE PALACIO, D. G. (1994). *Instrucción náutica para navegar: Obra impresa en México*.

HORACIO Oda III, lib. I, en el vol. *Odes et épodes*, ed. De «Les Belles Lettres», París.

FRAY A. De Guevera (1539). *De muchos trabajos que se pasan en las galeras*. Valladolid.

ESPINOSA, P. (1605). *Flores de poetas ilustres de Espana*.

MEDINA, P. (1545). *Arte de navegar*. Valladolid: en casa de Francisco Fernández de Córdoba.

VEITIA LINAGE, J. (1672). *Norte de la Casa de la Contratación de las Indias Occidentales*. Sevilla: Juan Francisco de Blas.

VIVES. *De causis corruptarum artium*. Valencia: Máyans de las Opera Omnia.

ZAMORANO, R. (1581). *Compendio de la arte de navegar*. Sevilla: Impreso en Casa de Ioan de Leon.

Fuentes secundarias:

AGUIAR AGUILAR, M. (2019). «Los primeros instrumentos de navegación que viajaron a América». En *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 49, 223-244.

APESTEGUI CARDENAL, C. (1996). «La construcción naval y la navegación: evolución de las construcciones navales, los tipos de barcos y la navegación, que hicieron posible la aventura americana». En Lunwerg, Sanchís Bueno, I (Coord.) *Navegantes y náufragos: galeones en la ruta del mercurio*. (pp. 11-52). Barcelona: Fundación «la Caixa».

BASTERRECHEA MORENO, J. P. (1997). *Traducción al inglés de obras españolas de arte de navegar del siglo XVI*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad del País Vasco.

CEREZO MARTÍNEZ, R. (1994). *La cartografía náutica española en los siglos XIV, XV y XVI*. Madrid: CSIC.

CERVERA, J. (1991). «La marina de Castilla». En *II Jornadas de Historiografía. Castilla y América en las publicaciones de la Armada. Cuadernos monográficos del Instituto de Historia y Cultura naval*, 13, 77-86.

CUESTA DOMINGO, M. (1999). «Pedro Medina y su obra». En *Revista de Historia Naval*, 67, 7-36.

DELGADO, M. (2021). *El Siglo Español (1492-1659)*. Madrid: Ediciones Encuentro.

ESCARTÍ, V. J. (2009). «Nota sobre la visión del mundo y la ideología cesarista en el *Breve compendio de la sphaera* de Martín Cortés». En *eHumanista*, 13, 262-276.

FERNÁNDEZ DURO, C. (1895). *De algunas obras desconocidas de cosmografía y navegación y singularmente de la que escribió Alonso de Chaves á principios del siglo XVI*. Madrid: Imprenta de la Revista de Navegación y Comercio.

FERNÁNDEZ DE NAVARRETE, M. (1846). *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas que han contribuido a sus progresos entre los españoles*. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero.

GARAT, J. R. (2020). *Historia de la Armada. Páginas de la historia de España escritas en la mar*. Madrid: Ministerio de Defensa.

GARCÍA FRANCO, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desarrollo histórico de los cuatro términos de la navegación*, Tomo I. Madrid: Instituto Histórico de Marina.

— (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desarrollo histórico de los cuatro términos de la navegación*, Tomo II. Madrid: Instituto Histórico de Marina.

GARCÍA HERRERA, D. (2022). *Cosmografía: Nueva ciencia del siglo XVI*. [Trabajo Fin de Máster Inédito]. Sevilla: Universidad de Sevilla.

GARCÍA-MOLINA RIQUELME, A. (2010). La vida en la galera déla Dios a quien Quiera. En *Revista de Historia Naval*, 108, 87-103.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. J. (1992). *Astronomía y navegación en España Siglos XVI-XVIII*. Madrid: Fundación MAPFRE América.

— (2006). «Del arte de marear a la navegación astronómica: técnicas e instrumentos de navegación en la España de la Edad Moderna». En *Cuadernos de Historia Moderna. Anejos*, 5, 135-166.

GUILLÉN Y TATO, J. F. (1943). *Europa aprendió a navegar en libros españoles*. Madrid: Instituto Histórico de Marina del Museo Naval.

HARING, C. H. (1918). *Trade and Navigation between Spain and The Indies. In The time of the Hapsburg*. Cambridge: Harvard University.

HARRIS, S. J. (1998). «Long-Distance Corporations, Big Sciences, and The Geography of Knowledge». En *Configurations*, 6/2, 269-304.

HERNÁNDEZ RUIGÓMEZ, A. (2020). «La formación de Pilotos de la Casa de Contratación: del piloto mayor a la cátedra de cosmografía». En *Cuaderno Monográfico del Departamento de Estudios e Investigación*, 9-29.

IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, I. (2002). «Tratados españoles de náutica (siglos XVI-XVIII)». En *Revista de Historia Naval*, 76, 36-37.

LADERO QUESADA, M. A. (2010). «Marinas medievales y guerra en el mar: medios, técnicas, acciones. Primeros hitos navales de los reinos cristianos. Siglo XII». En O'Donnell y Duque de Estrada H. Y Blanco Nuñez, J.M. (Coords.) *Historia militar de España: Edad Media. II*, (pp. 413-444), Madrid: Ediciones del Laberinto.

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1979). *Ciencia y técnicas en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*. Barcelona: Labor.

— (1986). *El arte de navegar en la España del Renacimiento*. Barcelona: Labor.

MARAVALL, J. A. (1986). *Antiguos y modernos. Visión de la historia e idea de progreso hasta el Renacimiento*. Madrid: Alianza.

— (1999). *Carlos V y el pensamiento político del Renacimiento*. España: Boletín Oficial del Estado.

MORENO MARTÍN, J. M. (2016). «El Mediterráneo, centro de un mundo incompleto». En MORENO MARTÍN, J. M. y RAFFAELLI, S. (Coords.) *Dueños del mar, Señores del mundo. Historia de cartografía náutica española*, (pp. 10-21), Madrid: Ministerio de Defensa y Museo Naval.

MARTÍNEZ, J. L. (1984). *Pasajeros de Indias. Viajes transatlánticos en el siglo XVI*. Madrid: Alianza.

MARTÍNEZ-VALVERDE, C. (1987). «Sobre la dilatada y compleja batalla del Atlántico española en los siglos XVI y XVII». En *Revista de Historia Militar*, 63, 37-72.

MENA GARCÍA, C. (2016). *Sevilla y las flotas de Indias. La gran armada de Castilla del Oro (1513-1514)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

MORALES MARTÍNEZ, A. J. (1994). «Arte y ciencia en la Sevilla del siglo XVI. Los manuscritos del cosmógrafo Rodrigo Zamorano». En *Actas del X Congreso del CEHA. Los clasicismos en el Arte español*. Madrid: UNED, 457-458.

NIEVA SANZ, D. M. (2019). «Panorama naval ibérico en los siglos XVI y XVII: desarrollo, innovaciones y guerra naval». En *Revista Historia Autónoma*, 71-91.

PÉREZ FERNÁNDEZ, R. (2021). «El desarrollo de la ingeniería naval en España: 250 años de historia». En *Revista de Historia Naval*, 154, 107-118.

PÉREZ-MALLAÍNA, E. P. (2021). *La vida cotidiana a bordo de los buques de la Carrera de Indias. La flota de Nueva España y la búsqueda del galeón Nuestra Señora del Juncal*. Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte.

— (1992). *Los hombres del océano. Vida cotidiana de los tripulantes de las flotas de Indias. Siglo XVI*. Sevilla: Diputación Provincial de Sevilla.

— (2003). «Los hombres de las rutas oceánicas hispanas en el siglo XVI». En Ribot García, L.A. Y De Rosa, L. (Coords.) *Naves, puertos e itinerarios marítimos en la época moderna* (pp. 91-110). Madrid: ACTAS.

— (2015). «Viejos y nuevos libros para pilotos: la evolución de los tratados de náutica españoles del siglo XVI al XVIII». En *Antonio de Ulloa: la biblioteca de un ilustrado*. Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla, 33-40.

PINTOS AMENGUAL, G. (2020). *La transición a la navegación astronómica científica y la formación de los pilotos españoles, siglos XVI al XVIII*. [Tesis de doctorado]. Universidad País Vasco.

POSADA SIMEÓN, J. C. (2023). «Baltasar Vellerino de Villalobos. Luz de navegantes (1592)». En Iglesias Rodríguez J.J y López-Guadalupe Muñoz, M.L (coords.) *Encrucijada de mundos: Identidad, imagen y patrimonio de Andalucía en tiempos modernos*. Proyecto de Investigación de la Universidad de Sevilla. Disponible en: <https://grupo.us.es/encrucijada/baltasar-vellerino-de-villalobos-luz-de-navegantes-1592>

PUENTE Y OLEA, M. (1900). *Los trabajos geográficos de la Casa de la Contratación*. Sevilla: Escuela Tipográfica y Librería Saieciana

PULIDO RUBIO, J. (1950). *El piloto mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla*. Sevilla: Escuela de estudios hispanoamericanos de Sevilla.

ROSSELLÓ I VERGER, V. (2011). «La carta de navegar. Un instrumento mediterráneo de amplia difusión». En *Medievalismo*, 21, 55-79.

SABA, A. (2004). *El léxico del Compendio de la arte de navegar de Rodrigo Zamorano*. Madrid: Estudios de la UNED.

SÁNCHEZ-BARBA, M. H. (2012). *América Española. Historia e identidad en un mundo nuevo*. Madrid: Trébede.

— (1992). *El mar en la historia de América*. Madrid: Editorial Mapfre.

SÁNCHEZ MARTÍNEZ, A. (2016). «El imperio del mapa. El padrón real y la producción cartográfica de la Casa de la Contratación». Moreno Martín, J. M y Raffaelli, S (coords.). En *Dueños del mar, señores del mundo*, (pp. 44-59). Madrid: Ministerio de Defensa y Museo Naval.

— (2010). «La institucionalización de la cosmografía americana: la Casa de la contratación de Sevilla, el Real y Supremo Consejo de Indias y la Academia de Matemáticas de Felipe II». En *Revista de Indias*, 250, 715-748.

— (2010). «Los métodos pedagógicos de la Corona para disciplinar la experiencia de los navegantes en el siglo XVI». En *Anuario de Estudios Americanos*, 67, 133-156.

SCHÄFER, E. (2003). *El Consejo Real y Supremo de las Indias. Su historia, organización y labor administrativa hasta la terminación de la Casa de Austria*. Madrid: Marcial Pons. Ediciones de Historia.

SELLES, M. (2007). «Arte de la Navegación en la Península Ibérica». En *Los orígenes de la ciencia moderna. Actas año XIII y XII*. Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, 167-186.

TEMPÈRE, D. (2002). «Vida y muerte en alta mar. Pajes, grumetes y marineros en la navegación española del siglo XVII». En *Iberoamericana*, II 5, 103-120.

STEVENSON, E. L. (1927). «The Geographical Activities of the Casa de la Contratación». En *Annals of the Association of American Geographers*, 39-59.

TORRES LÓPEZ, C. (2018). *Faleiro, Francisco. Tratado del Sphera y del arte de marear: con el regimiento de las alturas. Con algunas reglas nuevamente escritas muy necesarias. Con privilegio imperial*. (1535). Murcia: Cátedra de Historia y Patrimonio Naval.

VICENTE MAROTO, M. I. (1999). «El arte de navegar». En MARTÍNEZ RUIZ, E. (coord.) *Felipe II, la ciencia y la técnica*, (pp. 343-368). Madrid: ACTAS.

— (2001). «El arte de la navegación en el Siglo de Oro». En *Cátedra Jorge Juan*, 187-230.

VILA VILAR, E. (2003). «La Casa de la Contratación: creación, evolución y extinción». En *Andalucía en la historia. 500 años de la Casa de la Contratación*, 2, 9-15.

VV. AA. (1992). *Obras españolas de náutica relacionadas con la Casa de la Contratación de Sevilla*. Madrid: Museo Naval.

ANEXO: GLOSARIO DE TÉRMINOS

(Elaboración propia, basándonos en García Franco, S. (1947). *Historia del arte y ciencia de navegar. Desarrollo histórico de los cuatro términos de la navegación*).

- Aguja náutica:** De orígenes inciertos, este instrumento de navegación esencial determina la dirección en el mar. Se basa en las propiedades magnéticas de la Tierra para indicar el norte magnético, permitiendo a los navegantes orientarse. Sin embargo, existía el problema de la declinación magnética; ya el mismo Colón era consciente de las variaciones experimentadas en la aguja náutica. Los navegantes tenían que esforzarse por corregir estas variaciones mediante el establecimiento de los valores de la declinación magnética en cada lugar.
- Astrolabio náutico:** El astrolabio era un instrumento astronómico conocido por los griegos y perfeccionado por los árabes. Orientado mediante la brújula y utilizando combinaciones de círculos y semicírculos móviles, se obtenía la latitud y la hora de lugar de observación. Eran aparatos grandes y pesados para conseguir la máxima estabilidad. La utilización del astrolabio con fines náuticos fue simplificándolo hasta llegar al astrolabio náutico, que consistía en un disco de cobre o latón que colgaba de una anilla. En una de sus caras llevaba trazados dos diámetros perpendiculares que dividían el círculo en partes iguales. Una alisada permitía hallar la altura de los astros mirándolos directamente, en el caso de las estrellas; si se trataba del Sol, se observaba la línea de sombra.
- Ballestilla:** Aunque lo emplearan los astrólogos en la Antigüedad, es un instrumento fundamentalmente náutico, utilizado en los barcos a partir de la primera mitad del siglo XVI. Estaba formada por dos partes: la primera era una regla de madera con sección cuadrada y con una escala grabada. La segunda, una tabla rectangular. El sistema para la observación con la ballestilla era el siguiente: acercando el ojo al extremo de la regla con la escala, se iba moviendo la otra pieza hasta que coincidía el horizonte con el borde inferior y el astro elegido con el borde superior.
- Compás de cartear:** El compás servía para medir las distancias sobre las cartas de navegación en función del ángulo resultante.
- Corredera:** Como no se conocía un método fiable para determinar la longitud exacta de la posición de la nave, la única posibilidad para establecer la situación de un buque en una carta de marear vino dada por la estimación de la velocidad de la navegación en un rumbo determinado, con la que se deducía la distancia recorrida desde el punto de partida. Durante los siglos XV y XVI la mayoría de los pilotos estimaba la velocidad mediante un cálculo mental y sus conocimientos de los vientos y corrientes.

Cuadrantes de altura: Utilizados para obtener las alturas de los astros sobre el horizonte, con la intención de determinar la latitud del lugar de observación. Los cuadrantes consistían en la cuarta parte de un círculo dividida en noventa grados. Mediante unas pínulas, situadas en el radio del círculo, se observaba el astro elegido y se calculaba su altura.

Latitud: Medida geográfica que indica la distancia de un punto en la Tierra con respecto al ecuador. Su conocimiento era imprescindible para las nuevas rutas oceánicas: mediante la latitud los navegantes podían determinar su posición en el océano y así seguir rutas conocidas. Para calcularla se usaban instrumentos náuticos como el astrolabio o cuadrante.

Longitud: Medida geográfica que indica la distancia de un punto en la Tierra con respecto al meridiano de Greenwich. Conocida la latitud, faltaba resolver la longitud. Ya se conocía que la diferencia de horas entre dos lugares, referidas a un mismo astro e instante, es igual a la diferencia entre las longitudes de esos dos lugares. Para obtener la hora de un meridiano de referencia, se empleaba un reloj que conservara a bordo la hora del meridiano de partida y el método de las distancias lunares.

Nocturlabio: Instrumento astronómico que determinaba la hora de la noche mediante la observación de las estrellas. Los navegantes apuntaban el visor hacia una estrella conocida, generalmente la Estrella Polar en el hemisferio norte, el disco giratorio se alineaba con la posición de la estrella y se leía la escala horaria en el disco giratorio. Así se determinaba la hora local.

Punto de fantasía: Se refiere a una posición estimada en la mar basada en cálculos inexactos como consecuencia de la falta de herramientas parecidas. Se llama punto de fantasía por su inexactitud y representaba una estimación provisional.

Regimiento: Conjunto de tablas y métodos matemáticos usados para calcular la latitud y la longitud durante los viajes marítimos. Eran esencialmente manuales de navegación que contenían información crucial sobre la posición de los astros y uso de los instrumentos náuticos.

JIMENA POZO MOLINA

Jimena Pozo Molina es estudiante del último curso de Historia del Arte y graduada en Historia por la Universidad CEU San Pablo. Ha realizado prácticas en el Servicio Educativo y Cultural del Instituto de Historia y Cultura Naval, así como ha trabajado en la divulgación histórica en El Debate, en la investigación en el archivo de la ACdP y en el mercado del arte en Sotheby's.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad considerar el desarrollo científico que conllevó el descubrimiento del Nuevo Mundo. Aunque es cierto que los primeros descubrimientos responden a la casualidad, es a partir de ellos cuando surge el deseo de conocer e investigar la mar. En Occidente nacerán esas ganas de cultivar los estudios de la astronomía y matemáticas aplicadas a la navegación. Fueron los españoles los pioneros e inventores del arte y de la teoría de la navegación, que significó el capítulo inicial de la tecnología como primera disciplina aplicada. Es así como nacen los tratados de navegación en el siglo XVI, obras que recogían todos los saberes y teorías necesarias para la náutica dedicadas a instruir a los pilotos y navegantes. Fue en Sevilla, en la Casa de la Contratación, donde nacieron estas nuevas obras, pues la mayoría de sus autores estaban vinculados a ella.

PALABRAS CLAVE

Tratado de navegación; siglo XVI; Arte de Navegar; Casa de la Contratación; astronomía náutica; cosmografía.

Cátedra Internacional CEU Elcano. Historia y Cultura Naval

Promotores



Colaborador



ISBN: 978-84-19976-54-3